

УДК 576.89 : 597.553.2(571.66)

**ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПАРАЗИТОВ-ИНДИКАТОРОВ
ДЛЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ МОЛОДИ НЕРКИ
В ОЗЕРЕ АЗАБАЧЬЕ (КАМЧАТКА)**

Т. Е. Буторина, М. Б. Шедько

Предлагается использовать данные о зараженности молоди нерки нематодой *Cystidicola farionis* Fischer, 1798 для дифференциации аборигенной и заходящей в оз. Азабачье группировок и изучения их биологии.

Оз. Азабачье — один из крупных нерестово-выростных водоемов нерки *Oncorhynchus nerka* (Walbaum) на Камчатке. Наряду с генеративно-озерной здесь нагуливается молодь, заходящая из притоков нижнего и частично среднего течения р. Камчатка. Последняя составляет значительную часть всей молоди в озере (Бугаев, 1981, 1986). Без ее четкой дифференциации невозможно изучать биологию местной молоди. Разработке методов дифференциации молоди нерки в бассейне р. Камчатка в последнее время уделяется серьезное внимание (Бугаев, 1981, 1983; Бугаев, Базаркин, 1987; Ковалев, 1988). В настоящей работе мы предлагаем использовать для этого паразитологические данные.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материалом послужили сборы молоди нерки при заходе в оз. Азабачье во время нагула и ската из озера в 1986—1987 гг. Скатывающаяся молодь была отловлена мальковым тралом в начале и в пик ската, заходящая — закидным мальковым неводом в начале, середине и конце хода в р. Азабачьей, соединяющей озеро с р. Камчаткой. В озере в период нагула молоди использовали оба орудия лова. Исследование проводили методом неполного паразитологического вскрытия. Предварительно у всех рыб определяли длину тела по Смитту (Правдин, 1966), массу, пол, брали чешую (методику см. Ковалев, 1988) и изучали содержимое желудков. Всего обследовано 589 экз.

Вопрос об определении пресноводного возраста молоди нерки в бассейне р. Камчатка и его связи с размерами рыб вызывает разночтения из-за характерного образования дополнительных зон сближенных склеритов (Коновалов и др., 1971; Бугаев, 1981, 1986; Ковалев, 1988). Поэтому мы выделили четыре размерные группы молоди: 27—39 мм, 40—57, 58—78 и 79—110 мм и рассматривали показатели зараженности каждой из них. Были использованы следующие: экстенсивность и интенсивность инвазии, а также индекс обилия, который дает представление об относительной численности паразита в популяции хозяина. При изучении возрастного состава нематод *Cystidicola farionis* из плавающего пузыря молоди нерки были отмечены следующие стадии их зрелости: ювенильные длиной от 0.5 до 5 мм, неполовозрелые длиной от 5 до 15 мм и

половозрелые нематоды длиной более 15 мм. Для дифференциации молодежи нерки методом пошагового дискриминантного анализа использовали пакет статистических программ ВМДР (Афифи, Эйзен, 1982), предназначенный для медико-биологических исследований. Расчет производили на ЭВМ ЕС-1060.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Сравнение паразитофауны местной и заходящей в оз. Азабачье молодежи нерки выявило определенные различия между ними (см. таблицу). Например, цестоды *Diphyllobothrium* sp. и *Eubothrium salvelini* обнаружены у озерной молодежи, нематоды *Cystidicoloides ephemeridarum* — у заходящей. Однако для большинства видов паразитов эти различия оказались недостоверными или различия между группировками молодежи существуют лишь по одному из показателей зараженности. Достоверные различия между аборигенной и заходящей молодежью по всем показателям зараженности установлены только для нематод из плавательного пузыря рыб *Cystidicola farionis* (см. таблицу). Промежуточными хозяевами нематод служат рачки *Pontoporeia affinis* (Бауер, Никольская, 1952), в оз. Азабачье мы нашли у понтопореи личинок этих нематод (1.4 %). Наши попытки заразить циклопов оказались безуспешными, что не подтверждает предположения Трофименко (1962) об их роли как возможных промежуточных хозяев *C. farionis* на Камчатке. Понтопорея встречается в оз. Азабачье на глубинах от 4 до 22 м от нижней границы литорали до верхней границы профундали, причем сеголетки обнаружены и на меньшей глубине, но наиболее многочисленны на 4—11 м, а половозрелые — в сублиторали-профундали (Леванидова, Леванидов, 1972). Основными окончательными хозяевами нематод в озере служат жилые лососевые (разные виды голецов, микижа), а также малоротая корюшка. У местной молодежи нерки половозрелые

Зараженность молодежи нерки оз. Азабачье паразитами

Вид паразита	Аборигенная молодежь (139 экз.)			Заходящая молодежь (230 экз.)		
	экстенсивность доверительный интервал, %	интенсивность лимиты	индекс обилия	экстенсивность доверительный интервал, %	интенсивность лимиты	индекс обилия
<i>Trichodina nigra</i>	2.16 0.4—5.3			0 0—1.3		
<i>Capriniana piscium</i>	22.3 15.7—29.6			3.9 1.8—6.8		
<i>Eubothrium salvelini</i>	2.88 0.7—6.4	0.01 1—3	0.04	0 0—1.3	0	0
<i>Cyathocephalus truncatus</i>	2.88 0.7—6.4	0.04 1—2	0.04	0.87 0.1—2.5	1.5 1—2	0.013
<i>Diphyllobothrium</i> sp.	7.91 4.0—13.1	0.11 1—3	0.10	0 0—1.3	0	0
<i>Crepidostomum farionis</i>	19.42 13.2—26.5	1.19 1—24	1.13	9.13 5.8—13.2	2.14 1—11	0.20
Diplostomatidae	4.32 1.5—8.4	0.05 1	0.04	10.4 6.8—14.8	2.38 1—9	0.25
<i>Cystidicoloides ephemeridarum</i>	0 0—2.1	0	0	1.74 0.4—3.9	1.0 1—2	0.017
<i>Cystidicola farionis</i>	94.96 90.7—98.0	62.74 1—323	59.58	21.3 16.2—26.9	24.86 1—186	5.3
<i>Philonema oncorhynchi</i>	0.72 0—2.9	1.0 1	0.007	0 0—1.3	0	0
<i>Ergasilus auritus</i>	52.52 44.1—60.8	1.83 1—12	1.73	17.4 12.8—22.5	2.5 1—10	0.44

C. farionis найдены нами в незначительном количестве, у заходящей молоди — ни разу.

Роль понтотореи в питании аборигенной молоди, очевидно, достаточно велика, если судить по ее зараженности *C. farionis*. С увеличением размеров рыб она возрастает, увеличиваются экстенсивность инвазии молоди этой группировки и относительная численность нематод (рис. 1, 2). В то же время молодь второй группировки при заходе в озеро, по нашим наблюдениям, свободна от паразита, сеголетки длиной 40—57 мм слабо инвазированы нематодой и только молодь старшей возрастной группы длиной 79—110 мм, выловленная перед скатом, оказалась значительно зараженной *C. farionis* (рис. 1, 2). Однако индекс обилия нематод у заходящей молоди был заметно ниже, чем у местной. Следовательно, заходящая молодь приобретает *C. farionis* в период нагула в озере. Особенно активно заражение может происходить осенью (возможно, и зимой), когда, по нашим данным, молодь этой группировки мигрирует из прибрежной зоны озера в пелагическую. В это же время молодь понтотореи уходит с верхней литорали на нижнюю и в сублитораль озера, а личинки нематод в рачках, по-видимому, становятся инвазионными для рыб (Awachie, 1973).

Анализ разных размерных групп аборигенной и заходящей молоди показывает, что сеголетки длиной 40—57 мм потребляют понтоторею в наибольшем количестве. Об этом свидетельствуют максимальные показатели зараженности молоди этой размерной группы *C. farionis* (экстенсивность инвазии у аборигенной молоди и интенсивность — у заходящей) (рис. 1, 2). Изучение возрастного состава нематод подтверждает наш вывод, так как именно у сеголеток длиной 40—57 мм доля ювенильных паразитов (размером до 5 мм) оказалась максимальной (рис. 3). У рыб старших размерных групп доминируют более крупные неполовозрелые нематоды, что особенно заметно у местной молоди. В море нерка полностью освобождается от этих паразитов плавательного пузыря, приходящие на нерест производители не заражены.

Паразитологические данные (находки *Diphyllobothrium* sp., *Eubothrium salvelini*, *Philonema oncorhynchi*) и исследование содержимого желудков по-

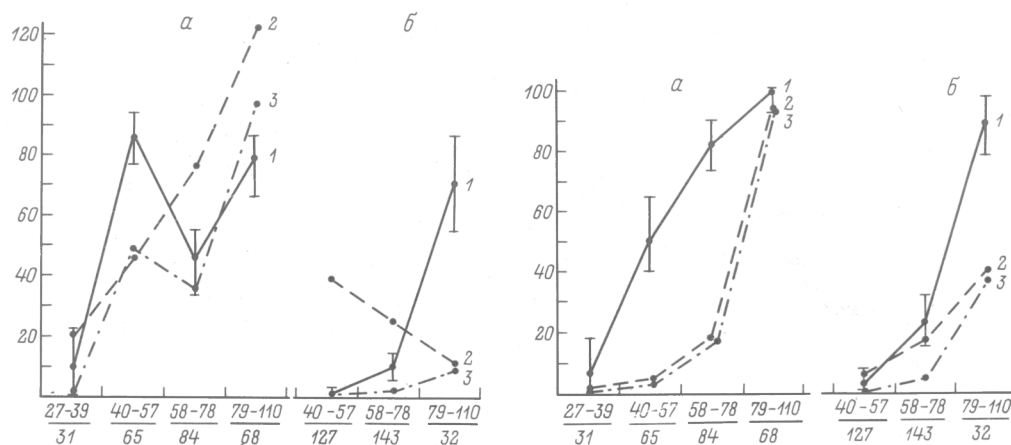


Рис. 1 Зараженность молоди нерки разных размерных групп ювенильными *Cystidicola farionis*.

а — местная молодь; б — заходящая молодь; 1 — экстенсивность инвазии; 2 — интенсивность инвазии; 3 — индекс обилия паразита. По оси абсцисс: в числителе — длина рыб АС, в мм, в знаменателе — количество исследованных рыб; по оси ординат — экстенсивность инвазии, в %, интенсивность заражения, индекс обилия.

Рис. 2. Зараженность молоди нерки разных размерных групп неполовозрелыми *Cystidicola farionis*.

Обозначения такие же, как на рис. 1.

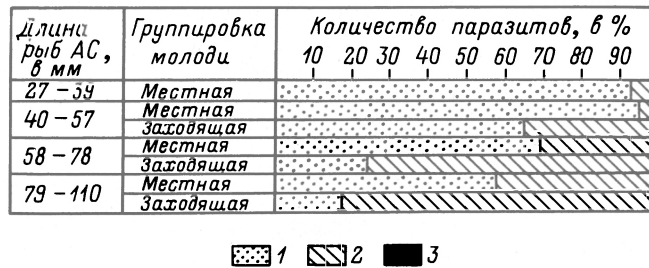


Рис. 3. Возрастной состав *Cystidicola farionis* у молоди нерки разных размерных групп. 1 — ювенильные нематоды; 2 — неполовозрелые; 3 — половозрелые. По оси абсцисс — разные размерные группы местной и заходящей молоди; по оси ординат — количество нематод, в %.

казывают, что в июле—августе планктон играет заметную роль в питании местной молоди, но мало или почти не используется заходящей молодью. Аналогичные результаты получены при изучении кормовой базы и характера питания молоди нерки оз. Азабачье (Максимов, 1988). Местная молодь, по-видимому, имеет большую вероятность приобрести паразитических рачков и инфузорий, заражение которыми происходит обычно в хорошо прогреваемом поверхностном слое воды, в то время как заходящие рыбы чаще держатся в прибрежной зоне или у дна, где контактируют с прудовиками, заражаясь диплостоматидами — их относительная численность у молоди этой группировки оказалась в 6 раз выше, чем у местной (см. таблицу).

Личинки насекомых — промежуточные хозяева *Crepidostomum farionis*, *Cystidicoloides ephemeridarum* — имеют большое значение в питании заходящей молоди, что особенно хорошо заметно при анализе разных размерных групп рыб. Оказалось, что заходящая молодь всех размерных групп использует в пищу личинок насекомых, а местная молодь — преимущественно рыб старших размерных групп. В целом паразитофауна заходящей молоди беднее, чем аборигенной, что отражает более ограниченный пищевой рацион этих рыб. Подтверждением наших выводов служат наблюдения Коновалова с сотрудниками (1970), который отмечал присутствие в прибрежной зоне оз. Азабачье в августе молоди нерки с чешуей типа «d» и сильно обедненной паразитофауной. Зараженность этих рыб *Cystidicola farionis* составила не более 6%. На скате молодь этого типа, по данным того же автора, оказалась инвазированной паразитом уже значительно сильнее, что хорошо согласуется с нашим заключением о зараженности заходящей молоди в озере *Crepidostomum farionis*.

Распределение нематод *C. farionis* в популяции молоди нерки оказалось перерасеянным, что связано со случайным характером заражения молоди паразитом при поедании также неравномерно (перерасеянно) распределенных в озере зараженных бокоплавов. В двух случаях распределение нематод у заходящей молоди длиной 58—78 мм (ювенильных и неполовозрелых, распределение которых анализировали отдельно) хорошо соответствовало отрицательному биномиальному ($\chi^2=0.08646$ при одной степени свободы и $\chi^2=2.7947$ при трех степенях свободы).

Для дифференциации двух группировок нерки в оз. Азабачье мы использовали такие признаки, как количество нематод *Cystidicola farionis* в плавательном пузыре рыб, число рачков рода *Ergasilus*, найденных на жабрах молоди, и тип питания (бентосом, планктоном или смешанное). С помощью пошагового дискриминантного анализа (Афифи, Эйзен, 1982) была получена функция классификации для молоди нерки названных группировок вида

$$Z = a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n + y,$$

где a_1, a_2, a_n — соответствующие коэффициенты, x_1, x_2, x_n — значения первого, второго, n -ого признаков, y — константа.

Если при решении дискриминантная функция принимает отрицательное значение, то можно говорить о принадлежности данной рыбы к группе заходящей молоди, при положительном значении z данная особь относится к группе аборигенной молоди. На основании полученной классификационной функции были рассчитаны ошибки, допущенные нами при визуальной дифференциации молоди по паразитологическим признакам и типу питания.

При расчете использовали два варианта. В первом случае в качестве признаков были взяты количество ювенильных, неполовозрелых и половозрелых нематод *C. farionis* в плавательном пузыре, число *Ergasilus* и тип питания молоди. При этом оказалось, что наиболее значимые признаки — число ювенильных и неполовозрелых нематод и тип питания. Формула классификации с учетом только этих признаков имела вид

$$Z_1 = 0.015x_1 + 0.020x_2 + 0.646x_3 - 1.451.$$

В результате удалось правильно классифицировать 71.9 % всей молоди, в том числе 88.3 % заходящей и 61.3 % местной молоди.

Во втором случае, кроме названных признаков, учитывали две характеристики строения чешуи: среднее расстояние от первого до шестого склерита и среднее расстояние между склеритами.¹ Наиболее информативными признаками оказались характеристики чешуи и количество ювенильных и неполовозрелых нематод. В этом случае надежность метода заметно повысилась: удалось правильно расклассифицировать 95.9 % всей молоди, в том числе 98.3 % местной и 92.2 % заходящей молоди. Формула классификации имела вид (с учетом четырех информативных признаков)

$$Z_2 = 0.017x_1 + 0.051x_2 - 2.876x_3 - 2.568x_4 + 25.703,$$

где x_1, x_2 — число ювенильных и неполовозрелых нематод *Cystidicola farionis*, x_3, x_4 — среднее расстояние от 1-го до 6-го склерита и среднее расстояние между склеритами. Таким образом, выявлены количественные критерии для дифференциации двух группировок молоди нерки в оз. Азабачье, основанные на показателях зараженности рыб паразитами и особенностей строения чешуи.

Полученные нами данные дают важную информацию не только о характере питания молоди и паразитах-индикаторах для разграничения группировок молоди нерки. Находки ювенильных паразитов *C. farionis* длиной до 5 мм указывают на недавнее, свежее заражение, обнаружение у молоди более крупных гельминтов длиной в несколько миллиметров свидетельствует о том, что с момента заражения прошло определенное время (до нескольких месяцев). Далее мы установили, что максимальное количество ювенильных нематод встречается у сеголеток размером 40—57 мм. Учитывая сказанное, а также литературные данные о продолжительности развития *C. farionis* в промежуточных и окончательных хозяевах (Awachie, 1973; Smith, Lankester, 1979; Black, Lankester, 1980), мы можем приблизительно рассчитать, когда произошло заражение рыбы и примерную продолжительность ее пребывания в озере в зависимости от находок у нее *C. farionis* на той или иной стадии развития. Нематоды этого вида развиваются в промежуточных хозяевах около 7 недель (Smith, Lankester, 1979), в рыбах (*Salmo gairdneri*), по данным Блэка и Ланкестера (1980), при температуре 4—10° — 112—235 дней. Личинки становятся в бокоплавах инвазионными к осени (Awachie, 1973), когда и происходит заражение рыб. Если

¹ Эти признаки выделены М. Ю. Ковалевым (1988).

мы обнаружили у молоди в июне неполовозрелых *C. farionis* длиной около 8—12 мм (основная масса нематод из группы неполовозрелых имела такие размеры), то заражение этой рыбы могло произойти в конце лета—осенью или, возможно, зимой, т. е. рыба провела в озере около года (если она относится к заходящей молоди) и имеет возраст не менее чем 1+. Следовательно, мы можем примерно оценить продолжительность нагула в озере заходящей молоди и приблизительный возраст интересующего нас экземпляра молоди нерки.

Таким образом, в результате паразитологического анализа и изучения содержимого желудков местной и заходящей в оз. Азабачье молоди нерки установлены различия в характере питания этих группировок. Заходящая молодь держится преимущественно в прибрежной зоне, в ее пищевом рационе важную роль играют личинки насекомых. Местная молодь находится в основном в пелагиали озера и питается планктоном и бокоплавами *Pontoporeia affinis*. В осенне-зимний период, когда заходящая молодь мигрирует в пелагиаль, различия между ними сглаживаются. Выяснено, что заражение заходящей молоди *Cystidicola farionis* происходит в период нагула и зимой в озере, причем заражаются преимущественно сеголетки длиной от 35 до 57 мм, а рыбы старших размерно-возрастных групп содержат в основном подрастающих неполовозрелых нематод. Найдены количественные признаки (число ювенильных и неполовозрелых *C. farionis* в плавательном пузыре и тип питания молоди), с помощью которых можно с большой долей вероятности (71.9 %) дифференцировать местную и заходящую в оз. Азабачье молодь нерки. Сочетание этих признаков с характеристиками строения чешуи позволяет классифицировать почти всю молодь (95.9 %). Методом дискриминантного анализа получены функции классификации, которые позволяют технически просто и с большой достоверностью (от 71.9 до 95.9 %) классифицировать молодь на две названные группировки по паразитологическим признакам, характеристикам чешуи и типу питания молоди.

Л и т е р а т у р а

- А ф и ф и А. А., Э й з е и С. П. Статистический анализ. Подход с использованием ЭВМ. М.: Мир, 1982. 483 с.
- Б а у е р О. Н., Н и к о л ь с к а я Н. П. Новые данные о промежуточных хозяевах паразитов сига // ДАН СССР. 1952. Т. 84, № 5. С. 1109—1112.
- Б у г а е в В. Ф. О молоди генеративно-реофильной формы нерки *Oncorhynchus nerka* (Walbaum), мигрирующей в озеро Азабачье из притоков реки Камчатки // Вопр. ихтиол. 1981. Т. 21, вып. 5. С. 800—808.
- Б у г а е в В. Ф. Некоторые вопросы формирования чешуи нерки *Oncorhynchus nerka* (Walbaum) озера Азабачьего (Камчатка) в пресноводный период жизни // Вопр. ихтиологии. 1983. Т. 23, вып. 3. С. 412—418.
- Б у г а е в В. Ф. О дополнительных зонах на чешуе и особенностях линейного роста молоди нерки *Oncorhynchus nerka* (Walbaum) в бассейне реки Камчатка // Вопр. ихтиол. 1986. Т. 26, вып. 1. С. 87—93.
- Б у г а е в В. Ф., Б а з а р к и н В. Н. О строении чешуи и росте молоди нерки *Oncorhynchus nerka* (Walbaum) озера Азабачье (Камчатка) // Вопр. ихтиол. 1987. Т. 27, вып. 1. С. 59—72.
- К о в а л е в М. Ю. Метод дифференциации молоди нерки, нагуливающейся в озере Азабачьем (Камчатка) // Современное состояние исследования лососевых рыб. Тез. докл. 3-го всец. совещ. по лососевид. рыбам. Тольятти, 1988. С. 156—157.
- К о н о в а л о в С. М., И л ь и н В. Е., Щ е р б и н и н Г. Я. Особенности строения чешуи молоди красной *Oncorhynchus nerka* (Walbaum) локального стада озера Азабачьего // Вопр. ихтиол. 1971. Т. 11, вып. 1. С. 547—556.
- К о н о в а л о в С. М., Ш е в л я к о в А. Г., К р а с и н В. К. Паразитофауна различных групп молоди красной *Oncorhynchus nerka* (Walbaum) локального стада озера Азабачьего // Паразитология. 1970. Т. 4, вып. 6. С. 547—556.
- Л е в а н и д о в а И. М., Л е в а н и д о в В. Я. Бентос озера Азабачьего // Изв. ТИНРО. 1972. Т. 82. С. 51—92.
- П р а в д и н И. Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищепром., 1966. 375 с.
- Т р о ф и м е н к о В. Я. Материалы по гельминтофауне пресноводных и проходных рыб Камчатки // Тр. ГЕЛАН. 1962. Т. 12. С. 232—262.

- A w a c h i e J. B. E. Ecological observations on *Metabronema truttae* Baylis, 1935, and *Cystidicola farionis* Fisher V. Waldheim, 1798 (Nematoda, Spiruroidea) in their intermediate and definitive hosts, in Afon Terrig // Acta parasitol. polon. 1973. Vol. 21, N 31—47. P. 661—667.
- B l a c k G. A., L a n k e s t e r M. W. Migration and development of swimbladder nematodes *Cystidicola* spp. (Habronematoidea) in their definitive hosts // Can. J. Zool. 1980. Vol. 58, N 11. P. 1997—2005.
- S m i t h J. D., L a n k e s e r M. W. Development of swimbladder nematodes (*Cystidicola* spp.) in their intermediate hosts // Can. J. Zool. 1979. Vol. 57, N 9. P. 1736—1744.

Институт биологии моря ДВО АН СССР,
г. Владивосток

Поступила 25.03.1988

ON THE USE OF PARASITES-INDICATORS FOR DIFFERENTIATION OF SOCKEY SALMON
FRY IN THE LAKE AZABACHJE (KAMCHATKA)

T. E. Butorina, M. B. Shedko

S U M M A R Y

Parasitological analysis of sockey salmon fry from the lake Azabachje has shown reliable differences in the infection between aboriginal and migratory in the lake fry with the nematode *Cystidicola farionis* from the swim bladder, that is connected with differences in the nature of their feeding and ecology. It was found out that the infection of migratory fry occurs only in the lake during feeding and wintering periods, one-summer-old fry 35 to 57 mm in length being primarily infected. Quantitative criteria (the abundance of immature nematodes of *C. farionis*, the type of feeding) were ascertained, which in combination with scale characters differentiate 95.9 per cent of fry into aboriginal and migratory.
