

УДК 591.69-7 (597.553.2)

DOI 10.15853/2072-8212.2017.44.39-43

ПАРАЗИТЫ И ПИТАНИЕ КОКАНИ *ONCORHYNCHUS NERKA* WALB. ТОЛМАЧЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА, КАМЧАТКА**О.Ю. Бусарова¹, Е.В. Есин²**¹ Доцент, к. б. н., Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет 690087 Владивосток, Луговая, 52б

Тел.: 8-924-130-6705. E-mail: olesyabusarova@mail.ru

² Вед. н. с., к. б. н., Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии 107140 Москва, Верхняя Красносельская, 17

Тел.: (499) 264-81-22. E-mail: esinevgeniy@yandex.ru

ЛОСОСЕВЫЕ РЫБЫ, ИЗОЛИРОВАННАЯ ПОПУЛЯЦИЯ, ИНТРОДУКЦИЯ, ОБЕДНЕНИЕ ПАРАЗИТОФАУНЫ, ПИТАНИЕ РЫБ

У кокани (жилая нерка) Толмачевского водохранилища обнаружено два вида паразитов, относящихся к двум классам, Mixosporrea и Trematoda: *Myxobolus arcticus* Pugatschov et Khokhlov, 1979 и *Diplostomum gasterostei* Williams, 1966. Рыбы с разным числом жаберных тычинок не различаются по типу питания и степени зараженности паразитами.

KOKANEE *ONCORHYNCHUS NERKA* WALB. PARASITES AND FEEDING IN TOLMACHEVSKOYE RESERVOIR, KAMCHATKA**Olesya Yu. Busarova¹, Evgeniy V. Esin²**¹ Associate prof., Ph. D. (Biology), Far Eastern State Technical Fisheries University 690087 Vladivostok, Lugovaya, 52b

Тел.: 8-924-130-6705. E-mail: olesyabusarova@mail.ru

² Leading Scientist, Ph. D. (Biology), Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography 107140 Moscow, Verkhnyaya Krasnoselskaya, 17

Тел.: (499) 264-81-22. E-mail: esinevgeniy@yandex.ru

SALMONIDS, LANDLOCKED POPULATION, INTRODUCTION, DEPLETION OF PARASITE FAUNA, FISH FEEDING

Only two parasite species were found in isolated kokanee population in Tolmachevskoye Reservoir: trematoda *Diplostomum gasterostei* Williams, 1966 and mixosporrea *Myxobolus arcticus* Pugatschov et Khokhlov, 1979. Groups of kokanee with different numbers of gill rakers did not demonstrate differences in the type of feeding or extent of infestation of the parasites.

В 1980-е годы жилая нерка (кокани) *Oncorhynchus nerka* Walb. из оз. Кроноцкого (Восточная Камчатка) послужила материалом для интродукции в безрыбные водоемы полуострова. Материнская популяция имеет сложную структуру и представлена двумя формами: многотычинковыми планктофагами (>38 жаберных тычинок) и малотычинковыми (≤38 тычинок) бентофагами, которые различаются многими биологическими характеристиками (Куренков, 1977). Паразитофауна кроноцкой кокани насчитывает 20 видов (Бусарова и др., 2016а).

Одним из восьми реципиентных объектов стало оз. Толмачевское, куда кокани была вселена дважды: в 1985 г. (из самого оз. Кроноцкого) и 1988 г. (из оз. Карымского от потомков кроноцких производителей). Обе интродукции дали положительные результаты (Куренков, 1999; Погодаев и др., 2010). В 1997 г. озеро было преобразовано в водохранилище Толмачевского каскада ГЭС. На-

турализация популяции в новой экосистеме сопровождалась мощным скачком численности, изменением морфологии и биологии (Маркевич, 2009; Погодаев и др., 2010; Лепская и др., 2014), однако трофической дифференциации у толмачевской кокани не произошло (Маркевич, 2009). Рыбам присущ широкий спектр питания (Лепская и др., 2014). Разнообразие паразитофауны толмачевской кокани к 2013 г. году сильно снизилось: рыбы были заражены миксоспоридией *Myxobolus arcticus* (ЭИ=100%), плероцеркоидами цестоды *Diphyllbothrium* sp. (ЭИ=20%), простейшими паразитами жабр, предположительно *Apiosoma conicum* (ЭИ=20%), также в желудках встречались цестоды (ЭИ=20%) и в редких случаях — трематоды неопределенного видового статуса (Лепская и др., 2014).

Целью работы стало изучение новейшей динамики паразитофауны и питания кокани Толмачевского водохранилища.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Толмачевское водохранилище современной площадью 24 км² расположено на высоте 620 м над уровнем моря; средняя (максимальная) глубина составляет 9,9 (38) м. Вытекающая из озера река в верхнем течении обрывается 14-метровым водопадом (Маркевич, 2009).

Всего обследовано 50 экз. кокани, выловленной жаберными сетями ячейей 20–30 мм в августе 2015 г. на глубинах 2–3 м и 6–8 м у южного берега на выходе из юго-восточного залива. У каждой рыбы измерили длину тела по Смитту, массу тела, пол и стадию зрелости в баллах от 1 до 6, а также число тычинок на первой жаберной дуге. На зараженность паразитами рыб обследовали методом полного паразитологического вскрытия по общепринятой методике (Быховская-Павловская, 1985). Видовую принадлежность паразитов устанавливали по «Определителю...» (1984, 1987). Использовали традиционные показатели зараженности рыб паразитами: экстенсивность инвазии (ЭИ), %; доверительный интервал встречаемости (d); среднюю интенсивность инвазии (ИИ_{ср.}), экз.; пределы интенсивности инвазии (ИИ_{lim}), экз.; индекс обилия (ИО), экз. Содержимое желудков оценивали по среднему числу пищевых объектов каждой группы на одну рыбу, экз., и частоте встречаемости пищевых объектов (ЧВ) — отношению числа

рыб с данным видом пищи к числу питавшихся рыб, в %. Наполненность желудков оценивали визуально. Статистическую достоверность различий определяли непараметрическими методами (тест Манна-Уитни).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Средняя длина рыб в выборке составила 189,5 (от 161 до 270) мм, средняя масса — 82,8 (от 55,7 до 158,4) г, соотношение полов (f : m) — 1 : 1,6. Самцы и самки находились на 3–5 стадиях зрелости. Менее 38 тычинок на 1-й жаберной дуге в Толмачевском вдхр. имело 26% кокани, средняя длина этих рыб составляла 191,5 мм, средняя масса — 86,6 г. Остальные рыбы имели более 38 тычинок, их средняя длина составляла 189,3 мм, масса — 82,7 г. Размерно-весовые различия рыб с разным числом жаберных тычинок оказались статистически незначимы ($p = 0,50$ и $0,20$ для длины и массы).

В пищевом комке у кокани с высоким и низким числом жаберных тычинок обнаружено 14 групп пищевых объектов (табл. 1). Рыбы активно питались, и наполненность желудков в среднем составляла 40%. Наиболее часто в пищевом комке присутствовали куколки и личинки хирономид, гаммарусы и моллюски рода *Pisidium*. Другие объекты в желудках встречались единично; личинки поденок, веснянок и ручейников, а также остатки

Таблица 1. Встречаемость пищевых объектов в желудках у кокани *Oncorhynchus nerka* Walb. Толмачевского водохранилища в августе 2015 г.
Table 1. The occurrence frequency of the forage components in the stomachs of kokanee *Oncorhynchus nerka* Walb. in Tolmachevskoye Reservoir in August of 2015

Пищевые объекты Forage components	ЧВ, % OF, %	Среднее (макс.) кол-во, экз. Average (max) number, pcs
<i>Limnaea</i> sp.	2,0	0,3 (15)
<i>Pisidium</i> sp.	50,0	5,3 (34)
Гаммарусы / Gammaruses	76,0	8,8 (73)
Личинки хирономид Larval chironomids	40,0	1,6 (11)
Куколки хирономид Pupal chironomids	74,0	26,7 (210)
Имаго амфибиотических насекомых Imago of amphibian insects	20,0	0,7 (19)
Личинки прочих амфибиотических насекомых Larvae of the other amphibian insects	8,0	0,1 (2)
Олигохеты / Oligochaetes	2,0	0,02 (1)
Нематоды / Nematodes	8,0	0,2 (3)
Пиявки / Leeches	4,0	0,6 (22)
Остракоды / Ostracods	12,0	10,4 (500)
Циклопы / Cyclops	14,0	1,6 (70)
Дафнии / Daphnias	4,0	1,2 (60)
Икра / Eggs	8,0	0,08 (3)
Камни / Pebbles	+	–
Растительные остатки / Phyto-residuals	+	–

собственной молоди в питании не обнаружены. Как правило, желудки содержали сразу несколько групп пищевых объектов, а также непищевые объекты: фрагменты растений, гравий и песчинки (детрит отсутствовал). Достоверных различий по составу пищи у рыб двух групп не выявлено ($p>0,05$).

У кокани Толмачевского водохранилища летом 2015 г. было обнаружено всего два вида паразитов, относящихся к Mixosporaea и Trematoda (табл. 2). В продолговатом мозге всех обследованных рыб присутствовали споры миксоспоридии *Myxobolus arcticus* Pugatschov et Khokhlov, 1979, а во внутренней среде глаз — метацеркарии трематоды *Diplostomum gasterostei* Williams, 1966. Мало- и многотычинковые рыбы не различались ($p>0,05$) зараженностью миксоспоридиями и диплостомидами. При этом выявлены статистически значимые различия ($p=0,03$) в зараженности диплостомидами разных полов: индекс обилия *D. gasterostei* у самок составил 28,2 экз., у самцов — 17,1 экз. Такие межполовые различия могут быть обусловлены неодинаковыми затратами на созревание половых продуктов и, соответственно, различными иммунными реакциями (Liljedas et al., 1999; Skarstein et al., 2005).

Myxobolus arcticus и *D. gasterostei* являются пресноводными паразитами и широко распространены у лососевых рыб Камчатки (Коновалов, 1971; Пугачев, 1984), в том числе и у донорской кокани (Бусарова и др., 2016а), а также гольцов (Буторина и др., 2008; Бусарова и др., 2016б) из оз. Кроноцкого. Эти виды относятся к аллогенным генералистам, т. е. видам, имеющим широкий круг хозяев и паразитирующим у рыб на личиночной стадии. Основные хозяева *M. arcticus* — кольчатые черви, промежуточные хозяева — рыбы (Kallert et al., 2015). В теле кольчатых червей реализуется фаза полового размножения миксоспоридий; образовавшиеся актиноспоры, покинув беспозвоночное, попадают в воду и проникают в рыб через покровы, и далее кровотоком разносятся к месту локализации (продолговатому мозгу), где проходит их бесполое размножение (Okamura et al., 2015). Основные хозяева *D. gasterostei* — чайки (Судариков,

1971), первые промежуточные хозяева — моллюски рода *Lymnaea* (Прозорова, Шедько, 2003), дополнительные хозяева — рыбы. Заражение рыб этим паразитом происходит при контакте с прудовиками: церкарии трематод, покинув тело моллюска, попадают в воду и активно проникают в рыб через кожу, далее разносятся кровотоком в глаза, здесь они превращаются в инвазионных метацеркарий и сохраняются у рыб в течение как минимум 5–6 лет (Шигин, 1986).

Ни у одной из 50 рыб в 2015 г. не были найдены плероцеркоиды *Diphyllbothrium* sp. Вероятно, отсутствие у рыб этих паразитов связано с критическим снижением численности зоопланктона в последние годы, в том числе и циклопов (Погодаев и др., 2010; Лепская и др., 2014), служащих их промежуточными хозяевами (Десямура и др., 1985). Дифиллоботрииды используют рыб в качестве дополнительных хозяев, основные хозяева — рыбоядные птицы (Десямура и др., 1985). Также у обследованных нами рыб отсутствовали паразитические простейшие на жабрах и цестоды и трематоды в желудках.

Myxobolus arcticus в Толмачевском водохранилище и оз. Кроноцком заражает кокани практически одинаково: при 100%-й интенсивности инвазии отмечается до 50 спор в поле зрения. Современная степень инвазии толмачевской кокани *D. gasterostei* (ИЭ=100%, ИО=23,7 экз.) достоверно выше ($p=0,05$) по сравнению с бентосоядной формой кокани родительской популяции (ЭИ=87%; ИО=11,3 экз.) (Бусарова и др., 2016а). В оз. Кроноцком кокани держится на глубинах 15–25 м (Куренков, 1979) и питается преимущественно куколками хирономид, контактируя с литоральными прудовиками лишь в мальковый и преднерестовые периоды, что обуславливает невысокую зараженность диплостомидами (Бусарова и др., 2016а). Более половины площади Толмачевского водохранилища занимают глубины менее 5 м (Лепская и др., 2014), и рыбы регулярно кормятся на литорали, что обеспечивает больший контакт с моллюсками, приводящий к высокой инвазии диплостомидами.

Таблица 2. Паразиты кокани Толмачевского водохранилища
Table 2. The parasites of kokanee in Tolmachevskoye Reservoir

Вид паразита Parasite species	ЭИ EI	d	ИИ _{ср.} II _{mean}	(ИИ _{lim}) (II _{lim})	ИО AI
<i>Myxobolus arcticus</i>	100,0	94,2–100,0	–	–	–
<i>Diplostomum gasterostei</i>	100,0	94,2–100,0	23,7	2,0–128,0	23,7

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По всей видимости, интродуцированная в оз. Толмачева кокани за 30 лет утратила 90% видов паразитов, свойственных родительской популяции (Бусарова и др., 2016а). Фауна паразитов кокани Толмачевского водохранилища может продолжить формироваться видами, характерными для лососевых рыб, привнесенными в озеро рыбацкими птицами и млекопитающими — их окончательными хозяевами, и при условии наличия в экосистеме промежуточных хозяев. К этим видам на Камчатке относятся различные виды рода *Diplostomum* Nordmann, 1832, *Ichthyocotylurus erraticus* (Rudolphi, 1809), *Diphyllobothrium ditremum* (Creplin, 1825) и *D. dendriticum* (Nitzsch, 1824). Какие-либо другие виды паразитов, вероятнее всего, уже никогда не появятся в экосистеме.

Таким образом, становление популяции кокани Толмачевского водохранилища продолжается, по своему питанию и паразитофауне интродуценты существенно дивергировали от донорской популяции оз. Кроноцкого. Паразитофауна толмачевской кокани представлена всего двумя видами и является одной из наиболее бедных среди изученных жилых популяций тихоокеанских лососей на Камчатке.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бусарова О.Ю., Буторина Т.Е., Маркевич Г.Н., Анисимова Л.А. 2016а. Паразитофауна кокани *Oncorhynchus nerka* озера Кроноцкого (Камчатка) // Паразитология. Т. 50. № 3. С. 211–223.

Бусарова О.Ю., Кнудсен Р., Маркевич Г.Н. 2016б. Паразитофауна гольцов (*Salvelinus*) озера Кроноцкого, Камчатка // Паразитология. Т. 50. № 6. С. 409–425.

Буторина Т.Е., Шедько М.Б., Горювая О.Ю. 2008. Особенности экологии гольцов рода *Salvelinus* (Salmonidae) бассейна озера Кроноцкого (Камчатка) по паразитологическим данным // Вопросы ихтиологии. Т. 48. № 5. С. 652–667.

Быховская-Павловская И.Е. 1985. Паразиты рыб. Руководство по изучению. Л.: Наука. 121 с.

Делямуре С.Л., Скрябин А.С., Сердюков А.М. 1985. Основы цестодологии. Т. XI. Дифиллоботрииды — ленточные гельминты человека, млекопитающих и птиц. М.: Наука. 199 с.

Коновалов С.М. 1971. Дифференциация локальных стад нерки *Oncorhynchus nerka* (Walbaum). Л.: Наука. 229 с.

Куренков С.И. 1977. Две репродуктивно изолированные группы жилой нерки *Oncorhynchus nerka kenerlyi* (Suckley) Кроноцкого озера // Вопросы ихтиологии. Т. 17. № 4. С. 597–606.

Куренков С.И. 1979. Популяционная структура кокани Кроноцкого озера : Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М. 25 с.

Куренков С.И. 1999. Результаты интродукции кокани в озеро Камчатки / Тез. обл. научно-практич. конф. «Проблемы охраны и рационального использования биоресурсов Камчатки». Петропавловск-Камчатский. С. 30–39.

Лепская Е.В., Коваль М.В., Базаркина Л.А., Бонк Т.В., Бочкова Е.В., Бугаев В.Ф., Виноградова Д.С., Лосенкова К.В., Гаврюшева Т.В., Свириденко В.Д., Сергеенко Н.В., Устименко Е.А., Городовская С.Б. 2014. Становление и современное состояние экосистемы Толмачевского водохранилища (п-ов Камчатка) и акклиматизированной в нем популяции кокани (*Oncorhynchus nerka kenerlyi*) // Известия ТИНРО. Т. 178. С. 95–150.

Маркевич Г.Н. 2009. Результаты интродукции жилой формы нерки *Oncorhynchus nerka* в Толмачевское озеро (Камчатка) // Вопросы ихтиологии. Т. 49. № 1. С. 85–92.

Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. 1984. Т. 1. Паразитические простейшие. Л.: Наука. 428 с.

Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. 1987. Т. 3. Паразитические многоклеточные (Вторая часть). Л.: Наука. 583 с.

Погодаев Е.Г., Куренков С.И., Базаркина Л.А., Шубкин С.В., Воронин Н.Ю. 2010. Популяция интродуцированной кокани в условиях преобразования озера Толмачева в водохранилище // Вопросы рыболовства. Т. 11. № 1 (41). С. 65–78.

Прозорова Л.А., Шедько М.Б. 2003. Моллюски озера Азабачье (Камчатка) и их биоценологическое значение // Труды Камчатского филиала ТИГ ДВО РАН. Вып. 4. С. 120–151.

Пугачев О.Н. 1984. Паразиты пресноводных рыб северо-востока Азии. Л.: Зоол. ин-т АН СССР. 156 с.

Судариков В.Е. 1971. Отряд Strigeidida (La Rue, 1926) Sudarikov, 1959. Подотряд Strigeata La Rue, 1926 / Трематоде животных и человека. М.: Наука. Т. 24. С. 71–272.

Шигин А.А. 1986. Трематоде фауны СССР. Род *Diplostomum*. Метацеркарии. М.: Наука. 254 с.

- Kallert D.M., Grabner D.S., Yokoyama H., El-Matbouli M., Eszterbauer E.* 2015. Transmission of Myxozoans to vertebrate hosts // Myxozoan evolution, ecology and development (Eds B. Okamura, A. Gruhl, J.L. Bartholomew). Springer Publ., Switzerland. P. 235–251.
- Liljedas S., Edal S., Folstad I., Skarstein F.* 1999. Secondary sex traits, parasites, immunity and ejaculate quality in the Arctic charr // Proceedings of the Royal Society of London. V. 266. P. 1893–1898.
- Skarstein F., Folstad I., Ronning H.P.* 2005. Spawning colouration, parasites and habitat selection in *Salvelinus alpinus*: initiating speciation by sexual selection? // Journal of Fish Biology. V. 67. P. 969–980.