



частотой одного из них. Результаты исследований показывают, что частоты фенов окраски микростробилов в каждом районе относительно стабильны и специфичны. Так, в Северо-Вятскоуваляском районе количество деревьев с красными микростробилами составляет 25–29 %, а в Центрально-Вятскоуваляском районе – 49–51 % (табл. 1).

Таким образом, частота встречаемости деревьев с красными микростробилами в Центрально-Вятскоуваляском районе почти в два раза больше, чем в Северо-Вятскоуваляском. Достоверность различий частот фенов окраски микростробилов сосны обыкновенной в этих физико-географических районах можно оценить с помощью критерия χ^2 . Для этого необходимо, прежде всего, провести оценку однородности частот фенов в каждом физико-географическом районе по χ^2 [6], используя данные табл. 1. Проведенный анализ показал, что выборки в пределах районов однородны (табл. 2).

Таблица 2
Результаты оценки однородности распределений частот фенов окраски микростробилов в пространственно смежных физико-географических районах Кировской области

Физико-географический район	Кол-во выборок (шт.)	Число степеней свободы $v = (r-1)(l-1)$	$\chi^2_{\text{факт}}$	$\chi^2_{0,05}$	$\chi^2_{0,01}$	$\chi^2_{0,001}$
Северо-Вятскоуваляский	3	2	0,41	5,99	9,21	13,8
Центрально-Вятскоуваляский	3	2	0,16	5,99	9,21	13,8

Это является основанием для сравнения достоверности различий частот выборок между физико-географическими районами. С этой целью использованы классовые частоты фенов каждого района (см. графы «Всего» табл. 1). Расчеты показали, что выборки сосны обыкновенной из северной и центральной частей Вятского Увала статистически значимо различаются между собой ($\chi^2_{\text{факт}} = 38,37$, $\chi^2_{0,001} = 10,83$).

Ранее нами установлено, что изучаемые фены являются признаками-маркерами популяционного уровня структурной биохорологической организации вида [5].

Заключение.

Поселения сосны обыкновенной в северной и центральной частях Вятского Увала статистически значимо различаются между собой по частоте фенов окраски микростробилов. Считая изученные фены признаками-маркерами популяционного уровня структурной биохорологической организации вида, можно предположить, что каждое из этих поселений является отдельной локальной популяцией, сформировавшейся в специфических ландшафтно-географических условиях сравниваемых районов.

Литература

1. Видякин А. И. Фены лесных древесных растений: выделение, масштабирование и использование в популяционных исследованиях (на примере *Pinus sylvestris* L.) // Экология. 2001. № 3. С. 197–202.
2. Видякин А. И. Фенетика, популяционная структура и сохранение генетического фонда сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) // Хвойные бореальной зоны. 2007. XXIV. № 2–3. С. 159–166.
3. Санников С. Н., Петрова И. В. Дифференциация популяций сосны обыкновенной. Екатеринбург : УрО РАН, 2003. 248 с.
4. Видякин А. И. Миграция в голоцене и популяционная структура *Pinus sylvestris* L. на востоке европейской части России // Жизнь популяций в гетерогенной среде. Ч. 2. Йошкар-Ола : Периодика Марий Эл, 1998. С. 4–12.
5. Видякин А. И. Методические основы выделения фенов лесных древесных растений (на примере сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* L.). Сыктывкар : Коми научный центр УрО РАН, 2010. 28 с.
6. Глотов Н. В., Животовский Л. А., Хованов Н. В., Хромов-Борисов Н. Н. Биометрия. Л. : Изд-во ЛГУ, 1982. 263 с.
7. Лакин Г. Ф. Биометрия. М. : Наука, 1990. 352 с.
8. Яблоков А. В., Ларина Н. И. Введение в фенетику популяций. Новый подход к изучению природных популяций. М. : Высшая школа, 1985. 159 с.



ВЛИЯНИЕ ЗАРАЖЕННОСТИ МЕТАЦЕРКАРИЯМИ ТРЕМАТОДЫ *ICHTHYOCOTYLURUS ERRATICUS* (RUDOLPHY, 1809) НА БИОРЕСУРСЫ СИГОВЫХ РЫБ

А. Л. ГАВРИЛОВ, научный сотрудник,

Н. В. БУРДАКОВА, Институт экологии растений и животных УрО РАН

Ключевые слова: сиговые рыбы, личинки трематоды, уровень инвазии, биологические ресурсы и влияние паразита.
Keywords: coregonid fish, metacercariae trematode, level of invasion, biological resources and parasite's influence.

Биоресурсы сиговых рыб, доминирующих в северных водоемах, неуклонно сокращаются при интенсивном освоении территорий и развитии нефтегазового промышленного комплекса, что диктует необходимость искусственного разведения рыб в аквакультуре.

Массовые паразитарные инвазии часто вызывают заболевания, приводящие к изменению обмена веществ и значительному снижению продукции и общей биомассы рыб. Эпизоотии приводят к гибели рыб на обширных акваториях.

Успешное разведение и создание маточных стад сиговых рыб невозможно без изучения и мониторинга их эпизоотического состояния в их естественных местообитаниях – водоемах Субарктики. В низовье Оби сиговые рыбы многочисленны и являются ценными объектами

промысла. Уловы обской речной пеляди достигают 6 тыс. тонн и более. В меньших объемах добываются чир (в среднем около 600 тонн) и сиг-пыжьян (более 400 тонн в среднем) [1]. Нагул сиговых рыб протекает в низовьях Оби и Обской губе, нерестилища большинства видов (за исключением муксуна, нельмы и отчасти ряпушки) располагаются в горных уральских притоках, к которым относится р. Сыня. Осенью в верховье реки мигрирует на нерест 5 видов сиговых рыб, среди них обычно преобладают пелядь и пыжьян [2].

У сигов в р. Сыне, по литературным сведениям, известен 21 вид паразитов, наиболее часто встречаются метацеркарии трематоды *I. erraticus* [2, 3, 4]. В уральских притоках Нижней Оби массовая гибель сиговых рыб от паразитарных инвазий отмечалась дважды: в 1940 г. от

шишечной болезни, вызванной миксоспоридиями *Thelohanellois pyriformis* [5] и в 1973–1974 гг. от некроза жаберных лепестков, вызванного моногенемиями *Tetraonchus alaskensis* [6].

Цель и методика исследований.

На основе ежегодного мониторинга производителей сиговых рыб в нерестовой р. Сыне мы сделали попытку дать оценку их зараженности метацеркариями трематоды *Ichthyocotylurus erraticus* и охарактеризовать ее влияние на биологические показатели рыб. Методом неполного паразитологического анализа в течение 11 лет (1992, 1994, 1996, 1998–2000, 2003–2007 гг.) исследовано 619 экз. 5 видов сиговых рыб. Метацеркарии трематод окрашивали красителем кармином по общепринятым в ихтиопаразитологии методикам [7]. Для оценки влияния



зараженности личинками трематоды на упитанность и биологические показатели рыб применяли экстенсивность инвазии (ЭИ – частота встречаемости паразита), среднюю интенсивность инвазии (СИИ – отношение общего количества особей паразита у исследованных рыб к количеству зараженных в пробе), индекс обилия (ИО – отношение общего количества особей паразита к общему количеству рыб в пробе); удельный сердечный индекс обилия (УИО – количество цист или особей паразита в 1 мг сердечной мышцы рыбы).

Результаты исследований.

За период наблюдений установлено, что экстенсивность инвазии пеляди, чира, сига-пыжьяна, ряпушки составляла 100 % в разные по экологическим условиям годы. У тугуна зараженность трематодой ниже, поскольку этот вид образует относительно изолированные популяции в уральских притоках Оби [2] и в пойме, где наиболее многочислен первый промежуточный хозяин (моллюск), находится непродолжительное время.

Полученные в результате многолетних исследований данные свидетельствуют, что интенсивность поражения личинками трематоды *I. erraticus* изменялась в зависимости от вида сиговых рыб, их биологического распределения и гидрологических условий года. Поскольку церкарии трематоды активно проникают в рыбу, то интенсивность инвазии личинками паразита не зависит от типа питания сиговых рыб [8]. Интенсивность инвазии личинками данной трематоды особенно велика у чира и пыжьяна, ведущих придонный образ жизни. У чира, наиболее длинноциклового вида, зараженность личинками трематоды максимальна среди исследованных сиговых рыб (табл. 1).

Межгодовая динамика зараженности половозрелых сигов в разные по условиям годы отличается (рис. 1).

Интенсивность заражения личинками паразита увеличивается с возрастом рыб. По нашим многолетним данным установлено, что омоложение нерестового стада после многоводных лет приводит к снижению зараженности [9]. У чира, в сравнении с пелядью и сигом-пыжьяном, чаще встречаются рыбы с поражённостью более 600–800 личинок трематоды на сердце. Половозрелые чiry в р. Сыне представлены рыбами в возрасте от 7 до 11 лет, среди которых преобладают обычно девяти-десятилетние особи [10]. В настоящее время в р. Сыне чир малочислен [11] и в пробах мала доля рыб старших возрастных групп, что привело к снижению его зараженности паразитом в последние годы (рис. 1).

Высокая интенсивность поражения перикарда чира личинками паразита проявляется в снижении упитанности и массы тела рыб. Упитанность (по Фультону) десятилетних чиров при уровне инвазии более 200 цист на сердце составляла 1,58, а масса тела 1140 г. Максимум поражения (более 1000 цист) приводил к снижению массы рыб до 890 г и упитанности до 1,46 (табл. 2).

На сердце сига-пыжьяна локализуется обычно от 100 до 200 цист

Таблица 1
Среднеголетние показатели зараженности производителей сиговых рыб р. Сыни метациркариями трематоды *I. erraticus*

Показатели	Чир	Пыжьян	Пелядь	Ряпушка	Тугун
Индекс обилия, экз.	293,3 ± 40,6	174,4 ± 18,6	120,8 ± 11,3	22,6 ± 2,8	7,7 ± 1,6
N, экз.	107	199	224	15	80

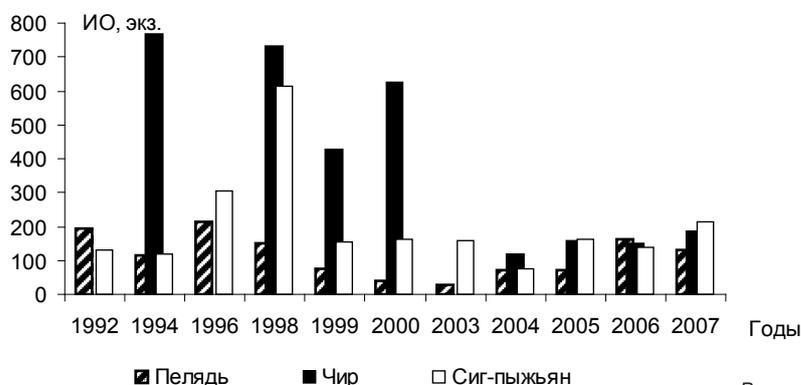


Рисунок 1
Многолетняя динамика зараженности производителей сиговых рыб р. Сыни личинками трематоды *I. erraticus*

Таблица 2
Влияние интенсивности заражения личинками трематоды *I. erraticus* на упитанность и массу тела чира из р. Сыни

Возраст, лет	Удельный индекс обилия, экз./мг сердечной мышцы				
	0–0,5	0,51–1,0	1,1–1,60	1,61–2,1	2,2–3,2
7+	1,83 1455	-	-	1,73 1040	-
8+	1,61 1380	1,67 1470	1,77 990	-	-
9+	1,58 1140	1,48 1100	1,63 1035	1,45 1070	1,46 890

Примечание: над чертой – коэффициент упитанности по Фультону, под чертой – масса тела рыб (г).

Таблица 3
Влияние интенсивности заражения личинками трематоды *I. erraticus* на упитанность и рост пеляди р. Сыни

Возраст, лет	Удельный индекс обилия, экз./мг сердечной мышцы				
	0–0,5	0,51–1,0	1,1–1,60	1,61–2,1	2,2–2,7
3+	1,36 22,8	1,29 23,7			
4+	1,41 27,8		1,55 29,8		
5+	1,43 28,9	1,56 28,0	1,67 29,5		
6+	1,48 30,3	1,40 30,5	1,32 29,2	1,24 30,0	1,85 29,0
7+	1,54 31,0	1,53 32,0	1,50 34,2		
8+	1,31 35,4	1,31 33,0	1,58 34,2		
9+	1,51 32,0		1,39 40,0		

Примечание: над чертой – коэффициент упитанности по Фультону, под чертой – промысловая длина тела рыб (см).

Таблица 4
Многолетняя динамика зараженности личинками трематоды *I. erraticus* и биологические показатели тугуна

Год	№, экз.	ИО паразита, экз.	Колебание ИО, экз.	Кф	Средняя промысловая длина рыб, см	Масса тела рыб, г	Средний возраст рыб, лет
2003	25	3,4	1–25	1,22	13,4	30,4	1,2
2004	8	6,1	1–25	1,10	14,9	36,8	2,0
2005	15	8,7	1–35	1,10	14,5	36,6	2,0
2006	32	10,9	1–102	1,10	13,9	31,5	2,0

Примечание: Кф – коэффициент упитанности по Фультону.

Таблица 5
Показатели зараженности личинками трематоды *I. erraticus* и биологические показатели сибирской ряпушки из р. Сыни

Год	№, экз.	ИО паразита, экз.	Колебание ИО	Кф	Средняя промысловая длина рыб, см	Масса тела рыб, г	Средний возраст рыб, лет
2005	15	22,6	7 - 37	1,06	21,2	106	5,3

Примечание: Кф – коэффициент упитанности по Фультону.



трематоды (почти у 70 % исследованных рыб). Максимальная интенсивность инвазии единичных особей достигала 2694 метацеркарий на всей поверхности сердца. Межгодичная зараженность рыб паразитом связана с возрастной динамикой производителей, идущих на нерест в р. Сыню. Обычно среди половозрелых рыб доминируют две возрастные группы 5+ и 6+ лет, но при повышении доли восьмидесятилетних особей (1996; 1998 гг.) интенсивность инвазии возрастает до 300–600 цист. При омоложении нерестового стада наблюдается снижение зараженности рыб. В 2004 г., когда рыбы в возрасте 3+ – 4+ лет составляли 30 % производителей [12], у пыжьяна отмечено снижение показателей зараженности (рис. 1). Увеличение инвазии с возрастом приводит к снижению упитанности сига [13].

Для пеляди также отмечено массовое поражение сердечной мышцы метацеркариями данного вида трематоды. Интенсивность поражения перикарда пеляди, обитающей в пелагиали пойменных участков реки, в среднем меньше, чем у чира и сига-пыжьяна, предпочитающих придонные биотопы (табл. 1).

У пеляди, как и у сига-пыжьяна, наблюдается увеличение инвазии с возрастом. Интенсивность поражения перикарда сердца рыб в возрасте четырех лет составляла в среднем $59,7 \pm 14,0$ цист. Обычно в р. Сыне доминируют шести- и семилетние производители пеляди, у них зараженность обычно составляла 100–200 метацеркариев. Единично встречалась пелядь с высокой инвазированностью – более 500 цист (рис. 1).

Средняя интенсивность инвазии половозрелой пеляди менялась по годам от 71 до 212 цист на сердце. Несмотря на

более высокую пораженность личинками паразита в отдельные годы, упитанность рыб изменялась незначительно (табл. 3). Анализ показал, что среди одновозрастной пеляди рыбы с высокой зараженностью отличались более высокой упитанностью (коэффициент 1,67 по Фультону), чем слабо зараженные (коэффициент 1,42). Выявлена слабая отрицательная корреляция между этими показателями ($r = -0,33$). У тугуна было исследовано поражение *I. erraticus* разных органов. Личинки трематоды преимущественно концентрируются в почках (до 240 цист, в среднем 56,8) и на сердце (до 102 цист, в среднем 7,7). В печени и жабрах рыб они встречались единично. В табл. 4 приведены показатели пораженности перикарда. Производители ряпушки заходят в р. Сыню на нерест не ежегодно, а лишь в периоды подъема численности [14].

Основные нерестилища полупроходной ряпушки в Обском бассейне расположены в р. Щучья [2]. Ряпушка в массе заражена метацеркариями трематоды. Интенсивность поражения сравнима с зараженностью тугуна, но в среднем в несколько раз выше (табл. 5).

По литературным данным [15] и результатам наших исследований, массовой гибели половозрелых рыб от иктиокопеллюроза в р. Сыне не наблюдалось. В настоящее время в естественных условиях бассейна Нижней Оби производители сиговых рыб, несмотря на сильное заражение, адаптировались к заражению. При длительном воздействии паразита система «паразит – хозяин» более устойчива, а паразит становится менее патогенным для хозяина.

Выводы.

Производители сиговых рыб, идущих на нерест в р. Сыня, в массе поражены личинками трематоды *I. erraticus*. Экстенсивность инвазии производителей чира, пеляди, сига-пыжьяна, ряпушки составляла 100 % в разные по экологическим условиям годы.

Динамика зараженности отличается в разные по условиям годы. Омоложение нерестового стада после многолетних лет приводит к снижению зараженности производителей. Интенсивность поражения рыб увеличивается с возрастом.

При интенсивности инвазии более 1000 цист на сердце чира отмечено снижение упитанности и массы тела рыб. Прямого воздействия личинок трематоды *I. erraticus* на репродуктивные показатели сиговых рыб не выявлено.

В результате многолетнего паразитарного мониторинга производителей сиговых рыб в р. Сыне установлено, что в устойчивых природных системах влияние массовой инвазии личинок трематоды *I. erraticus* на биоресурсы рыб минимально и не приводит к значительному изменению биологических показателей сигов и их гибели в период нереста.

Рекомендации.

При искусственном разведении сигов следует учитывать, что в водоемах, неблагополучных по иктиокопеллюрозу, заболеванию наименее подвержены сиги-планктофаги: тугун, ряпушка, пелядь. При прогнозировании возможных потерь массы тела сигов от эпизоотии иктиокопеллюроза необходимо учитывать возрастную динамику зараженности, которая наиболее выражена у длинноцикловых видов чира и сига-пыжьяна.

Литература

1. Крохалевский и др. Состояние запасов сиговых рыб в Обском бассейне. Биология, биотехника разведения и промышленного выращивания сиговых рыб // Мат-лы 6-го всеросс. науч.-произв. совещания. Тюмень : СибрыбНИИпроект, 2001. С. 73–78.
2. Экология рыб Обского бассейна / под науч. ред. Д. С. Павлова, А. Д. Мочка. М. : КМК, 2006. 596 с.
3. Титова С. Д. Паразиты рыб Западной Сибири. Томск : ТГУ, 1965. 172 с.
4. Размашкин Д. А., Кашковский В. В., Осипов А. С. [и др.]. Паразитофауна сигов Нижней Оби и ее уральских притоков // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. 1981. Вып. 171. С. 72–83.
5. Петрушевский Г. К. [и др.]. Фауна паразитов рыб рек Оби и Иртыша // Изв. ВНИОРХ, Л., 1948. Т. 27. С. 67–96.
6. Размашкин Д. А., Кашковский В. В. Паразитофауна и болезни пеляди // Пелядь *coregonus peled* (Gmelin, 1788): Систематика, экология, продуктивность. М. : Наука, 1989. С. 242–266.
7. Быховская-Павловская И. Е. Паразитологическое исследование рыб. Л. : Наука, 1969. 109 с.
8. Судариков В. Е. и др. Метацеркарии трематод паразиты гидробионтов России. М. : Наука, 2006. 183 с.
9. Гаврилов А. Л. Динамика зараженности сиговых р. Сыня метацеркариями трематоды *ichthyocotylurus erraticus* Rudolphi, 1809 // Паразитологические исследования в Сибири и на Дальнем Востоке : мат-лы II межрег. науч. конф., 15–20 сент. 2005 г. Новосибирск : Арт-Авеню, 2005. С. 38–40.
10. Госькова О. А., Гаврилов А. Л. Структура нерестовой части популяции обских сигов в р. Сыня. Разнообразие и управление ресурсами животного мира в условиях хозяйственного освоения Европейского Севера : тез. докл. меж. конф., Сыктывкар, 2002. С. 17.
11. Госькова О. А. Межгодовые колебания численности генераций сиговых рыб в реке Сыне (Нижняя Обь) // Биология и биотехника разведения и промышленного выращивания сиговых рыб: Мат-лы 7-го меж. науч.-произв. совещания 16–18 февр. 2010 г., Тюмень, 2010. С. 105–109.
12. Госькова О. А. О воспроизводстве сига-пыжьяна в р. Сыне (Нижняя Обь) // Рыбоводство и рыбное хоз-во. 2008. № 9. С. 40–43.
13. Петрушевский Г. К., Когтева Е. П. Влияние паразитарных заболеваний на упитанность рыб // Зоологический журнал, 1954. Т. 33. Вып. 2. С. 395–405.
14. Госькова О. А., Гаврилов А. Л., Копориков А. Р. О воспроизводстве сибирской ряпушки в Обском бассейне на южной границе ареала // IX съезд Гидробиолог. об-ва РАН. Тольятти, 18–22 сент. 2006 : тез. докл. Т. 1. С. 117.
15. Прогнозирование паразитарных и токсикологических заболеваний. Биотехнические приемы борьбы с ними в водоемах озерных хозяйств Западной Сибири : мет. указ. Тюмень : Госрыбцентр, 2001. 67 с.