

**БИОЛОГИЯ И СОСТОЯНИЕ ЗАПАСОВ СИГА-ПЫЖЬЯНА
COREGONUS LAVARETUS PIDSCHIAN (GMELIN, 1788)
(ОТРЯД — ЛОСОСЕОБРАЗНЫЕ, СЕМЕЙСТВО — СИГОВЫЕ) В РЕКЕ ПЕЧОРЕ**

А. К. Козьмин

Северный филиал ФГБНУ «Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н. М. Книповича», Россия, г. Архангельск

В статье обобщены результаты многолетних наблюдений за состоянием запасов и приведены новые данные по биологии печорского сига-пыжьяна. Дельта и опресненные участки Печорского моря являются основным районом нагула и зимовки. Период активного роста наблюдается в течение трех летних месяцев. Годовое кольцо на чешуе закладывается в начале лета. Половое созревание у сига наступает в возрасте 5–7 лет при достижении промысловой длины тела 27–29 см. Основные нерестилища удалены от мест нагула и зимовки на расстояние 400–800 км. Нерестовая миграция начинается в июле и продолжается до середины сентября. Мигранты движутся вверх по реке со скоростью в среднем 10 км в сутки. В популяции сига встречаются гибриды от скрещивания с другими видами сиговых рыб. В 1989 г. введен запрет на промышленный лов сига в р. Печоре во время нерестовой миграции, но остановить снижение запасов не удалось. В настоящее время учтенный годовой вылов сига составляет в среднем 40 т, а по факту добывается в два-три раза больше. Происходящие изменения в сырьевой базе являются результатом нерационального рыболовства. Чтобы предотвратить снижение запасов, рекомендован комплекс рыбоохранных мероприятий, включающих искусственное рыборазведение сига.

Ключевые слова: река Печора; сиг-пыжьян; биология; миграция; нерест; рыбный промысел.

Введение

Печорский сиг-пыжьян является подвигом полиморфного вида *Coregonus lavaretus* (Linnaeus, 1758), ареал которого охватывает все моря Северного Ледовитого океана, омывающие Россию [1, 2]. На Европейском Севере России важным рыбохозяйственным водоемом является р. Печора. Ее протяженность — 1809 км. Годовой сток при среднем расходе 4,1 тыс. м³/с равен 120 км³. Речная система сильно развита и насчитывает 34,5 тыс. водотоков, в бассейне находится 60 тыс. озер [3]. Здесь в промысловых количествах сохранились популяции ценных рыб, из которых наиболее многочисленным является сиг-пыжьян.

За последние тридцать лет численность промыслового стада сига заметно снизилась. Основными причинами тому явились резко ухудшившаяся экологическая обстановка в

бассейне р. Печоры и практически неконтролируемый потребительский лов рыбы местным населением. В 1995–1996 гг. наблюдалось обвальное сокращение числа производителей на нерестилищах в бассейне р. Уса, произошедшее в результате крупнейшей аварии на нефтепроводе в 1994 г. [4, 5]. В 2000–2002 гг. в рамках проекта «Устойчивое развитие Печорского региона в условиях изменения окружающей среды и общества» были проведены исследования проб воды и донных отложений по всему водосбору р. Печоры, на основе чего сделано заключение, что по истечении 8 лет наметилась некоторая стабилизация экологического состояния экосистемы. Если говорить в целом о современном состоянии водных и наземных систем печорского бассейна, то загрязнение здесь не столь велико, чтобы бить тревогу и говорить об экологической катастрофе [6]. Чтобы предотвратить неуклонное снижение численности промыслового стада сига, необходимо оценить со-

временное состояние популяции и разработать научно обоснованные рекомендации по стабилизации запасов. Это возможно сделать, лишь основываясь на знании биологии рыбы.

Планомерное изучение рыбных ресурсов печорского бассейна ведется с начала 1940-х гг., однако до сих пор мало сведений по биологии печорского сига. Исходя из этого, главной целью настоящей работы является изучение роста, полового созревания, миграций, влияния деятельности человека на состояние запасов и разработка научно обоснованных рекомендаций по регулированию промысла.

Материалы и методы исследования

Настоящая работа подготовлена на основе литературных данных и многолетних наблюдений автора за структурой популяции и ходом промысла печорского сига. Сбор биологического материала проведен в соответствии с общепринятой методикой И. Ф. Правдина [7]. Возраст изучен у 3,8 тыс. сигов, пойманных на местах нагула, на путях нерестовой миграции и на нерестилищах в верховьях р. Сула. Определение возраста и подсчет склеритов на переднем крае чешуи проведены с помощью бинокулярного микроскопа МБС-9. Темп линейного и весового роста рыбы анализировали с использованием методических указаний [8, 9]. Индивидуальная абсолютная плодовитость вычислена путем перемножения числа икринок в навеске 1 г на массу всего яичника. Индивидуальная относительная плодовитость рассчитана на 1 г массы тела. Стадии зрелости гонад оценивались по шкале, разработанной П. А. Дрягиным [10].

Статистическую обработку материалов выполняли на персональном компьютере с использованием пакетов программы Microsoft Excel по стандартным методикам [11].

Результаты и обсуждение

Рост и время наступления половой зрелости. У сиговых рыб определение возраста ведется по чешуе, так как рост чешуи тесно связан с ростом рыбы. Снижение темпа роста рыбы осенью и почти полное прекращение зимой вызывает замедление и даже остановку роста чешуи. Весной с началом роста организма возобновляется рост чешуи. Переход от стадии «покоя» к началу «активного роста» отражается на чешуе в виде годового кольца.

У печорского сига первые склериты новой зоны роста чешуи появляются в конце июня, при этом отдельные особи без прироста на чешуе могут встречаться до середины июля. Интенсивный прирост склеритов наблюдается в июле и августе. В сентябре число склеритов может варьировать от 2 до 15 шт., составляя в среднем 6–7 шт. В конце сентября рост чешуи заметно снижается, на последней зоне роста появляются склериты, не обхватывающие вокруг всю чешую. Чем раньше наступает похолодание воды, тем быстрее приостанавливается прирост склеритов.

У рыб, готовящихся к нересту, рост заканчивается к началу нерестовой миграции. В августе у производителей сига на последней зоне роста число склеритов составляет в среднем 6–7 шт., в то время как у рыб в возрасте 1+...3+ прирост текущего года представлен 3–4 склеритами (табл. 1).

Таблица 1 — Число склеритов (шт.) на последней зоне роста чешуи печорского сига в разные сезоны года

Возраст, лет	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь
0+	—	—	—	7	7	7
1+	0	2	4	5	7	7
2+	0	3	3	6	5	6
3+	0	2	4	6	8	6
4+	0	1	7	7	7	8
5+	0	2	7	6	7	7
6+	0	2	6	5	6	6
7+	0	4	6	6	6	6
8+	0	4	6	6	5	7
Исследовано рыб, экз.	125	138	160	200	87	45

Таким образом, можно считать, что у печорского сига, как и у большинства сиговых рыб [2, 12, 13], период активного роста наблюдается в течение трех месяцев — июль, август, сентябрь. Годовое кольцо на чешуе закладывается в начале лета.

Большинство авторов отмечает отсутствие полового диморфизма в линейном росте сигов. По нашим данным, половые различия в росте печорского сига чаще всего проявляют-

ся у рыб старших возрастов. Причиной тому является, очевидно, несколько меньшая продолжительность жизни самцов, чем самок. До начала массового полового созревания (возраст от 1+ до 4+) печорский сиг увеличивается за год в среднем на 3–4 см в длину и на 60 г в массе. После наступления половой зрелости (7+...9+) среднегодовой линейный прирост снижается до 2–3 см, в то время как масса тела увеличивается в среднем на 200 г (табл. 2).

Таблица 2 — Размерно-весовые показатели роста печорского сига

Возраст, лет	Длина АС, см		Масса тела, г		n
	среднее по Смитту	годовой прирост	среднее	годовой прирост	
1+	14,6	14,6	31	31	37
2+	18,0	3,4	61	30	71
3+	22,1	4,1	120	59	83
4+	26,8	4,7	214	94	62
5+	30,7	3,9	340	126	51
6+	34,4	3,7	480	140	89
7+	37,2	2,8	750	270	40
8+	40,0	2,8	950	200	35
9+	42,0	2,0	1100	150	12

Половой цикл. Развитие половых желез является одним из важнейших процессов, определяющих в основных чертах биологию рыб. Такие важные для промысла моменты биологии, как преднерестовые скопления, миграции и нерест связаны с половым циклом рыб. На втором году жизни даже невооруженным глазом можно определить их пол. Гонады имеют вид тонких тяжей, у самок они несколько утолщены в передней части и более прозрачны, чем у самцов. На 3–4-м году жизни половые продукты переходят во II, II–III стадии зрелости. Массовое половое созревание наступает в возрасте 5+...7+. Как и у многих видов рыб, самцы становятся половозрелыми примерно на год раньше, чем самки. По нашим данным, у впервые нерестующих самцов минимальная длина по Смитту (АС) была 27 см, у самок — 29 см. У сигов, готовящихся к нересту, интенсивное развитие гонад начинается в середине лета и продолжается примерно 3 месяца. За этот период масса яичников увеличивается в 5–6 раз, семенников — в 2–3 раза. В августе у производителей сига половые продукты находятся на

III, III–IV стадиях зрелости. Яичники в этот период занимают более половины полости тела. Коэффициент зрелости гонад колеблется от 4 до 11 %. За счет интенсивного трофоплазматического роста ооциты сильно увеличены и имеют светло-оранжевую окраску. Яйценесущие пластинки легко отделяются одна от другой. Семенники в начале августа имеют светло-серый цвет, масса их колеблется от 0,5 до 2,1 % общей массы тела. В сентябре заканчивается трофоплазматический рост ооцитов, и яичники переходят в IV стадию развития. На этой стадии гонады сильно увеличены и занимают почти всю брюшную полость. Диаметр икринок составляет в среднем 1,7 мм. Коэффициент зрелости колеблется от 8 до 17 %. Семенники в IV стадии зрелости молочно-белого цвета, при поперечном разрезе их выступает капля спермы, а края быстро округляются.

Переход гонад в IV–V стадию зрелости наблюдается в первых числах октября. Икринки становятся прозрачными, освобождаются от стромы и свободно лежат в полости тела. Икра и сперма вытекают при легком

нажатии на брюшную стенку. Стадия IV–V непродолжительна, при снижении температуры воды до 1 °С гонады быстро переходят в V стадию зрелости. После нереста яичники становятся дряблыми, приобретают серый оттенок, масса их составляет 1,7–2,1 % общей массы тела. Гонады самцов после вы-

боя спермы становятся фиолетово-красного цвета, масса их не превышает 0,5 % массы тела. Располагая данными о массе гонад на разных стадиях развития, мы можем показать, что для каждой стадии характерен свой средний показатель коэффициента зрелости гонад (табл. 3).

Таблица 3 — Коэффициент зрелости гонад печорского сига на разных стадиях, %

Стадия зрелости	Самка			Самец		
	среднее	колебания	<i>n</i>	среднее	колебания	<i>n</i>
III	5,0	3,0–11,0	20	1,0	0,4–1,2	61
IV	14,0	8,0–18,0	98	1,3	0,7–2,0	206
IV–V	16,0	13,0–23,0	55	1,4	1,0–2,2	143
VI–II	1,9	1,7–2,1	36	0,4	0,2–0,5	27

Пропуск нереста. Годичные наблюдения за состоянием половых продуктов у печорского сига показали, что в преднерестовый период в промысловых уловах довольно часто встречаются крупные рыбы, гонады которых далеки от нерестового состояния. Коэффициент зрелости гонад у самок не превышает 2,0 %, у самцов — 0,3 %. Эти рыбы имеют незрелые половые продукты и пропускают нерестовый сезон.

В северных водоемах случаи неежегодного нереста отмечены у многих видов сиговых рыб [10, 14]. На примере сигов Кольского полуострова Ю. С. Решетников [15] показал, что пропускать нерестовый сезон могут от 15 до 30 % от общего числа рыб в промысловом стаде. Причем в годы с затяжной весной и холодным летом количество рыб, пропускающих нерест, обычно больше, чем в годы с ранней весной и теплым летом.

Круглогодичные наблюдения за популяцией печорского сига-пыжьяна показали, что в летний период на местах нагула среди рыб размером 30 см и более примерно 10 % имеют гонады на II, II–III стадиях зрелости.

Нерестовая миграция. Относительно происхождения нерестовых миграций у сиговых рыб в литературе имеются разные мнения. Например, В. В. Подлесный [16] возникновение нерестовой миграции у сиговых рыб Енисея связывает с историческим прошлым этой реки. Галечные грунты, пригодные для икрометания и эмбрионального

развития, в прошлом находились недалеко от нагульных площадей. Затем, в связи с трансгрессией и регрессией моря, происходило перемещение устья р. Енисей, что, в свою очередь, привело к разобщению нагульных площадей и мест размножения. Подобная гипотеза, на наш взгляд, применима и для объяснения миграций сиговых рыб в бассейне р. Печоры.

Через две-три недели после паводка у сига-пыжьяна, нагуливающегося в дельте и опресненных участках Печорского моря, начинается нерестовая миграция, которая продолжается практически до ледостава. Что касается сроков массового хода производителей, то они подвержены значительным колебаниям. Ранняя весна и сравнительно высокая температура воды в преднерестовый период положительно влияют на ход созревания половых продуктов. В теплые годы массовый ход производителей к местам естественного воспроизводства начинается в конце июля. В обычные годы пик нерестового хода наблюдается в конце августа или в начале сентября [17].

На нерест первыми идут самцы и самки младших возрастных групп. Повторно созревающие особи дольше задерживаются на местах нагула. Из литературы известно, что на развитие икры и нерест самки затрачивают больше энергетических веществ, чем самцы, соответственно и созревание гонад у них идет более длительный период.

Многолетние наблюдения показали, что в первые дни миграции в стаде обычно больше самцов, в середине хода соотношение полов близко 1:1, в конце нерестового хода преобладают самки.

По данным мечения, скорость движения производителей печорского сига вверх по реке составляет в среднем 10 км/сут. Одним из многочисленных факторов, определяющих интенсивность движения рыбы вверх по реке, является скорость течения воды. Например, в р. Сула (левый нижний приток р. Печоры) автором был выловлен сиг, помеченный в дельте р. Печоры, который прошел расстояние в 250 км за 47 сут, передвигаясь в среднем по 5–6 км/сут.

Располагая сведениями о сроках нерестовой миграции, скорости движения производителей вверх по реке, с помощью несложных расчетов можно вычислить расстояние, которое могут пройти производители, и, соответственно, указать примерные места нереста сига. Если считать, что нерестовая миграция начинается в конце июля — начале августа, а икрометание проходит обычно в конце октября, то мигранты могут находиться в пути 60–80 сут. Двигаясь со скоростью в среднем 10 км/сут, производители способны преодолеть расстояние в 600–800 км. Массовый ход сига на нерест продолжается ориентировочно 50 сут, за этот срок производители могут пройти 500 км. Основные нерестилища находятся в р. Уса, а также в притоках нижнего течения р. Печоры — Сула, Шапкина, Цильма, Пижма, т. е. на участках, удаленных на 500–800 км от основного места нагула сига. Время ската отнерестившихся сигов в дельту р. Печоры зависит от удаленности нерестилищ и может варьировать от 50 до 180 сут.

Нерест. Непосредственные наблюдения за нерестом печорского сига проводились автором в течение трех лет в верховьях р. Сула. Это достаточно крупная река (353 км), которая берет начало в отрогах возвышенности Тиманский Кряж и впадает в р. Печору в 200 км от устья. Нерестилищами служат плесы, дно которых сложено каменисто-галечным грунтом. Скорость течения воды в

реке — 0,5–0,6 м/с. Икра откладывается на глубине 1,5–2,0 м.

Массовый заход производителей в р. Сула наблюдается в середине сентября. До наступления оптимальной температуры для нереста сиг держится на глубоководных участках реки. При снижении температуры воды до 1 °С производители подходят на нерестилища. Массовый нерест проходит обычно перед ледоставом. Суточный облов нерестилищ показал, что к местам икрометания производители подходят только с наступлением темноты, а с рассветом покидают нерестилища и концентрируются на глубоководных участках русла реки. Молодые самки икру выметывают за одну ночь, у крупных производителей нерест идет в несколько приемов в течение 2–3 сут. Отнерестившиеся самки нерестилища покидают, самцы же, в отличие от самок, на участках нереста находятся 10–15 дней. Созревание спермы у них осуществляется порционно, следовательно, каждый самец может принять участие в нересте несколько раз. По нашим наблюдениям, на нерестилищах сига в р. Сула во время массового икрометания на каждую самку приходилось в среднем 5–7 самцов.

Плодовитость. Индивидуальная абсолютная плодовитость печорского сига колеблется в широких пределах — от 9,7 до 46,9 тыс. икринок (табл. 4). Репродуктивная способность самок находится в прямо пропорциональной зависимости как от длины, так и от массы тела. Коэффициент корреляции между абсолютной плодовитостью и массой сига равен +0,89, и несколько меньшая зависимость ($r = +0,59$) наблюдается между длиной и плодовитостью. В положительной корреляции плодовитость находится и с возрастом рыбы. При этом необходимо отметить, что в пределах одного и того же размерного, возрастного или весового класса колебания плодовитости бывают довольно значительными. Например, среди сигов размером от 32 до 34 см абсолютная плодовитость варьирует от 8,6 до 25,6 тыс. икринок, а относительная, соответственно, — от 22 до 35 икринок на 1 г массы тела. Причиной тому может быть много факторов, но главным, скорее всего, является разная степень упитанности самок.

Таблица 4 — Зависимость индивидуальной абсолютной плодовитости сига от длины тела (AD) и возраста

Длина тела, см	Среднее значение плодовитости, тыс. икринок							Исследовано рыб, экз.
	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+	
28,1–30,0	9,7	—	—	—	—	—	—	1
30,1–32,0	—	11,8	12,4	11,3	—	—	—	16
32,1–34,0	—	17,6	15,1	—	—	—	—	30
34,1–36,0	—	—	17,3	22,9	—	—	—	30
36,1–38,0	—	—	23,9	18,7	—	—	—	7
38,1–40,0	—	—	—	25,5	32,4	—	—	6
40,1–42,0	—	—	—	18,4	32,0	—	—	4
42,1–44,0	—	—	—	—	39,9	41,0	—	5
44,1–46,0	—	—	—	—	—	—	46,9	2
Всего, экз.	1	8	37	44	8	2	1	101

Воспроизводительная способность рыб находится в тесной зависимости от условий существования и прежде всего состояния кормовой базы. При ухудшении условий нагула всегда наблюдается уменьшение плодовитости рыб [18]. За период наших наблюдений — с 1968 по 1973 г. — минимальные показатели абсолютной плодовитости у печорского сига отмечались в 1969 г., который был самым неблагоприятным по гидрометеорологическим условиям [19].

Гибридизации печорского сига с другими видами сиговых в естественных условиях. Первые отрывочные сведения о нахождении гибридов в природных популяциях печорских сиговых рыб имеются в работах Н. А. Остроумова [20, 21]. В последующем в литературе появились данные о морфологических и биологических особенностях гибридов сиговых в работах Г. П. Сидорова [14], Л. Н. Соловкиной [22], Н. К. Протопопова [23]. По внешнему виду гибриды не всегда четко отличаются от родительских форм, поэтому при беглом осмотре выборки рыб выявить их достаточно сложно. При исследовании генетических особенностей разных видов сиговых рыб хороший результат дает электрофоретический анализ белковых локусов. В период с 1995 по 2000 г. Д. С. Сендек [24] провел генетические

исследования 1500 экз. сига, омуля, чира, ряпушки, пеляди и нельмы р. Печоры и выявил межвидовые гибриды. Электрофоретический анализ белков позволил определить типовые аллельные комбинации, характеризующие отдельные виды сиговых рыб. Из 15 возможных вариантов гибридов первого поколения не было найдено ни одного с участием нельмы. Чаще всего встречались гибриды *омуль* × *сиг*, *омуль* × *пелядь*, *сиг* × *пелядь*, а комбинации *сиг* × *чир*, *ряпушка* × *омуль*, *ряпушка* × *пелядь* отмечались единично [25].

Наиболее простым и надежным показателем, по которому можно легко отличить помеси от родительских видов, является число тычинок на первой жаберной дуге. Именно этот признак чаще всего используется для оценки таксономического статуса гибридов среди сиговых рыб.

Родительские виды гибрида сига и пеляди существенно отличаются по строению жаберного аппарата. У сига-пыжьяна, являющегося типичным бентофагом, тычинки на жаберных дугах расположены редко и число их, как правило, не превышает 27 штук. У планктонофага пеляди длина тычинок почти в два раза больше, чем у сига, а число их колеблется от 52 до 67 шт. Гибрид пеляди с сигом имеет в среднем 40 тычинок, колебание — от 32 до 46 (табл. 5).

Таблица 5 — Число тычинок на первой жаберной дуге у сига, пеляди и их гибрида

Вид рыбы	$M \pm m$	δ	Колебание
Сиг-пыжьян	23,05 ± 0,25	1,6	18–27
Пелядь	59,36 ± 0,57	4,0	52–67
Гибрид	40,00 ± 0,04	3,2	32–46

Сиг и пелядь существенно отличаются друг от друга и по строению ротового аппарата. У сига рот нижний, имеется небольшая рыльчатая площадка, в то время как у пеляди рот конечный. Ротовой аппарат их гибрида представляет собой промежуточное положение между родительскими формами. Размер рта у рыб в значительной мере определяется длиной верхней и нижней челюстей. Для сравнения мы измеряли длину верхнечелюстной кости и нижней челюсти гибрида и его родительских форм.

У сига верхнечелюстная кость сравнительно короткая и длина ее составляет от 22 до 30 % длины головы (среднее $24,75 \pm 0,23$), у пеляди несколько больше — от 25 до 33 % (среднее $28,30 \pm 0,25$). У гибрида наблюдается промежуточное положение этого признака с небольшим уклоном в сторону

сига. Длина нижней челюсти у печорского сига варьирует в пределах от 32 до 39 % длины головы (среднее $34,86 \pm 0,21$), у пеляди — от 36 до 45 % (среднее $41,20 \pm 0,24$), а у их помеси — $36,36 \pm 0,51$ %. Своеобразное строение жаберного аппарата у гибрида сига с пелядью обеспечивает возможность питаться как бентосными, так и планктонными организмами.

Гибрид сига с пелядью отличается ускоренным ростом. Исследованные нами гибриды имели более высокий темп роста, чем их родительские виды (табл. 6). Половая зрелость у гибрида наступает на 5-м году жизни при достижении длины тела (*AC*) 28 см и массы 300 г. В сентябре коэффициент зрелости гонад у самок составлял в среднем 10 %, у самцов — 2 %. Максимальный возраст гибрида был 8+, масса тела — 1500 г.

Таблица 6 — Сравнительная характеристика роста сига, пеляди и их гибрида

Вид рыбы	Средняя длина по Смитту по возрастным классам, см							n
	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	
Сиг	15,6	18,6	24,0	29,3	32,5	35,3	37,9	250
Пелядь	19,7	27,8	31,0	34,3	37,0	39,0	—	100
Гибрид	25,6	27,5	29,2	31,7	37,8	39,5	46,0	32

Величина абсолютной плодовитости гибрида занимает промежуточное положение между плодовитостью родительских форм. Например, самки сига размером 33 см в яич-

никах имели в среднем 18,6 тыс. икринок, в то время как у гибрида соответствующего размера плодовитость была 31 тыс. икринок (табл. 7).

Таблица 7 — Абсолютная плодовитость сига, пеляди и их гибрида, тыс. шт.

Вид рыбы	Среднее значение плодовитости по размерным группам (длина <i>AD</i>)								n
	33	34	35	36	37	38	39	40	
Сиг	18,6	19,1	23,2	22,4	23,7	25,7	26,0	28,0	101
Пелядь	47,0	—	58,0	60,0	54,0	61,0	—	—	26
Гибрид	31,0	—	50,9	—	34,0	39,6	—	—	15

Икра у гибрида мелкая и своим внешним видом напоминает больше икру пеляди. На IV стадии зрелости гонад средний диаметр одной икринки составляет 1,3 мм, в то время как у сига почти в два раза больше. У сига в 1 г насчитывается в среднем 250 икринок, у пеляди — 1000, у гибрида — 700 икринок.

В бассейне р. Печоры в промысловых

уловах чаще всего встречаются гибриды сига с омулем. Внешним видом помеси больше напоминают омуля, поэтому у рыбаков фигурируют под названием «омулевый сиг». У гибрида форма чешуи омулевая. Число тычинок на первой жаберной дуге занимает промежуточное положение между родительскими видами и составляет в среднем 32 тычинки (табл. 8).

В наших материалах гибрид был представлен половозрелыми особями возрастом 6+ и 7+. Коэффициент зрелости гонад у самок колебался от 7 до 14 %, у самцов — от 1

до 2 %. Индивидуальная абсолютная плодовитость примерно такая же, как у сига. В 1 г икры насчитывается от 234 до 362 икринок, средний диаметр их 1,7 мм.

Таблица 8 — Число тычинок на первой жаберной дуге у сига, омуля и их гибрида

Вид рыбы	$M \pm m$	δ	Колебание
Сиг-пыжьян	23,05 ± 0,25	1,6	18–27
Омуль	42,11 ± 0,41	1,7	39–46
Гибрид	32,11 ± 0,25	1,0	30–34

Количество гибридов в природных популяциях печорских сиговых относительно невелико и, как правило, не превышает 2 %. В 1971 г. автором исследовано 2 тыс. шт. нерестовых мигрантов сига и 1 тыс. шт. производителей омуля, среди которых выявлено 1,4 % гибридов [17].

Увеличение естественной гибридизации у рыб наблюдается при существенном изменении условий природной среды или в годы максимальной численности производителей на нерестилищах, когда сроки и места икрометания сиговых (сиг, пелядь, омуль и др.) перекрываются. Вследствие нарушения так называемых внутривидовых «изолирующих механизмов» икра одного вида рыб может оплодотворяться спермой другого [26]. Повышенная доля гибридов сига с омулем и пелядью свидетельствует о высокой конкуренции за нерестовые субстраты на ограниченных участках, например, на нерестилищах в р. Уса, где расположены основные места естественного воспроизводства печорских сиговых. Проведение мониторинга за количеством гибридов позволит оценить негативные тенденции, происходящие в природных популяциях сиговых рыб р. Печоры.

Современное состояние промысловых запасов печорского сига. Как показал опыт ведения рыбного хозяйства на реках Сибири, сиговые рыбы не выдерживают большой интенсивности промысла [27–29]. Интенсивное рыболовство, отступления от допустимых норм вылова, с одной стороны, и низкий уровень естественного воспроизводства, с другой стороны, послужили основной причиной оскудения запасов печорского сига. В 1972 г. в бассейне р. Печоры

была проведена реорганизация рыбного промысла, направленная на снижение вылова сиговых рыб на местах нагула и зимовки. Промышленный лов был разрешен только на рыбоучетном сетном заграждении (перекрытии), где изымалось примерно 50 % от общей численности нерестовых мигрантов сига. Ожидаемой стабилизации запасов ценных рыб не произошло, в связи с этим в 1989 г. был запрещен концентрированный лов рыбы на участке Ольховый Куст. Вместо него проводился только контрольный лов нерестовых мигрантов, в результате чего интенсивность промысла существенно снизилась, однако уменьшение запасов промыслового стада сига продолжалось. Достаточно сказать, что за десятилетие количество нерестовых мигрантов сократилось в три раза. Дело в том, что на смену промышленному лову пришел так называемый ННН-промысел (нерегулируемый, несообщаемый, неконтролируемый), который существенно затрудняет контроль за выловом и, как следствие, получение достоверной информации по рыбодобыче. Раньше, в советское время, регулирование рыболовства осуществлялось временным периодом, местом и орудиями лова, т. е. когда, где и каким количеством сетей, неводов можно осуществлять лов. Как результат — объем выловленной рыбы был ограничен. Сейчас это регулируется квотами, что приводит к массовому браконьерству. Освоив квоту, рыбаки обязаны прекратить лов или скрывать реальный вылов. В настоящее время учтенный вылов печорского сига составляет в среднем 40 т, а по факту промысловики и рыболовы-любители добывают в 2–3 раза больше.

В 1998 г. в дельте р. Печоры создан государственный природный заповедник «Ненецкий». Основным водоем — Коровинская губа, где проходит нагул и зимовка полупроходных рыб, фактически исключен из рыбохозяйственного фонда. Снижение интенсивности лова и приведение календаря промысла в соответствие с биологией — это первый шаг для восстановления рыбных запасов. Вторым шагом является выполнение мероприятий, обеспечивающих благоприятные условия для естественного воспроизводства. Устойчивые промысловые уловы сига в количестве 200 т могут быть обеспечены только в том случае, если в нересте будут участвовать ежегодно не менее 150 тыс. производителей с фондом икры 2 млрд шт. [19]. Перечень рекомендаций по улучшению естественного воспроизводства запасов печорского сига должен быть дополнен искусственным рыборазведением. Известно, что на рыбоводных заводах наиболее высокий промысловый возврат рыбы обеспечивается путем подращивания личинок в выростных прудах до стадии малька. В суровых условиях северного края к моменту выклева личинок сига мелководные участки находятся еще подо льдом, а глубокие водоемы не отвечают требованиям для выращивания посадочного материала. Поэтому для разработки биотехники искусственного выращивания молоди сиговых, а также методики формирования и содержания их маточных стад в бассейне Нижней Печоры необходимо построить экспериментальную рыбоводную базу.

Выводы

Сиг-пыжьян, нагуливающийся в низовьях р. Печоры, является типичной полупроходной рыбой. Дельта и приморские участки являются районом нагула и зимовки, а бассейн Средней Печоры служит местом нереста и «питомником» для его молоди. Половое созревание у сига наступает в возрасте 5+...7+, при достижении длины тела 27–29 см.

Основные нерестилища удалены от мест нагула и зимовки на расстояние 400–800 км. В зависимости от гидрометеорологических условий года сроки массового хода на нерест

производителей варьируют с начала августа до начала сентября. По данным мечения, мигранты двигаются вверх по р. Печоре со скоростью в среднем 10 км/сут.

В промысловом стаде печорского сига встречаются гибриды от скрещивания с другими видами сиговых. Помесь сига с омулем известна под названием «омулевый сиг». Одной из причин проявления так называемой естественной гибридизации является совпадение сроков и мест нереста.

Происходящие изменения в сырьевой базе являются результатом нерационального рыболовства. Отступления от допустимых норм вылова, с одной стороны, и низкий уровень естественного воспроизводства, с другой стороны, послужили основной причиной оскудения запасов печорского сига. Для восстановления численности промыслового стада необходимо провести комплекс рыбоохранных мероприятий, направленных на снижение интенсивности рыболовства и обеспечение благоприятных условий для естественного воспроизводства сига. Для разработки методики искусственного разведения сиговых рыб в условиях Крайнего Севера в бассейне Нижней Печоры необходимо построить экспериментальную рыбоводную базу.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Богуцкая Н. Г., Насека А. М. Каталог бесчелюстных и рыб пресных и солоноватых вод России с номенклатурными и таксономическими комментариями. М. : КМК, 2004. 389 с.
2. Решетников Ю. С. Экология и систематика сиговых рыб. М. : Наука, 1980. 301 с.
3. Михайлов В. Н. Устья рек России и сопредельных стран: прошлое, настоящее и будущее. М. : ГЕОС, 1997. 413 с.
4. Новоселов А. П. Современное состояние рыбной части сообщества в водоемах европейского Северо-Востока России : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М., 2000. 50 с.
5. Новоселов А. П., Антонова В. П., Чуксина Н. А. Изменение относительной численности нерестовых стад печорских сиговых рыб в результате нефтяного загрязнения // Биология, биотехника разведения и промышленного выращивания рыб : материалы

- Шестого Всеросс. науч.-производ. совещ. Тюмень, 2001. С. 128–133.
6. Даувальтер В. А. Загрязнение водных экосистем Печорского региона // Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов Европейского Севера : материалы Третьей (XXVI) Междунар. конф. / Коми науч. центр УрО РАН. Сыктывкар, 2005. С. 24–38.
 7. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). 4-е изд. М. : Пищевая пром-сть, 1966. 378 с.
 8. Чугунова Н. И. Руководство по изучению возраста и роста рыб : метод. пособие по ихтиологии. М. : Изд-во АН СССР, 1959. 164 с.
 9. Мина М. В., Клевезаль Г. А. Рост животных. Анализ на уровне организма. М. : Наука, 1976. 292 с.
 10. Дрягин П. А. Половые циклы и нерест рыб // Изв. ВНИОРХ. 1949. Т. 28. С. 3–113.
 11. Ивантер Э. В., Коросов А. В. Введение в количественную биологию : учеб. пособие для вузов. Петрозаводск : Изд-во Петрозавод. гос. ун-та, 2003. 304 с.
 12. Канеп С. В. Анализ изменчивости пластических, меристических и интерьерных признаков сиговых рыб (семейство Coregonidae) // Вопр. ихтиологии. 1976. Т. 16, вып. 4 (99). С. 610–623.
 13. Скрябин А. Г. Биология байкальских сегов. М. : Наука, 1969. 111 с.
 14. Сидоров Г. П. Рыбные ресурсы Большеземельской тундры. Л. : Наука, 1974. 163 с.
 15. Решетников Ю. С. Периодичность размножения у сегов // Вопр. ихтиологии. 1967. Т. 7, вып. 6 (47). С. 1019–1031.
 16. Подлесный В. В. Нерестовая миграция енисейских проходных рыб в связи с историей Енисея // Зоологический журн. 1954. Т. 33, вып. 1. С. 120–126.
 17. Козьмин А. К. Морфо-экологическая характеристика печорского сига-пыжьяна *Coregonus lavaretus pidischian* (Gmelin) (Coregonidae) и вопросы рационального использования его запасов : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Петрозаводск, 1994. 23 с.
 18. Персов Г. М. Дифференциация пола у рыб. М. : Изд-во ЛГУ, 1975. 148 с.
 19. Козьмин А. К. Рыбные ресурсы рек и озер европейского Северо-Востока России: их сохранение и использование [Электронный ресурс]. Мурманск : ПИНРО, 2011. 1 эл. опт. диск (CD-ROM). 314 с.
 20. Остроумов Н. А. Рыбы среднего и нижнего течения Печоры // Доклады АН СССР. 1948. Т. 59, вып. 8. С. 1497–1500.
 21. Зверева О. С., Кучина Е. С., Остроумов Н. А. Рыбы и рыбный промысел среднего и нижнего течения Печоры. М. ; Л. : Изд-во АН СССР, 1953. С. 61–117.
 22. Соловкина Л. Н. Рыбные ресурсы Коми АССР. Сыктывкар : Коми кн. изд-во, 1975. 168 с.
 23. Протопопов Н. К. Морфологическая характеристика и структура популяции сига-пыжьяна реки Печоры // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. Л., 1983. Вып. 207. С. 103–127.
 24. Сендек Д. С. Филогенетический анализ сиговых рыб сем. Coregonidae методом белкового электрофореза : автореф. дис. ... канд. биол. наук. СПб., 2000. 22 с.
 25. Сендек Д. С. Генетическая идентификация гибридов сиговых рыб // Биоразнообразие Европейского Севера: теоретические основы изучения, социально-правовые аспекты использования и охраны : тез. докл. междунар. конф. / науч. ред. А. Е. Веселов [и др.]. Петрозаводск, 2001. С. 157–158.
 26. Майр Э. Популяции, виды и эволюции. М. : Мир, 1974. 460 с.
 27. Москаленко Б. К. Сиговые рыбы Сибири (биологические основы промышленной эксплуатации и воспроизводства сырьевых запасов). М. : Пищевая пром-сть, 1971. 183 с.
 28. Состояние запасов сиговых рыб в Обском бассейне / В. Р. Крохалевский, Е. К. Андриенко, А. К. Матковский и др. // Биология, биотехника разведения и промышленного выращивания рыб : материалы Шестого Всеросс. науч.-производ. совещ. Тюмень, 2001. С. 73–78.
 29. Кузнецов В. В. Состояние и перспективы развития рыболовства в низовьях р. Лена // Рыбное хозяйство. 2013. № 6. С. 72–76.

**BIOLOGY AND STOCK STATUS OF WHITEFISH-PIJAN
COREGONUS LAVARETUS PIDSHIAN (GMELIN, 1788)
(SQUAD — THE SALMONIFORMES, FAMILY — WHITEFISH)
IN THE RIVER PECHORA**

A.K. Kozmin

Knipovich Polar Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography PINRO,
Northern branch
Russia, Arkhangelsk

The article summarizes the results of the multiyear observations over the stocks status and offers new data on the biology of the Pechora whitefish-pijan. The estuary and lower salinity areas of the Pechora Sea are the major feeding and wintering areas. The period of active growth is observed during three summer months. The growth ring on the scale appears at the beginning of summer. The whitefish breeding age begins at the age of 5-7 years when the minimum allowable length of the body reaches 27-29 cm. The major spawning grounds are 4000-800 km away from the breeding and wintering sites. The spawning migration starts in July and continues until mid-September. Migrants move upstream at the speed of average 10 km per day. The whitefish populations include hybrids from crossing with other whitefish species. In 1989 a ban was imposed on industrial whitefish catch in the Pechora River during the spawning migration period but it failed to stop stock reduction. At present the recorded annual whitefish catch is average 40 tons while the actual catch is two-three times more. The current changes in the raw materials base result from unsustainable fishing. To prevent stock reduction a package of fish conservation measures have been recommended including artificial whitefish farming.

Keywords: whitefish-pijan; biology; river migration; spawning; fecundity; the Pechora river; fishing.

REFERENCES

1. Bogutskaya N.G., Naseka A.M. [Catalog of jawless fish of Russian fresh and brackish waters with nomenclature and taxonomic comments]. Moscow: KMK; 2004. (In Russ.)
2. Reshetnikov Yu.S. [Ecology and systematics of whitefish]. Moscow: Nauka; 1980. (In Russ.)
3. Mikhaylov V.N. [River mouths of Russia and adjacent countries: the past, present and future]. Moscow: GEOS; 1997. (In Russ.)
4. Novoselov A.P. [Contemporary status of fish part of the community in water bodies of European North-Eastern Russia] [master's thesis]. Moscow: VNIIPRKh; 2000. 50 p. (In Russ.)
5. Novoselov A.P., Antonova V.P., Chuksina N.A. [Changes of relative abundance of the Pechora whitefish spawning stocks due to oil pollution]. In: Reshetnikov Yu. S., editor. Proceedings of the 6th Russian Scientific-Production Meeting "Biology, biotechnics of rearing and commercial fish farming"; 2001 Dec 19-21; Tyumen', Russia. Tyumen'; 2001, p. 128-33. (In Russ.)
6. Dauval'ter V.A. [Aquatic ecosystems pollution in the Pechora region]. In: Proceedings of 3th (XXVI) International conference "Bioresources of the White Sea and inland water bodies of the European North"; 2003 Feb 11-15; Syktyvkar, Russia. Syktyvkar: Komi Scientific center UrO RAN; 2005. p. 24-38. (In Russ.)
7. Pravdin I.F. [Guidance for fish studying (predominantly fresh water species)]. 4th ed. Moscow: Pishchevaya promyshlennost'; 1966. (In Russ.)
8. Chugunova N.I. [Guidance for fish age and growth studying (study guide on ichthyology)]. Moscow: Publ. AN USSR; 1959. (In Russ.)
9. Mina M.V., Klevezal' G.A. [Animals growth. Analysis at the level of organism]. Moscow: Nauka; 1976. (In Russ.)
10. Dryagin P.A. [Fish sex cycles and spawning]. Izvestiya VNIORKh 1949; 28: 3-113. (In Russ.)
11. Ivanter E.V., Korosov A.V. [Introduction into quantitative biology: manual for institutions of higher education]. Petrozavodsk: Publ. Petrozavodsk State University; 2003. (In Russ.)
12. Kanep S.V. [Analysis of flexible, meristic and interior features variability of whitefish (Coregonidae)]. Journal of Ichthyology 1976; 16 (4): 610-23. (In Russ.)
13. Skryabin A.G. [Biology of Baikal whitefish]. Moscow: Nauka; 1969. (In Russ.)

14. Sidorov G.P. [Fish resources of the Bolshezemelskaya tundra]. Leningrad: Nauka; 1974. (In Russ.)
15. Reshetnikov Yu.S. [Breeding rate of whitefish]. *Journal of Ichthyology* 1967; 7 (6): 1019-31. (In Russ.)
16. Podlesnyy V.V. [Spawning migration of the Enisey diadromous fish following history of the Enisey]. *Zoologicheskyy Zhurnal* 1954; 33 (1): 120-6. (In Russ.)
17. Koz'min A.K. [Morpho-ecological pattern of the Pechora humpback whitefish *Coregonus lavaretus pidichian* (Gmelin) (Coregonidae) and issues of sustainable use of its stocks] [master's thesis]. Petrozavodsk: Petrozavodsk State University, 1994; 23 p. (In Russ.)
18. Persov G.M. [Fish sex differentiation]. Moscow: Publ. LGU; 1975. (In Russ.)
19. Koz'min A.K. [Fish resources of European North-Eastern Russian lakes and rivers: conservation and exploitation] CD. Murmansk: PINRO; 2011. 1 CD. (In Russ.)
20. Ostroumov N.A. [Fish of the Pechora middle and downstream]. *Doklady Biological Sciences* 1948; 59 (8): 1497-1500. (In Russ.)
21. Zvereva O.S., Kuchina E.S., Ostroumov N.A. [Fish and fishery of the Pechora middle and downstream]. Moscow-Leningrad: Publ. AN USSR; 1953. p. 61-117. (In Russ.)
22. Solovkina L.N. [Komi ASSR fish resources]. Syktyvkar: Komi Publ.; 1975. (In Russ.)
23. Protopopov N.K. [Morphological pattern and population structure of the Pechora river humpback whitefish]. In: Fedorova G.V. *Biology and fisheries in different types of the North-Western water bodies* [Collected scientific papers GosNiorkh]. Leningrad: GosNiorkh NPO "Promrybvod"; 1983; 207: 103-27. (In Russ.)
24. Sendek D.S. [Phylogenic analysis of whitefish Coregonidae by the method of protein electrophoresis] [master's thesis]. Saint Petersburg: GosNIORKh; 2000. 22 p. (In Russ.)
25. Sendek D.S. [Genetic identification of whitefish hybrids]. In: Veselov A. E., editor. *Proceedings of the International conference "Biodiversity of European North: theoretical grounds for studying, social and legal aspects of exploitation and protection"*; 2001 Sep 3-7; Petrozavodsk, Russia. Petrozavodsk: Institute Biology Karelian Research Centre; 2001. p. 157-8. (In Russ.)
26. Mayr E. [Populations, species and evolutions]. Moscow: Mir; 1974. (In Russ.)
27. Moskalenko B.K. [Siberian whitefish (biological grounds for commercial exploitation and reproduction of commercial stocks)]. Moscow: *Pishcheyaya promyshlennost'*; 1971. (In Russ.)
28. Krokhalievskiy V.R., Andrienko E.K., Matkovskiy A.K., Ogurtsova N.N., Stepanov S.I., Yankova N.V. [Status of whitefish stocks in the Ob' catchment area]. In: Reshetnikov Yu., editor. *Proceedings of the 6th Russian Scientific-Production Meeting "Biology, biotechnics of rearing and commercial fish farming"*; 2001 Dec 19-21; Tyumen', Russia. Tyumen'; 2001, p. 73-8. (In Russ.)
29. Kuznetsov V.V. [Status and outlook for fisheries development in the lower river Lena]. *Fisheries journal* 2013; 6: 72-6 (In Russ.)

Об авторах

Козьмин Алексей Константинович,
кандидат биологических наук, старший научный сотрудник
Северный филиал ФГБНУ «Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н. М. Книповича»
163002, г. Архангельск, ул. Урицкого, д. 17
+7 (8182) 63-38-31; kozmin@pinro.ru

About the authors

Kozmin Aleksei K.,
Cand. Sc. (Biology), senior research associate

Northern branch of the Knipovich Polar Research Institute of Marine Fishery and Oceanography
163002, Russia, Arkhangelsk, Uritskogo St., 17
+7 (8182) 63-38-32; kozmin@pinro.ru