

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ
ФГУП ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ
ЦЕНТР РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА
(ГОСРЫБЦЕНТР)**

**БИОЛОГИЯ, БИОТЕХНИКА РАЗВЕДЕНИЯ
И СОСТОЯНИЕ ЗАПАСОВ СИГОВЫХ РЫБ**

**Седьмое международное научно-производственное совещание
(Тюмень, 16-18 февраля 2010 года)**

Материалы совещания

**Под общей редакцией
доктора биологических наук А. И. Литвиненко,
доктора биологических наук Ю.С. Решетникова**

**Тюмень
Госрыбцентр
2010**

УДК 597.553.2 + 639.371.14
ББК 47.2
Б-63

Б-63 Биология, биотехника разведения и состояние запасов сиговых рыб.
Материалы седьмого международного научно-производственного совещания /Под ред. А. И. Литвиненко, Ю. С. Решетникова – Тюмень: ФГУП Госрыбцентр, 2010. - 318 с.

JSBN 978-5-98160-031-9

Редакционная коллегия:

А. И. Литвиненко (отв. ред.), Ю. С. Решетников (отв. ред.),
В. Р. Крохалевский, Я. А. Капустина, С. М. Семенченко

В сборнике приводятся материалы по биологии, систематике, зоогеографии, состоянию запасов, искусственному воспроизводству и товарному выращиванию сиговых рыб.

THE FEDERAL AGENCY FOR FISHERY
The Federal Unitary Enterprise
The State Research and Production Center of Fishery
(GOSRYBCENTER)

**BIOLOGY, BIOTECHNOLOGY OF BREEDING
AND CONDITION OF WHITEFISH STOCKS**

VII International Scientific and Practical Workshop

February, 16-18, 2010
Tyumen, Russia
Article Abstracts

The Chief Editor
Doctor of Biological Sciences A. I. Litvinenko,
Doctor of Biological Sciences Yu. S. Reshetnikov

Tyumen
GOSRYBCENTER
2010

**СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ
О СИСТЕМАТИКЕ, ФАУНИСТИКЕ
И ЗООГЕОГРАФИИ СИГОВЫХ РЫБ**

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ СИГОВЫХ РЫБ СИБИРИ

Балдина С.Н., Гордон Н.Ю., Политов Д.В.

Институт общей генетики им. Н.И.Вавилова РАН (ИОГен РАН)

Для ряда полиморфных видов сиговых рыб (*Coregonidae*, *Salmoniformes*), которые в целом отличаются высокой морфо-экологической пластичностью, характерно наличие многочисленных внутривидовых форм, образующих комплексы видов (Решетников, 1980; Черешнев и др., 2002). Среди сигов с нижним ртом наиболее высокой изменчивостью отличается пыжьян, *Coregonus pidschian* (Gmelin), – широко распространенный малотычинковый полупроходной или речной сиг. К пыжьяновидным можно отнести и малотычинковых озерных сигов Сибири. Фенотипическое разнообразие пыжьяна и способность образовывать многочисленные симпатрические и аллопатрические разновидности традиционно объясняется морфологической пластичностью и разнообразием условий обитания. Муксун, *C. muksun* (Pallas), – эндемичный для Сибири многотычинковый полупроходной сиг-планктобентофаг, встречается во всех крупных реках Сибири, обычно симпатрично с пыжьяном. Описаны особенности различных морфологических форм муксуна (Меньшиков, 1946; Александрова, Кузнецов, 1972). Нами показано близкое генетическое сходство муксуна с пыжьяном (Politov et al., 2000, 2002, 2004; Балдина и др., 2008). Чир, *C. nasus* (Pallas), – ценный промысловый вид, имеющий циркумполярное распространение, по морфологическим признакам считается гомогенным на протяжении всего ареала (Решетников, 1980; Черешнев и др., 2002) и хорошо отличается от других видов, в том числе по мтДНК и аллозимам (Бодали и др., 1994; Politov et al., 2000, 2002, 2004). Внутривидовая генетическая дифференциация всех трех упомянутых выше видов в Сибири изучена крайне слабо, имеются сведения о генетических особенностях некоторых видов сиговых рыб в отдельных водоёмах (Ермоленко, 1989, 1991a, 1991b; Бодали и др., 1994; Sendek, 2002). Однако широкий сравнительный анализ популяций из разных бассейнов Сибири с помощью молекулярных генных маркеров ранее не проводился.

Целью нашего исследования явилось изучить внутривидовую генетическую дифференциацию трех сибирских видов рода *Coregonus*: муксуна (*C. muksun*), пыжьяна (*C. pidschian*) и чира (*C. nasus*). Для исследования были взяты 16 выборки пыжьяна и близких ему форм сигов, семь – муксуна и семь – чира из разных водоемов Сибири, включая Северо-Восток России (таблица). Исследовали полиморфизм ND-1 фрагмента мтДНК описанным ранее методом ПЦР-ПДРФ анализа с 18 рестриктазами (Politov et al., 2000). Кроме того, выборки сигов были исследованы с помощью электрофоретического анализа изоферментов. По частотам аллелей 31 аллозимного локуса (включая изолюкусы): *AH-1**, *AH-2**, *ADH**, *CK-A1,2**, *CK-3**, *EST-2**, *G3PDH-1**, *mIDHP-1,2**, *mIDHP-3,4**, *IDDH-1,2**, *LDH-A1,2**, *LDH-B1,2**, *sMDH-A1,2**, *sMDH-B1,2**, *6-PGDH**, *GPI-B1,2**, *GPI-A1**, *GPI-B2**, *PGM-1**, *PGM-2**, *sSOD-1*, *sSOD-2* проводился анализ методом главных компонент с использованием компьютерной программы STATISTICA 5.0 (StatSoft Co).

По мтДНК было исследовано 38 особей *C. pidschian* из шести локальностей. Всего было идентифицировано 17 комплексных гаплотипов, при этом с учетом редких гаплотипов пыжьян в разных сибирских реках имеет свой уникальный спектр мтДНК. Связующим звеном являются гаплотипы P3 (оз. Кузнецкое-То, рр. Мордыяха, Колыма и др.) и P97 (рр. Индигирка, Колыма). Интересно, что данные гаплотипы характерны также и для популяций муксуна. Наиболее высокий уровень гаплотипического и нуклеотидного разнообразия наблюдается в выборке пыжьяна из р. Колымы.

С помощью аллозимного анализа исследовано 428 особей пыжьяновидных сигов из 15 локальностей. Отдельные группы образуют сиви из среднего (р. Курейка) и верхнего (водоемы Тоджинской котловины) течения Енисея, а также из оз. Телецкого (рисунок 1). При этом по первой главной компоненте енисейские сиви являются промежуточными между

телецкими и ледовитоморскими. Таким образом, южносибирская популяция сига из верхней Оби (оз. Телецкое) дистанцируется от *C. pidschian* из нижней Оби, что объяснимо с позиций их изоляции вследствие разобщения ареала в средней, заморной части обского бассейна. Аллели, представляющие южносибирский генный пул, были обнаружены также в выборках из бассейна верхнего (Тоджинская котловина) и среднего (р. Курейка) Енисея. Наблюдаемая картина однозначно свидетельствует о существовании отдельной, хорошо дифференцированной от ледовитоморской, южносибирской линии в эволюции сигов, при этом в наиболее чистом виде она сохранилась в верхней Оби.

Таблица – Географическая локализация и размер выборок

Локальность	Координаты	мтДНК	Аллозимы
<i>C. pidschian, C. anaulorum, C. smitti, C. Pravdinellus</i>			
оз. Кузнецкое-То (вблизи устья р. Печоры)	68°48'40" с.ш., 53°42' в.д.	5	27
р. Мордыяха (Зап. Ямал)	70° 20' с.ш., 67°50' в.д.	5	20
р. Обь, Тазовская губа	67 °08' с.ш., 72°13' в.д.	-	11
р. Обь, Салехард	66 °08' с.ш., 65°13' в.д.	-	14
р. Курейка (басс. р. Енисей)	69 °51' с.ш., 84°11' в.д.	-	32
оз. Ессей	68 °47' с.ш., 102°42' в.д.	-	6
оз. Телецкое (<i>C. smitti</i>)	51°59' с.ш., 87 65' в.д.	-	49
оз. Телецкое (<i>C. pravdinellus</i>)	51°59' с.ш., 87°65' в.д.	-	60
р. Хамсара (басс. верх. теч. р. Енисей)	52°47' с.ш., 97°60' в.д.	-	37
оз. Кадыш (басс. верх. теч. р. Енисей)	52°40' с.ш., 97°25' в.д.	-	35
оз. Азас (басс. верх. теч. р. Енисей)	52°42' с.ш., 97°30' в.д.	-	71
р. Яна, нижнее течение	70°63' с.ш., 135°17' в.д.	5	6
р. Индигирка, дельта	71°26' с.ш., 149°45' в.д.	5	31
р. Колыма, дельта	69°32' с.ш., 160°42' в.д.	7	25
р. Анадырь, нижнее течение	64°90' с.ш., 176°02' в.д.	11	-
р. Пенжина (<i>C. anaulorum</i>)	62 °45' с.ш., 165°52' в.д.	-	4
<i>C. muksun</i>			
р. Мордыяха (Зап. Ямал)	70°20' с.ш., 67°50' в.д.	9	36
р. Обь, среднее течение	61°57' с.ш., 68°02' в.д.	18	17
о. Широкое, п-ов Таймыр	73°60' с.ш., 97°90' в.д.	13	-
р. Лена, верхнее течение	60°83' с.ш., 125°61' в.д.	10	15
р. Яна, нижнее течение	70° 63' с.ш., 135°17' в.д.	9	10
р. Индигирка, дельта	71°26' с.ш., 149°45' в.д.	6	6
р. Колыма, дельта	69°32' с.ш., 160°42' в.д.	6	8
<i>C. nasus</i>			
р. Мордыяха (Зап. Ямал)	70°20' с.ш., 67°50' в.д.	8	15
р. Обь, Тазовская губа	67°08' с.ш., 72°13' в.д.	-	10
р. Курейка (басс. р. Енисей)	67°27' с.ш., 94°34' в.д.	-	10
р. Яна, нижнее течение	70°63' с.ш., 135°17' в.д.	16	17
р. Индигирка, дельта	71°26' с.ш., 149°45' в.д.	24	23
р. Колыма, дельта	69°32' с.ш., 160°42' в.д.	14	65
р. Пенжина	62°45' с.ш., 165°52' в.д.	44	16

Среди 71 особи *C. muksun* из семи популяций было идентифицировано 17 комплексных гаплотипов мтДНК. Гаплотип РЗ обнаружен во всех изученных выборках муксуна и имеет относительно высокую частоту встречаемости. В популяциях муксуна из

Колымы встретились комплексные гаплотипы, характерные для ряпушки и пеляди. Наиболее высокий уровень гаплотипического и нуклеотидного разнообразия наблюдается в выборках муксуна из рек Индигирки и Колымы. У муксуна и пыжьяна выявлено 5 общих комплексных гаплотипов, что свидетельствует о недавней и неполной изоляции, а возможно, и о полифилетическом происхождении муксуна (рисунок 2).

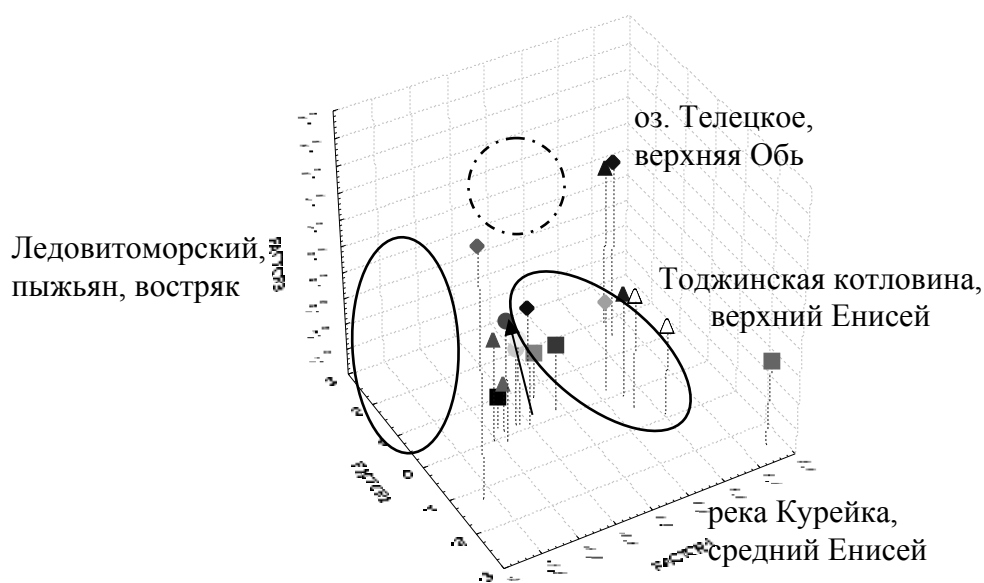


Рисунок 1 – Расположение выборок пыжьяна на плоскости трёх главных компонент по результатам изоферментного анализа

Аллозимный анализ 91 особи *C. muksun* также свидетельствует об уникальности муксуна в каждом отдельно взятом бассейне, что согласуется с результатами анализа мтДНК. У муксуна обнаружен характерный для ряпушек *C. albula*, *C. sardinella* и пеляди *C. peled* медленный электрофоретический вариант аллеля локуса *sSOD*, что может свидетельствовать о гибридном (с участием видов комплекса ряпушек и пеляди) происхождении этой формы.

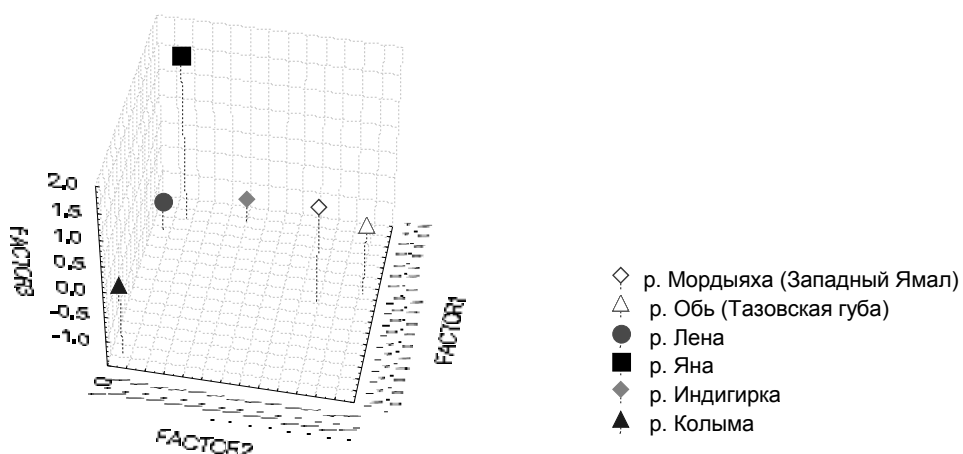


Рисунок 2 – Расположение выборок муксуна на плоскости трёх главных компонент по результатам изоферментного анализа

Совместный анализ аллозимной изменчивости *C. muksun* и *C. pidschian* свидетельствует о невысоком уровне дифференциации между данными видами, что согласуется с результатами, полученными нами ранее (рисунок 3).

Всего по мтДНК было изучено 105 образцов *C. nasus* из пяти локальностей, среди которых идентифицировано 15 комплексных гаплотипов мтДНК. В целом для чира характерен уникальный набор типичных для этого вида гаплотипов. Видоспецифичные спектры давали рестриктазы *Hae* III, *Bst*N I, *Bsp*1286, *Msp* I, *Nci* I, *Rsa* I. В широкой зоне от Яны до Колымы у чира были обнаружены общие гаплотипы N13, N70, которые имеют относительно высокую частоту встречаемости. В популяциях рек Индигирки и Колымы обнаружены комплексные гаплотипы, которые встречались также у муксуна и пыжьяна, что может быть связано с межвидовой интрогрессией. Выборка с западного побережья Ямала представлена единственным уникальным гаплотипом. Наиболее высокий уровень гаплотипического и нуклеотидного разнообразия выявлен у чира из рек Индигирки и Колымы.

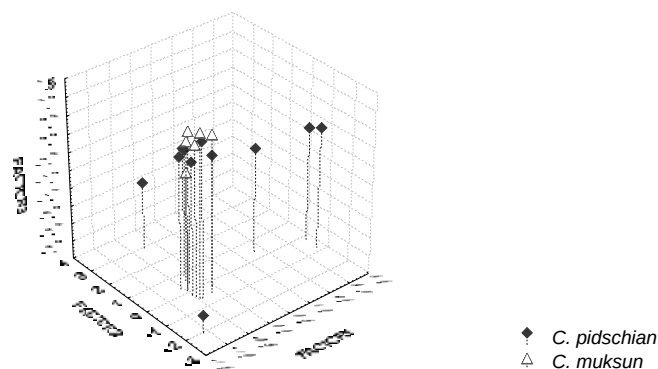


Рисунок 3 – Расположение выборок муксуна и пыжьяна на плоскости трёх главных компонент по результатам изоферментного анализа

По результатам аллозимного анализа можно выделить ряд аллелей и генотипов (а также их сочетаний по разным локусам), диагностических для *C. nasus*: *AH-2*2*, *PGIB-1,2*3*, *MEP-1,2*5* и др. Нами отмечено изменение аллельного состава в выборках чира с запада на восток, особенно заметна клина по частотам аллелей локуса *MEP*1,2*. Выборки *C. nasus* из рек Колыма и Пенжина по результатам аллозимного анализа заметно дифференцируются от остальных (рисунок 4).

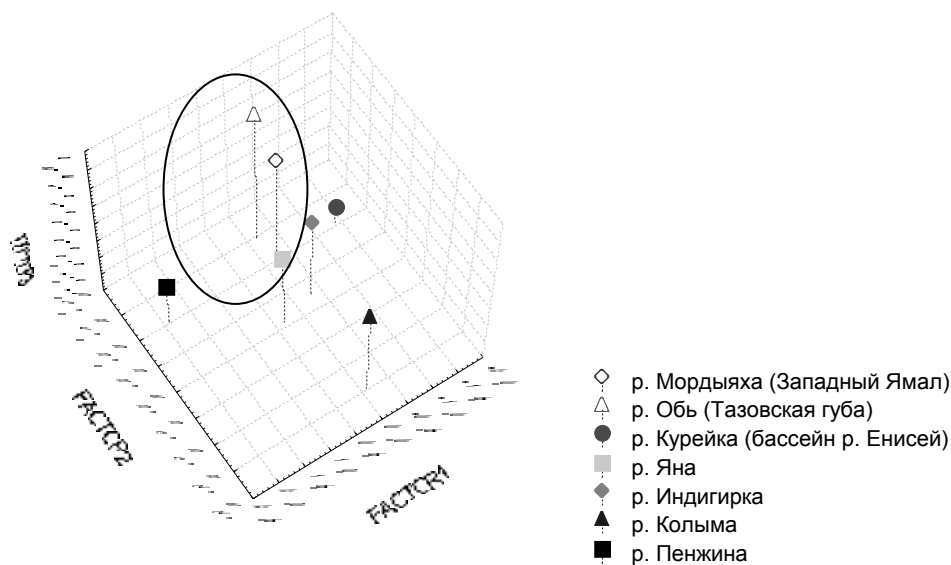


Рисунок 4 – Расположение выборок чира на плоскости трёх главных компонент по результатам изоферментного анализа

Для количественной оценки межпопуляционных генетических различий по мтДНК-гаплотипам проводилось разложение общей молекулярной дисперсии (AMOVA). Оценивался уровень разнообразия между популяциями в пределах каждого вида и внутри этих популяций. Для выборок муксуна и пыжьяна характерен более высокий уровень дифференциации (96,17 и 76,34% дисперсии, соответственно). У чира данный показатель несколько ниже (60,96% дисперсии), что свидетельствует о большей генетической однородности вида.

Таким образом, генетический анализ показал, что муксун и пыжьян имеют сложную внутривидовую структуру и слабо дифференцированы между собой. Южносибирские популяции малотычинковых сигов (оз. Телецкое, Тоджинская котловина) дистанцируются от субарктических, что, вероятно, является результатом изоляции, особенно сильной в бассейне Оби. *C. nasus* генетически сравнительно однороден на ареале, но хорошо дифференцируется по мтДНК, и в меньшей степени по аллозимам, от других видов сигов.

Работа поддержана программами фундаментальных исследований Президиума РАН «Биологическое разнообразие» (Подпрограмма «Генофонды и генетическое разнообразие») и «Происхождение биосферы и эволюция био-геологических систем» (Направление II), ОБН РАН «Биоресурсы России: Оценка состояния и фундаментальные основы мониторинга», а также госконтрактом по Программе целевых расходов Президиума РАН «Поддержка молодых ученых» ПМУ-06-03 (рук. Д.В. Политов, исп. С.Н. Балдина).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Александрова Е.Н., Кузнецов В.В. Дифференциация муксуна р. Лены. 1. Морфометрическая характеристика четырех форм муксуна // Вестник МГУ. Биология, почвоведение. – 1972. – Т. 4. – С. 8-15.
- Балдина С. Н., Гордон Н. Ю., Политов Д. В. Генетическая дифференциация муксуна *Coregonus muksun* (Pallas) и родственных видов сиговых рыб (*Coregonidae*, *Salmoniformes*) Сибири по мтДНК // Генетика. – 2008. – Т. 44. – № 7. С. 896-905.
- Бодали Р.А., Вуоринен Д.А., Решетников Ю.С., Рист Д.Д. Генетические связи пяти видов сиговых рыб Сибири // Вопросы ихтиологии. – 1994. – Т. 34. – № 2. – С. 195-203.
- Ермоленко Л.И. Генетическая изменчивость и межпопуляционные различия сигов группы *Coregonus lavaretus* // Генетика. – 1989. – Т. 25. – № 7. – С. 886-893.
- Ермоленко Л.И. Генетическая дивергенция сигов рода *Coregonus* // Генетика. – 1991а. – Т. 27. – № 3. – С. 515-521.
- Ермоленко Л.И. 1991б. Генетическая изменчивость и межпопуляционные генетически различия у чира *Coregonus nasus* // Генетика. – 1991б. – Т. 27. – № 2. – С.299-303.
- Меньшиков М.И. О географической изменчивости муксуна *Coregonus muksun* // Доклады АН СССР. – 1946. – Т. 52. – № 8. – С. 739-742.
- Решетников Ю.С. Экология и систематика сиговых рыб. – М.: Наука. – 1980. – 300 с.
- Черешнев И.А., Волобуев В.В., Шестаков А.В., Фролов С.В. Лососевидные рыбы Северо-Востока России. – Владивосток: Дальнаука. – 2002. – 496 с.
- Politov D.V., Gordon N.Y., Afanasiev K.I., Altukhov Y.P., Bickham J.W. Identification of Palearctic coregonid fish species using mtDNA and allozyme genetic markers // Journal of Fish Biology. – 2000. – V. 57. – № Supplement A. – P. 51-71.
- Politov D.V., Gordon N.Y., Makhrov A.A. Genetic identification and taxonomic relationships of six Siberian species of *Coregonus* // Advances in Limnology. – 2002. – V.57. – P. 21-34.
- Politov D. V., Bickham J. W., Patton J. C. Molecular phylogeography of Palearctic and Nearctic ciscoes // Ann. Zool. Fennici. – 2004. – V. 41. – № 1. – P. 13-23.
- Sendek D.S. Electrophoretic studies of Coregonid fishes from across Russia // Advances in Limnology. – 2002. – V. 57. – P. 35-55.

ПОПУЛЯЦИОННАЯ СТРУКТУРА СИГА-ПЫЖЬЯНА (*COREGONUS LAVARETUS PIDSCHIAN*, *COREGONIDAE*) В ДОДОТСКИХ ОЗЕРАХ ТОДЖИНСКОЙ КОТЛОВИНЫ

Бочкарев Н.А.¹, Зуйкова Е.И.¹, Катохин А.В.²

¹Институт систематики и экологии животных СО РАН (ИСиЭЖ СО РАН)

²Институт цитологии и генетики СО РАН (ИЦиГ СО РАН)

Исследования популяционной организации рыб основаны на выявлении различий морфологического, биологического и экологического характера. Отмечено, что популяции значительно быстрее дифференцируются в крупных водоемах с высоким разнообразием экологических ниш (Бугаев, 1978; Перелыгин, 1988; Поддубный, Малинин, 1988; Østbye et al., 2006). Природные факторы способствуют дивергенции единой популяции рыб на несколько самостоятельных групп, и к настоящему времени описаны различные сценарии этого процесса (Поддубный, Халько, 1990). Также популяционная структура усложняется вследствие вселения рыб из другого водоема, изолированного длительный период времени. Данные процессы под терминами «первичная и вторичная интерградации» описаны Э. Майром (1968). Случай первичной интерградации наблюдается в Телецком озере, где разные популяции сига-пыжьяна *Coregonus lavaretus pidschian* (Gmelin) сходны по меристическим признакам, но различны по темпу роста, плодовитости, интенсивности заражения и видовому составу паразитов и т.д. (Бочкарев, 2000). Вторичная интерградация ряпушек *C. artedi* (Lesueur) отмечена в Великих Американских озерах, где различия между популяциями наблюдаются по пластическим и меристическим признакам (Turgeon, Bernatchez, 2001).

Цель настоящей работы заключалась в изучении популяционной структуры и выявлении возможных механизмов дифференциации популяций сига-пыжьяна в высокогорных труднодоступных Додотских озерах.

Додотские озера (географические названия оз. Алды-Дээрлиг-Холь и оз. Устю-Дээрлиг-Холь) расположены в истоке р. Хамсары, правого притока р. Большого Енисея на высоте 1155 м над уровнем моря. Озера соединены короткой протокой, и представляют собой высоко проточные водоемы. Общая протяженность озер составляет около 20 км, ширина – до 2,5 км. Максимальная глубина верхнего озера достигает 75 м, нижнего – 25 м (глубину определяли с помощью эхолота).

Исследования проводили в конце июля – начале августа 2006 г. Сига отлавливали ставными сетями с ячеей от 10 до 40 мм на глубине от 2 до 40 м в центральной части верхнего озера. Выборку сига-пыжьяна (90 экз.) составили особи длиной от 220 до 445 мм по Смитту. Морфологический анализ проводили по 24 пластическим и 8 меристическим признакам. Подсчитывали все видимые невооруженным глазом жаберные тычинки и прободенные чешуи в боковой линии. Промеры и подсчет проводили по общепринятой методике на свежем материале (Правдин, 1966). Различия между популяциями по меристическим признакам оценивали с помощью *t*-критерия Стьюдента. Для сравнения популяций по пластическим признакам использовали метод главных компонент (ГК). Полученные значения главных компонент рассматривали как новые признаки, достоверность различий между выборками по средним значениям главных компонент оценивали по *t*-критерию Стьюдента. Мету изменчивости признака определяли по величине его вклада (Васильев и др., 2004). Дискриминантный анализ выборок проводили по средним значениям главных компонент, чтобы уменьшить различия, полученные на основании абсолютных значений. Для этого первую и дальние компоненты с малыми дисперсиями отбросили и применили дискриминантный анализ к оставшимся значимым ГК (Ефимов, Ковалева, 2005). Достоверность различий между выборками в данном случае несколько снизилась, но более точно отражала реальную ситуацию. Для выявления особенностей питания сигов, фиксировали их желудочно-кишечные тракты в 10% формалине (25 желудков). Их

содержимое рассортировывали по таксономическим группам, и определяли соотношение кормовых объектов в питании сига по числу и массе жертв (Методическое пособие..., 1974).

Для изучения генетического полиморфизма исследуемых популяций общую геномную ДНК выделяли из печени сига, фиксированной 96% этанолом, фенольно-хлороформным методом. Гомогенат хранили при 4°C перед использованием в ПЦР реакции. Нами проведен анализ для участка гена ND1 митохондриальной ДНК с использованием внешних праймеров LGL381 5' – ACCCC GCCTGTTTACCAAAAACAT– 3' и LGL563 5' GGTTTCATTAGTGAGGGAA GG – 3' (Politov et al., 2004) и трех пар внутренних праймеров, разработанных А.В. Катохиным, и имеющих следующую структуру: ND1pr1Rv 5'– TCACGTAGACTTTAATCGTTGA –3'; 2 ND1pr2Fr 5'– CCGCTATTAAGGGTTCGTTT –3'; ND1pr2Rv 5'– CATAAGGTAAGTGCGAGTGTT –3'; ND1pr3Fr 5'– CCCTTCCTATTCCTCGC TAC –3'; ND1pr3Rv 5'– GCGTATTTATGAGGAGATGTT –3'; ND1pr4Fr 5'– АСТАГТСТСТGGGTTTAATGTAGAA –3'. В результате амплификации участка ND1 была получена последовательность приблизительно в 2000 нуклеотидных оснований. Полученные ПЦР продукты секвенировали с использованием прямых и обратных праймеров для участка ND1, затем нуклеотидные последовательности выравнивали вручную и с помощью алгоритма ClustalW. Анализ и реконструкция филогении проводилась с помощью программы MEGA 3.0 (Kumar, 2004). Бутстреп-тест филогении проводился с использованием алгоритма ближайшего соседа NJ при числе реплик равном 500 (Saitou, 1987).

Анализ гистограммы распределения числа прободенных чешуй в боковой линии (l.l.) позволила считать изучаемую нами выборку сига морфологически неоднородной (рисунок 1). Согласно данному графику совокупную выборку рыб рассортировали по возрастанию числа прободенных чешуй в боковой линии, и разделили на две – от 80 до 85 и от 86 до 94 чешуй. Полученные таким образом новые выборки подвергли анализу методом главных компонент.

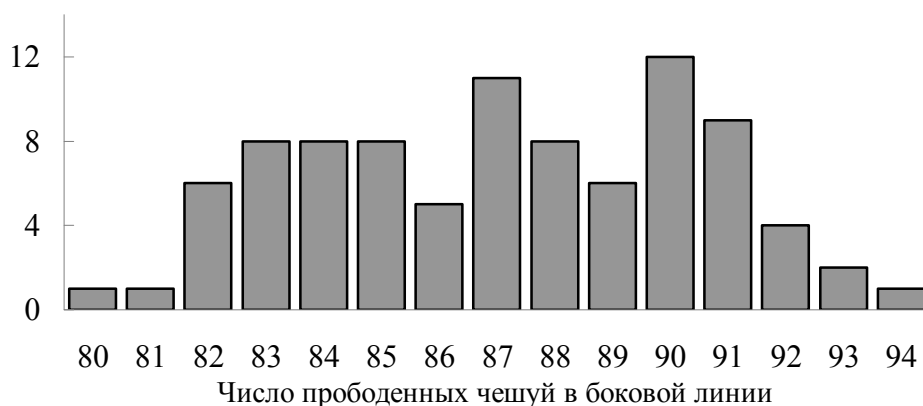


Рисунок 1 – Распределение числа прободенных чешуй в боковой линии в совокупной выборке сига-пыжьяна

После этого вторую-шестую ГК проанализировали с помощью дискриминантного анализа, и в результате получили распознавание «своих» объектов на уровне 75 и 70% при отклонении от нуля-гипотезы на уровне 5% ($F = 65,41$, при степенях свободы 1,88) (рисунок 2).

Основной вклад в первую дискриминантную ось внесли вторая, пятая и шестая ГК, которые достоверно различаются между выборками по t -критерию Стьюдента ($P \leq 0,01$; 0,001; 0,001, соответственно). Вторая ГК отражает изменчивость высоты спинного и анального плавников, длины грудного и брюшного плавников, диаметра глаза и высоты верхней челюсти. Третья ГК сформирована вкладами высоты анального плавника, диаметра глаза, высоты верхней челюсти, максимальной высоты тела, длины спинного плавника и длины анального плавника. По меристическим признакам полученные на основе

дискриминантного анализа выборки сигов достоверно различаются по числу прободенных чешуй в боковой линии ($P \leq 0,001$). По остальным признакам различия не обнаружены (рисунок 3).

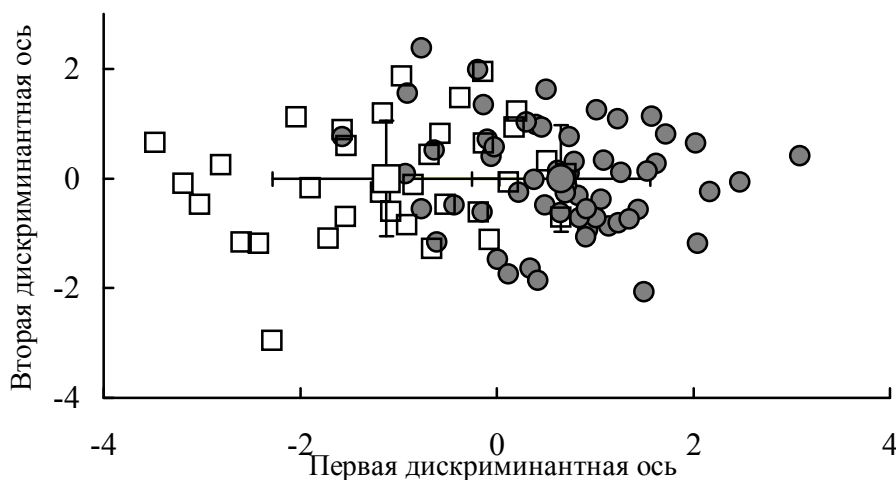


Рисунок 2 – Облака распределений и центроиды выборок сига-пыжьяна в пространстве первой и второй дискриминантных осей по пластическим признакам; $\pm$ среднеквадратическое отклонение

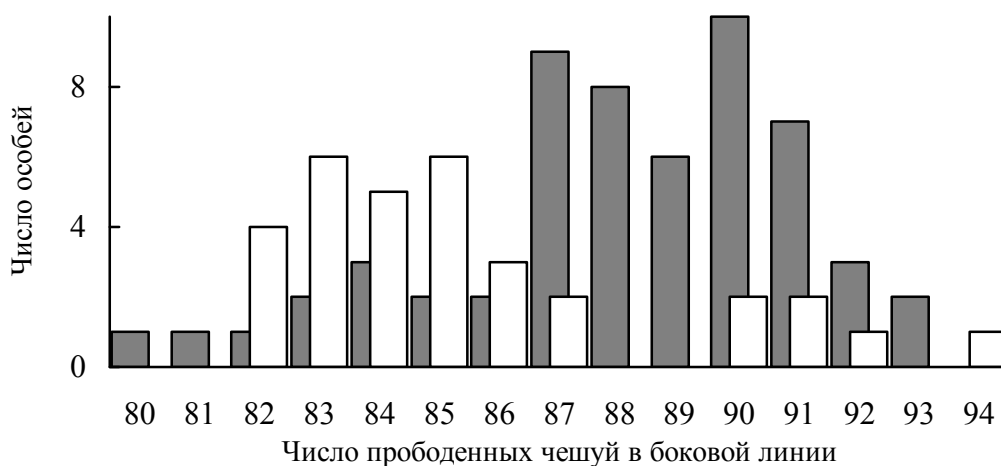


Рисунок 3 – Распределение число прободенных чешуй в боковой линии в совокупной выборке сига-пыжьяна после процедуры ГК и дискриминации

Популяции сига-пыжьяна из Додотских озер состоят, по крайней мере, из 18-ти возрастных групп. Довольно часто встречаются 15-17-летние особи. Скорость роста сигов из одной выборки несколько ниже, чем из другой, хотя в целом различия не достоверны. В питании обеих выборок сига-пыжьяна преобладают крупные бентосные организмы. По количеству доминируют личинки семейства *Chironomidae* – 54,4%, представленные младшими возрастными стадиями; также значительная доля приходится на моллюсков (22,6%) и на куколок *Chironomidae* (19,5%). По массе в питании сига-пыжьяна преобладают моллюски; доля личинок, куколок и имаго хирономид практически одинакова.

Анализ изменчивости гена ND1 митохондриальной ДНК показал, что три особи сигов из оз. Додот объединились в один кластер с высокой степенью поддержки. Тогда как особи Dd16 (оз. Додот) и En122 (р. Б. Енисей) представляют собой другую группу гаплотипов, и организовали отдельный кластер (рисунок 4).

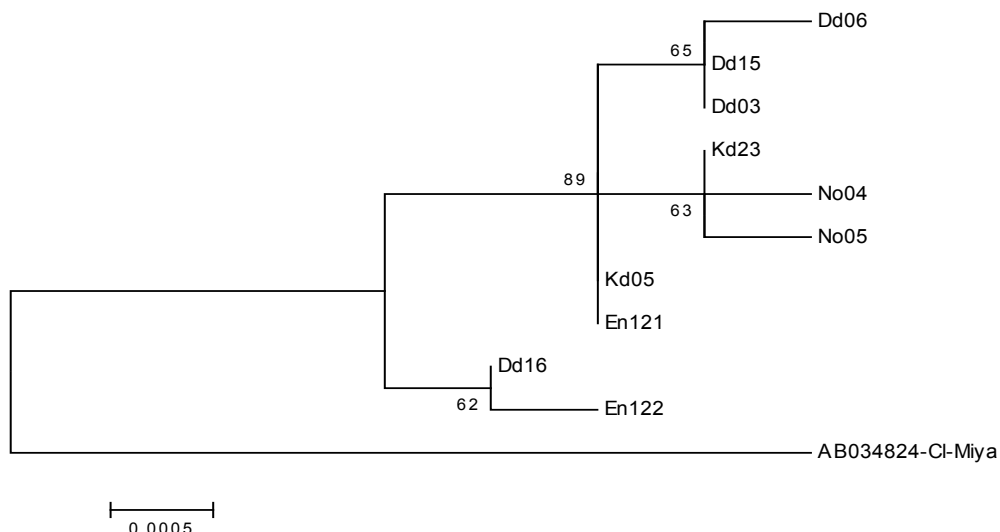


Рисунок 4 – Дендрограмма филогенетических отношений, построенная с использованием метода ближайшего соседа (Neighbor Joining), на основе данных нуклеотидного полиморфизма гена ND1 митохондриальной ДНК популяций сига-пыжьяна из водоемов Тоджинской котловины

Особь Dd16 отличалась наибольшим в выборке додотских сигов числом жаберных тычинок, равным 32 (рисунок 5).

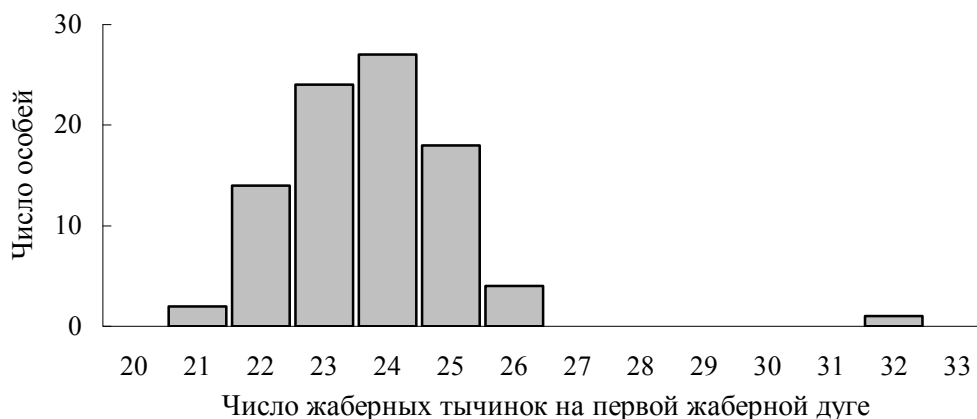


Рисунок 5 – Распределение числа жаберных тычинок на первой жаберной дуге в совокупной выборке сига-пыжьяна

Под воздействием различных экологических факторов в крупных водоемах с многочисленными и разнообразными биотопами стада рыб дифференцируются на более мелкие популяции и субпопуляции, приспособленные к конкретным условиям обитания. Особенно четко этот процесс наблюдается во вновь созданных водохранилищах и для каждого вида рыб имеет свои особенности (Поддубный, 1971; Жохов, Касьянов, 1994). Так, стада малотычинкового сига-пыжьяна значительно чаще дифференцируются по месторасположению и типу нерестилищ, а не по типу питания (Правдин, 1954; Шапошникова, 1971; Решетников и др., 1979; Решетников, 1980). Подобный факт имеет место в Телецком озере, где между популяциями сига-пыжьяна выявлены различия по темпу роста, плодовитости, питанию, видовому составу паразитов и интенсивности заражения (Бочкарев, Гафина, 1996; Бочкарев, Зуйкова, 2006). При этом меристические признаки остаются сходными в обеих популяциях.

В результате морфологического анализа сига-пыжьяна из Додотских озер обнаружены в целом незначительные различия по пластическим признакам между выборками. Тогда как бимодальный характер распределения числа прободенных чешуй в боковой линии

свидетельствует либо о дивергенции сигов в пределах водоема, либо о недавнем вселении в него хорошо различающихся по меристическим признакам популяций с их последующей гибридизацией. Поскольку озера расположены в регионе с суровыми климатическими условиями, характеризуются незначительными размерами и высокой проточностью, они не отличаются обилием биотопов. Поэтому симпатрическое происхождение двух форм сига здесь представляется нам маловероятным. Между тем распределение числа чешуй в боковой линии и числа жаберных тычинок на первой жаберной дуге у сига-пыжьяна может служить доказательством прошлой гибридизации двух или более независимых линий. Этот процесс подтверждается анализом популяционной изменчивости гена ND1 митохондриальной ДНК. Значительное изменение признака (уступ) на небольшом географическом расстоянии Э. Майр (1968) однозначно трактует как вторичную гибридизацию, или зону вторичной интерградации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бочкарев Н.А. Гафина Т.Э. Морфобиологическая характеристика телецкого сига р. Чулышман // Сибирск. экологич. журн. – 1996. – № 2. – С. 175-178.

Бочкарев Н.А. Популяционная структура сигов Телецкого озера // Сиб. экологич. журнал. – 2000. – № 3. – С. 305-313.

Бочкарев Н.А., Зуйкова Е.И. Морфобиологическая и экологическая дифференциация симпатрических сигов рода *Coregonus* из Телецкого озера // Зоологический журнал. – 2006. – Т. 85. – № 8. – С. 950-958.

Бугаев В.Ф. Об использовании структуры зон сближенных склеритов на чешуе в качестве критерия для идентификации локальных стад нерки *Oncorhynchus nerka* (Walbaum) в бассейне р. Камчатки // Вопросы ихтиологии. – 1978. – Т. 18. – № 5. – С. 826-836.

Васильев А.Г., Фалеев В.И., Галактионов Ю.К. и др. Реализация морфологического разнообразия в природных популяциях млекопитающих. – Новосибирск: СО РАН, 2004 – 232 с.

Ефимов В.М., Ковалева В.Ю. Многомерный анализ биологических данных. – Томск: изд-во Томск. Гос. ун-та, 2005. – 56 с.

Жохов А.Е., Касьянов А.Н. О возможностях использования паразитов как биологических меток для распознавания экологических морф плотвы *Rutilus rutilus* в Рыбинском водохранилище // Вопросы ихтиологии. – 1994. – Т. 34. – № 5. – С. 657-661.

Майр Э. Зоологический вид и эволюция. – М.: Мир, 1968. – 598 с.

Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях. – М.: Наука, 1974. – 254 с.

Перелыгин А.А. Популяционно-генетический анализ европейской ряпушки *Coregonus albula*. Дифференциация мелкой и крупной ряпушки Ладожского озера // Цитология и генетика. – 1988. – Т. 22. – № 1. – С. 50-53.

Поддубный А.Г. Экологическая топография популяций рыб в водохранилищах. – Л.: Наука, 1971. – 309 с.

Поддубный А.Г., Малинин Л.К. Миграции рыб во внутренних водоемах. – М.: Агропромиздат, 1988. – 224 с.

Поддубный А.Г., Халько В.В. Современные представления о локальных стадах (популяциях) у рыб и экологических предпосылках их образования // Структура локальной популяции у пресноводных рыб. Тр. Ин-та биол. внутр. вод им. И.Д. Папанина. – Рыбинск, 1980. – Вып. 60. – С. 3-23.

Правдин И.Ф. Сиги водоемов Карело-Финской ССР. – М.-Л.: АН СССР, 1954. – 324 с.

Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищепромиздат, 1966. – 376 с.

Решетников Ю.С. Экология и систематика сиговых рыб. – М.: Наука, 1980. – 301 с.

Решетников Ю.С., Слугин И.В., Мамонтова Т.Г. О симпатрических популяциях сига р. Анадырь // Изменчивость рыб пресноводных экосистем. – М.: Наука, 1979. – С. 113-136.

Шапошникова Г.Х. Сравнительно-морфологическое описание сигов *Coregonus* оз. Севан // Вопросы ихтиологии. – 1971. – Т. 17. – № 4. – С. 575-586.

Kumar S., Tamura K., Nei M. MEGA3: Integrated Software for Molecular Evolutionary Genetics Analysis and Sequence Alignment // Briefings in Bioinformatics. – 2004. – Vol. 5. – P. 150-163.

Saitou N. The neighbor-joining method: a new method for reconstructing phylogenetic trees / Saitou N., Nei M. // Mol. Biol. Evol. – 1987. – V. 4. – № 4. – P. 6-25.

Turgeon J., Bernatchez L. Mitochondrial DNA phylogeography of lake cisco (*Coregonus artedii*): evidence supporting extensive secondary contacts between two glacial races // Mol. Ecol. – 2001. – V. 10. – P. 987-1001.

Politov D. V., Bickham J. W., Patton J. C. Molecular phylogeography of Palearctic and Nearctic ciscoes // Ann. Zool. Fennici. – 2004. – V. 41. – № 1. – P. 13-23.

Østbye K., Amundsen P.-A., Bernatchez L., Klemetsen A., Knudsen R., Kristoffersen R., Næsje T.F., Hindar K. Parallel evolution of ecomorphological traits in the European whitefish *Coregonus lavaretus* (L.) species complex during post glacial times // Molec. Ecol. – 2006. – V.15. – P. 3983-4001.

ОСОБЕННОСТИ НЕРЕСТОВЫХ МИГРАЦИЙ ЕНИСЕЙСКОГО МУКСУНА *COREGONUS MUKSUN (PALLAS)*

Гайденок Н.Д.¹, Исаева О.М.¹, Чмаркова Г.М.²

¹Красноярский институт железнодорожного транспорта

²Сибирский государственный университет

Муксун р. Енисея является основным из пяти промысловых видов. Его средне-многолетний вылов за период 1932-2004 гг. составил 346 т. В бассейне он представлен популяцией, обладающей сильно выраженной ростовой дивергенцией. На этой основе в середине 30-х годов прошлого века А.В. Подлесный (1948), основываясь на данных Н.Г. Некрашевича (1940), выделял еще тундрового муксуна, с его ареалом в протоках Дерябинский и Охотский Енисей и предположительным местом нереста в реках Танама и Яра. Относительно мест нагула тундрового муксуна Н.Г. Некрашевич указывал западный сектор южной части Енисейского залива. Однако, П.А. Попов (1978) не обнаружил нерестилища муксуна в данных реках в середине 1970-х годов. И все же, делать окончательные выводы по этому вопросу нет оснований, так как интенсивный промысел в этих местах мог существенно изменить образ жизни вида.

М.А. Тюльпанов (1971) характеризует состояние енисейского муксуна следующим образом: «... к середине 1960-х годов состояние запасов муксуна было тяжелейшим за всю историю его промысла». Определенное восстановление состояния популяции муксуна, когда в уловах стали попадаться единичные особи в возрасте 20+, произошло к концу 80-х годов прошлого века (Куклин, 1982). Поэтому, нет ничего удивительного в том, что местная, тундровая раса, обладающая невысокой численностью и эксплуатируемая как енисейскими (Красноярскрыбпром) и юрибейскими (Тюмень) рыбартелями (Попов, 1978), так и многочисленными геологическими партиями, базирующимися в п. Дерябино, уже не смогла выйти «на стадию восстановления».

Распространение и миграции. Основные места обитания в период зимнего нагула локализованы от п. Караул на юге до северной границы Горла. В летний период места нагула значительно расширяются. Южная граница поднимается до верхнего плеса Нижнего Течения Енисея (п. Дудинка). Северные границы продвигаются в прибрежной зоне Енисейского залива далеко на север, практически совпадая с изобатой 10 м, ниже которой, в основном, находятся уже соленые воды. Протяженность этой границы достигает по восточному

побережью б. Ефремова, а по западному берегу – р. Сосновой и далее в Юрацкую губу и прибрежье о. Оленьего (рисунок 1).

Решающим фактором, определяющим продвижение муксуна на север, является соленость; вторым фактором, заставляющим муксуна продвигаться в залив, – содержание кислорода в воде (Пирожников, 1955). Это является причиной того, что муксун доминирует в губе и южной трети залива (до линии м. Поеловый – м. Шайтанский), а сиг преобладает в протоках западной и восточной дельты Енисея. В распределении енисейского муксуна по ареалу нагула наблюдается следующая закономерность: молодые особи нагуливаются в более соленых акваториях, чем старшие возрастные группы (Куклин, 1982).

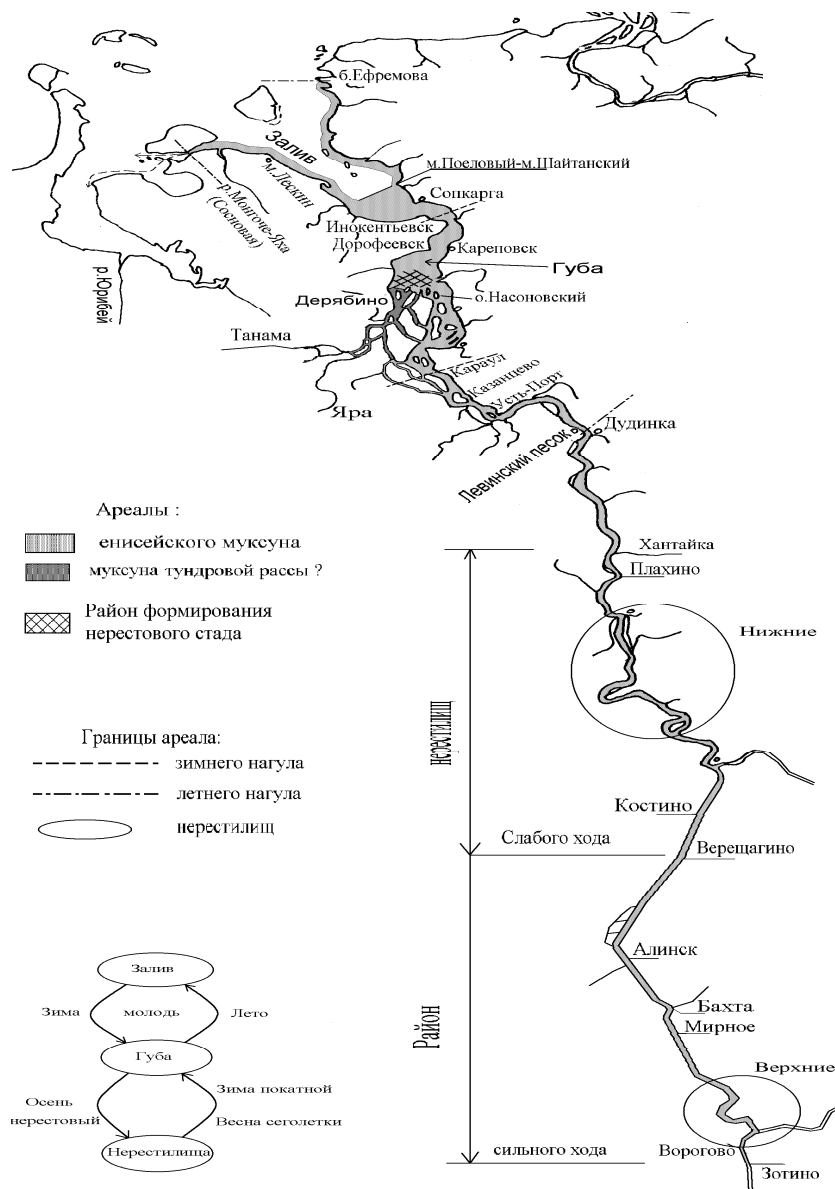


Рисунок 1 – Ареал и схема миграций муксуна

В целом жизненный цикл муксуна происходит следующим образом. Личинки, выклюнувшиеся перед весенним паводком из икры, частично остаются в придаточной системе до 2-3 лет (Ольшанская, 1964). Основная часть личинок скатывается в дельту, губу и даже в залив в первый год жизни.

Большую опасность для воспроизводства осенненерестующих сиговых представляет сооружение будущей Эвенкийской ГЭС: при высоте плотины в 206 м зимой будет производиться сброс воды с температурой 1,5-3,0°C, что значительно повысит температуру воды на нерестилищах, расположенных ниже Нижней Тунгуски в Игарском районе,

значительно сократит период инкубации икры и приведет к преждевременному выклеву личинки, когда в водоеме для них нет еще корма.

Попад в дельту, молодь муксуна в течении ряда лет нагуливается в теплых, богатых зоопланктоном протоках дельты. Затем, по мере роста она начинает перемещаться на север эстуарной зоны (губа и южную треть залива). Летом неполовозрелые особи распространяются в прибрежной зоне залива далеко на север, на сколько позволяет уровень солености. Известно, что муксун может выдерживать соленость до 12‰ (Подлесный, 1948). Причем, в отличии от омуля, более устойчивыми к солености являются молодые особи, чем старшие.

По мере снижения паводка и уровня воды в Енисее в заливе увеличивается соленость и муксун в сентябре-октябре начинает перемещаться в более южные районы, а в конце октября-начале декабря он продвигается еще дальше на юг и к марту-апрелю достигает морского края дельты.

Особенности нерестовых миграций. В весеннее-летний период с поступлением паводковых вод происходит распреснение губы и залива. В это время, часть популяции муксуна, не участвующая в нерестовой миграции, начинает продвижение на север (Куклин, 1982) (см. рисунок 1).

Нерестовое стадо в июле начинает миграцию на юг к нерестилищам. Часть стада остается в губе постоянно. В конце августа – начале сентября нерестовое стадо достигает Усть-Порта и Левинских Песков. В октябре, уже подо льдом, муксун достигает верхних нерестилищ, расположенных между п. Ворогово и п. Зотино. Длина миграции при этом составляет около 1400 км, скорость миграции – 20-25 км/сутки. Здесь муксун нерестится в ноябре. Нерест происходит при температуре воды 4°C (Подлесный, 1948). Наиболее крупные особи, в основном повторно нерестующие, преобладают в районе верхних нерестилищ (Куклин, 1982). Развитие икры длится с ноября по май. Выклев приходится на конец мая – начало июня.

Отметим одно несоответствие. Судя по данным ранних работ (Исаченко, 1912; Подлесный, 1948), уже в начале сентября наблюдается нерест муксуна у Бахты, а в конце второй декады сентября муксун появляется уже у Осиновских порогов. При этом он должен проделать путь длиной 1500 км за 30-45 суток, то есть муксун должен проходить 35-50 км в сутки, что не согласуется с указанным выше диапазоном скоростей анадромной миграции.

Здесь можно предположить следующее: миграция начинается в более ранние сроки (конец июня – начало июля) или, наоборот, в более поздние. При этом муксун проходит этот путь за два этапа: с осени он преодолевает определенную часть пути, где и зимует. Далее, летом, он проходит остальной путь.

Независимо от этих предположений, вполне можно допустить существование двух группировок, озимой и яровой рас, которые соответствуют двум формам муксуна – быстрорастущей и медленно растущей (Берг, 1908; Подлесный, 1948). Конкретным подтверждением этому могут служить наблюдения ихтиологов времени и скорости продвижения муксуна (Третьяков, 1869). Озимая раса созревает на год позднее яровой и идет на нерест на месяц – полтора раньше яровой; озимая раса идет на нерест по сравнительно большой воде и идет по фарватеру, поэтому она недоступна береговому лову неводами (Некрашевич, 1940). Для яровой расы характерно следующее: в сентябре она уже достигает нижних нерестилищ, расположенных между Игаркой и Курейкой, где, в основном, и заканчивается её нерестовая миграция. Длина миграции при этом составляет около 800 км. Скорость миграции – 10-20 км в сутки.

Для озимой расы было выдвинуто предположение, что длина нерестовой миграции и размер нерестилищ прямо связаны с численностью и биомассой муксуна.

Для количественного решения указанной проблемы был предпринят анализ исследований перечисленных выше. На основе работ ряда авторов (Подлесный, 1948; Тюльпанов, 1971; Лобовикова, 1975; Михалев и др., 1975) нами предлагается следующая схема нерестовых миграций муксуна (рисунок 2).

Если провести линию через первый пик хода по Левинским Пескам (Подлесный, 1948) и пик хода по Осиновским порогам (линия – а) и экстраполировать ее до СопКарги, то получим начало миграции на конец июня, сразу после ледохода. Далее, если провести линию (линия – б) через второй пик хода по Левинским Пескам и пик хода по Игарке (Подлесный, 1948) (линия – а) и продлить ее до октября (нерест яровой расы), то получим, что в качестве конечных пунктов миграции Костино и Верещагино (о них указывал А.В. Подлесный, 1948). При сравнении линий хода следует обратить внимание на их практическую параллельность, которая отражает одинаковую скорость хода для озимой и яровой рас.

В качестве промежуточных нерестилищ следует рассматривать Медвежинское, Полойское, Канощельское и прочие многоостровья и закосья, расположенные на участке «р. Хантайка – ст. Верещагино». О наличии нерестилищ муксуна на указанных многоостровьях говорится в работе А.А. Лобовиковой (1975).

Сопоставление волн нерестовых миграций с наступлением осенней температуры в 4°C на различных участках Енисея и динамикой промысла по Дудинке показало справедливость вывода о различных сроках начала нерестовой миграции у различных субпопуляций муксуна.

Рассмотрим вопрос об осеннем подледном ходе озимой расы. Для этого представим на рисунок 2 поздний ход озимой расы (линия – в). Если начало хода приходится на первую декаду сентября (Подлесный, 1948), то пересечение данной линии с ледоставом (Антонов, 1962) происходит на участке «Игарка – Туруханск», где по весне (июнь) в 1930-х годах проходил лов муксуна. Его считали покатым (Подлесный, 1948), хотя не приводится никаких данных о зрелости гонад. Н.А. Остроумов (1937) характеризовал данного муксуна, как «половое», т.е. неполовозрелый.

Принимая во внимание, что в июне в нижнем течение Енисея нет муксуна со зрелыми половыми продуктами, ставится под сомнение наличие данной волны хода озимой расы, которую более успешно она может осуществить весной следующего года.

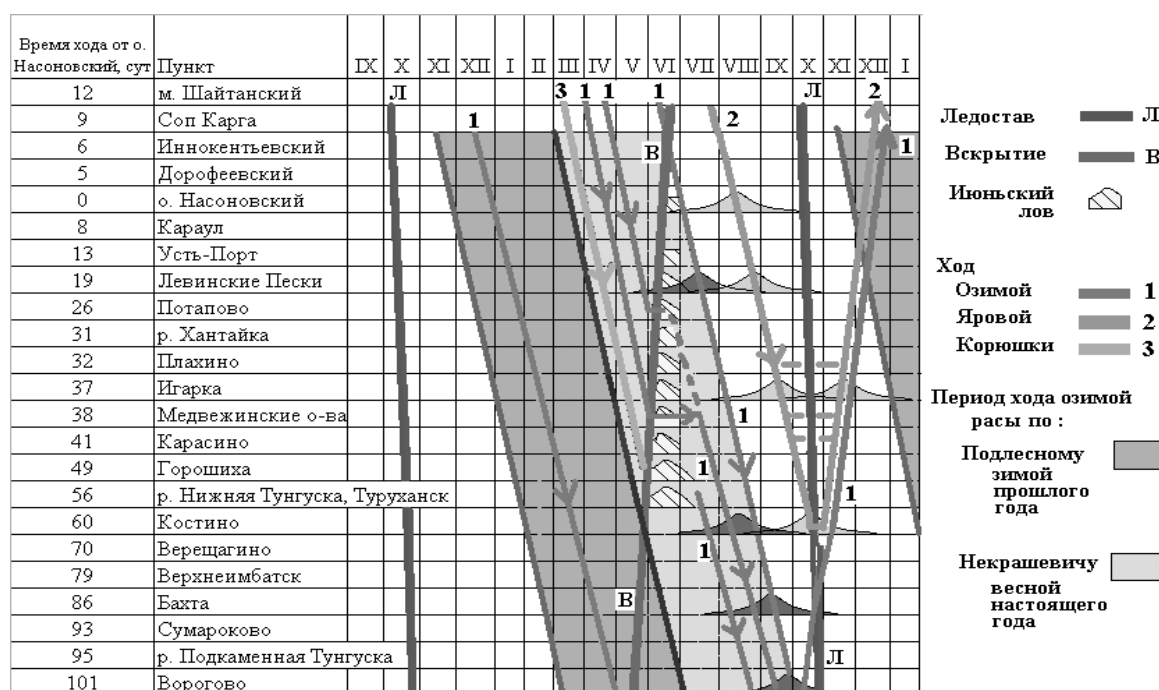


Рисунок 2 – Схема нерестовых миграций енисейского муксуна

На основании проделанного анализа можно сделать вывод о наличии двух субпопуляций у енисейского муксуна: озимой (крупной) и яровой (мелкой). Первая из них является более древним эволюционным продуктом, нерестится она также на более древних нерестилищах в силу имеющегося инстинкта. Ее численность ниже, чем яровой, более

молодой в эволюционном плане субпопуляции. Яровая является следствием уменьшения траты энергии на воспроизводство, так как нерестится недалеко от мест нагула.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Антонов В.С. Енисей: гидролого-навигационный очерк // Тр. ААНИИ. – Л.: Морской транспорт, 1962. – Т. 245. – С. 99.
- Берг Л.С. Список рыб р. Колымы // Ежег. Зоол. Музея. –1908. – Т.13. – С. 70-107.
- Исаченко В.Л. Рыбы Туруханского края, встречающиеся в реке Енисее и Енисейском заливе // Материалы по исследованию Енисея в рыбопромысловом отношении. – Красноярск, 1912. – Вып. 6. – 112 с.
- Куклин А. А. Биологическая характеристика муксуна р. Енисей и перспективы его рыбохозяйственного использования: дисс. ... канд. биол. наук. – Л., 1982. – 158 с.
- Лобовикова А.А. К экологии нереста восточносибирского сига и карской ряпушки // Тр. Красноярского отд. СибНИПКРХ «Вопросы рыбного хозяйства Восточной Сибири». – Красноярск: Красн. кн. изд-во, 1975. – Т. 10. – С. 61-66.
- Михалев Ю.В. и др. Биологическое обоснование размера ячеи ставных сетей для лова муксуна, сига, омуля, осетра // Тр. Красноярского отд. СибНИПКРХ «Вопросы рыбного хозяйства Восточной Сибири». – Красноярск: Красн. Книж. изд-во, 1975. – Т. 10. – С. 74-83.
- Некрашевич Н.Г. К познанию муксуна *Coregonus muksun* (Pallas) р. Енисея // Тр. Биол. инст. ТГУ. – Томск, 1940. – Т. 7. – С. 178-197.
- Ольшанская О. Л. Пойма Нижнего Енисея и ее рыбопромысловое значение // Рыбное хозяйство Восточной Сибири: Тр. Сиб. Отд. ГосНИОРХ. – Красноярск, 1964. – Т. 8. – С. 111-140.
- Остроумов Н.А. Рыбы и рыбный промысел р. Пясины. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1937. – Вып. 30. – 115 с.
- Пирожников П.Л. Питание и пищевые отношения рыб в эстуарных районах моря Лаптевых // Вопросы ихтиологии. – 1955. – Вып. 3. – С. 140-185.
- Подлесный А.В. Муксун *Coregonus muksun* (Pallas). Промыслово-биологический очерк // Тр. Сиб. Отд.ВНИОРХ. – 1948. –Т. 7. – С. 112-146.
- Попов П.А. Морфо-экологическая и промысловая характеристика рыб бассейна реки Танамы как типичной реки Субарктики Сибири: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Томск, 1978. – 21 с.
- Третьяков С.П. Туруханский край. – Зап. РГОП, 1869. – 280 с.
- Тюльпанов М.А. Анализ состояния запасов и реорганизация промысла ценных рыб в низовьях Енисея // Проблемы рыбного хозяйства водоемов Сибири. – Тюмень, 1971. – С. 102-127.

АНАЛИЗ РОДСТВЕННЫХ СВЯЗЕЙ СИГОВ ОЗЕРА ТЕЛЕЦКОЕ ПО ДАННЫМ ПОЛИМОРФИЗМА МИТОХОНДРИАЛЬНОЙ ДНК

Гордон Н.Ю.¹, Балдина С.Н.¹, Мамонтов А.М.², Кириллов В.В.³, Власов С.О.³, Политов Д.В.¹

¹ Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН (ИОГен РАН)

² Лимнологический институт СО РАН (ЛИН СО РАН)

³ Институт водных и экологических проблем СО РАН (ИВЭП СО РАН)

Олиготрофное оз. Телецкое расположено в бассейне верхней Оби на территории Республики Горный Алтай. Среди населяющих его видов рыб выделяются две морфологически различные разновидности сигов рода *Coregonus*, происхождение, статус и родственные связи которых активно дискутируются уже более века. Более крупный малотычинковый телецкий сиг впервые был описан Н.А. Варпаховским в 1900 г. как отдельный вид *C. smitti* Warpachowski. Признавая формальную близость телецкого сига к *C.*

lavaretus, данный автор все же находит у него много существенных морфологических различий не только с европейским, но и с печорским и обским сига́ми. Позднее Л.С. Берг указал на его статус как расы пыжьяна *C. lavaretus pidschian natio smitti* (Гундризер и др., 1981), а поскольку в ряде классификаций пыжьян рассматривается как отдельный от *C. lavaretus* вид, *C. pidschian* (Gmelin), большинство работ начиная с середины XX в. (см., напр, Решетников, 1980) признают телецкого сига конспецифичным пыжьяну. Более мелкий планктоноядный среднетычинковый сиг («сижок») Правдина был описан как *C. pravdinellus* Dulkeit. В дальнейшем А.Н. Гундризер (1962) придает ему подвидовой статус *C. lavaretus pravdinellus*. Поскольку устоявшаяся точка зрения на систематику этих сигов практически отсутствует, для целей нашего исследования две разновидности обозначены как “*smitti*” и “*pravdinellus*”, соответственно, без придания этим названиям таксономического статуса.

До настоящего времени изучение телецких сигов было основано на морфологическом и экологическом анализе (Иогансен, 1948; Гундризер, 1962; Гундризер и др., 1981; Бочкарев, Гафина, 1993; Журавлев, 2003; Бочкарев, Зуйкова, 2006). В то же время молекулярные исследования служат примером высокоэффективного подхода именно в случае такой сложной для морфологического изучения группы, как сиговые рыбы (Бодали и др., 1994; Bernatchez et al., 1996; Reed et al., 1998; Politov et al., 2000; Politov et al., 2004).

В настоящей работе мы провели оценку дивергенции двух симпатрических разновидностей сигов оз. Телецкого между собой и с другими сибирскими популяциями пыжьяновидных сигов на основании изменчивости митохондриального гена ND1. Кроме того, поскольку ранее была выявлена слабая дифференциация по мтДНК от сибирского пыжьяна популяций другого вида сибирских сигов – муксуна (Балдина и др., 2008), мы привлекли для сравнения также материал по этому виду. Всего проанализировано 260 образцов сигов из 17 популяций (таблица 1).

Таблица 1 – Комплексные мтДНК-гаплотипы сигов в исследованных популяциях

Локальность	Комплексный гаплотип	Ase I	Ava II	BsaI I	BspI 286	BstNI	BstUI	Dde I	Dpn II	Hae III	Hha I	Hinc II	Hinf I	Hph I	Msp I	Nci I	Rsa I	Ssp I	Taq I	N
оз. Кузнецкое-То, Р. Печора, пыжьян	PAU71	G	W	W	W	W	A	B	A	W	G	A	W	G	W	A	W	A	A	1
	P3	G	W	W	G	W	A	B	A	W	G	A	W	G	W	A	W	A	A	4
оз. Телецкое, <i>Pravdinellus</i>	P3	G	W	W	G	W	A	B	A	W	G	A	W	G	W	A	W	A	A	32
	F7220	G	W	W2	G	W	A	B	A	W	G	A	W	G	W	A	W	A	A	14
	F7283	G	W	W2	G	W	A	B	B	W	G	A	W	G	W	A	W	A	A	2
	F5908	G	W	W2	G	W	A	B	A	W	G	A	W	G	W	A	W3	A	A	1
	F7258	G	W	W	G	W	A	W	A	W	G	A	W	G	W	A	W	A	A	1
	F7262	G	W	W2	W	W	A	B	A	W	G	A	W1	G	W	A	W	A	A	1
	F7265	A	W	W	G	W	A	B	A	W	G	A	W	G	W	A	W	A	A	1
	F7282	G	W	W2	W	W	A	B	A	W	G	A	W1	G	W	A	W	V1	A	1
оз. Телецкое, <i>Smitti</i>	P3	G	W	W	G	W	A	B	A	W	G	A	W	G	W	A	W	A	A	39
	F7220	G	W	W2	G	W	A	B	A	W	G	A	W	G	W	A	W	A	A	13
	F7283	G	W	W2	G	W	A	B	B	W	G	A	W	G	W	A	W	A	A	1
	S7206	G	W	W	G	W	A	II	A	W	G	A	W	G	W	A	W	A	A	1
	S5989	G	W	W	G	W	A1	B	A	W	G	A	W	G	W	A	W	A	A	1
	M2321	G	W	W	G	W	A	B	A	W	G	A	W	G	W	A	A	A	A	1
	M2327	G	W	W	G	W	A	B	A	W	G	A	W1	G	W	A	W	A	A	2
Нижняя Обь, пыжьян	P3	G	W	W	G	W	A	B	A	W	G	A	W	G	W	A	W	A	A	1
	P1	G	G	W	W	W	A	B	A	O	G	A	W1	G	W	A	W	A	A	2
	P8020	G	G	A	W	N	A	B	A	N	G	A	G	B	V2	A	V	A	A	1
р. Обь искусств. популяция, Ленинградская обл., муксун	M2321	G	W	W	G	W	A	B	A	W	G	A	W	G	W	A	A	A	A	3
	P3	G	W	W	G	W	A	B	A	W	G	A	W	G	W	A	W	A	A	12
	M2327	G	W	W	G	W	A	B	A	W	G	A	W1	G	W	A	W	A	A	1
	PAU71	G	W	W	W	W	A	B	A	W	G	A	W	G	W	A	W	A	A	2

Продолжение таблицы 1

Локальность	Комплек- сный гаплотип	<i>Ase</i> I	<i>Ava</i> II	<i>Bsa</i> I	<i>Bsp</i> 1286	<i>Bst</i> NI	<i>Bst</i> UI	<i>Dde</i> I	<i>Dpn</i> II	<i>Hae</i> III	<i>Hha</i> I	<i>Hinc</i> II	<i>Hinf</i> I	<i>Hph</i> I	<i>Msp</i> I	<i>Nci</i> I	<i>Rsa</i> I	<i>Ssp</i> I	<i>Taq</i> I	N
Западный Ямал, пыжьян	P1	G	G	W	W	W	A	B	A	O	G	A	W1	G	W	A	W	A	A	2
	P3	G	W	W	G	W	A	B	A	W	G	A	W	G	W	A	W	A	A	2
	P158	G	G	W1	W	O	A	B	A	W	G	A	W1	G	W	A	W	A	A	1
Западный Ямал, муксун	P3	G	W	W	G	W	A	B	A	W	G	A	W	G	W	A	W	A	A	6
	M4	G	W	W	G	W	A	M1	A	W	G	A	M1	G	W	A	W	A	A	1
	M9	G	W	M1	G	W	A	B	A	W	G	A	W	G	W	O1	W	A	A	1
	P524	G	W	W	G	W	A	B	A	W	G	A	W	A	W	A	W	A	A	1
Тоджинские озера, Верхний Енисей	P3	G	W	W	G	W	A	B	A	W	G	A	W	G	W	A	W	A	A	11
	Z6436	G	W	W	W	W	A	B	A	W	G	A	W1	G	W	A	W	A	A	1
Р. Нижняя Тунгуска Средний Енисей	O9	A	A	A	A	O1	A	B	A	O1	A	A	G	G	A	A	O1	A	A	3
	BP105	A	G	A	O	O1	A	B	A	W	A	A	G	G	W	A	O	A	A	1
оз. Широкое п-ов Таймыр, муксун	P3	G	W	W	G	W	A	B	A	W	G	A	W	G	W	A	W	A	A	10
	M4150	G	G	W	W	W	A	B	A	W	G	A	W1	G	W	A	W	A	A	1
	M4152	G	G	W	G	W	A	B	A	W	G	A	W	G	W	A	W	A	A	1
Оз. Байкал, озерно-речной сиг	O9	A	A	A	A	O1	A	B	A	O1	A	A	G	G	A	A	O1	A	A	16
	O1	A	G	A	O	O	A	B	A	O	A	A	G	G	A	A	O	A	A	2
оз. Орон Верхняя Лена, <i>Oronensis</i>	Z6412	G	W	W	W	N	A	B	A	W	G	A	W1	G	W	A	W	A	A	16
	Z6436	G	W	W	W	W	A	B	A	W	G	A	W1	G	W	A	W	A	A	2
	Z6410	G	W	W	W	W2	A	B	A	W	G	A	W1	G	W	A	W	A	A	2
	Z6413	A	W	W	W	N	A	B	A	W	G	A	W1	G	W	A	W	A	A	1
	Z6419	G	W	W	W	W	A	B	A	W	G	A	W1	G	W	A	P	A	A	1
	Z6427	A	W	W	W	V2	A	B	A	N	G	A	W1	G	W	A	W	A	A	1
оз. Орон Верхняя Лена, пыжьян	X6446	G	G	W	W	W2	A	B	A	W	G	A	W1	G	W	A	W	A	A	1
	X6448	G	W	W2	W	W2	A	B	A	W	G	A	W1	G	W	A	W3	A	A	1
	Z6412	G	W	W	W	N	A	B	A	W	G	A	W1	G	W	A	W	A	A	3
	M5535	A	W	W	W	W	A	B	A	W	G	A	W1	G	W	A	W	A	A	1
	Z6436	G	W	W	W	W	A	B	A	W	G	A	W1	G	W	A	W	A	A	1
оз.Баунт Верхняя Лена, пыжьян	M5535	A	W	W	W	W	A	B	A	W	G	A	W1	G	W	A	W	A	A	3
	Z6436	G	W	W	W	W	A	B	A	W	G	A	W1	G	W	A	W	A	A	4
	Z6412	G	W	W	W	N	A	B	A	W	G	A	W1	G	W	A	W	A	A	1
оз.Баунт, Верхняя Лена, среднетычинковый	Z6436	G	W	W	W	W	A	B	A	W	G	A	W1	G	W	A	W	A	A	3
	M5535	A	W	W	W	W	A	B	A	W	G	A	W1	G	W	A	W	A	A	1
Оз.Баунт Верхняя Лена, <i>C. baunti</i>	B9522	A	V1	A	W	A	A	B	A	V2	G	A	G	G	V3	V1	N	A	A	1
	M5535	A	W	W	W	W	A	B	A	W	G	A	W1	G	W	A	W	A	A	1
	B9551	G	R	W	V	W	A	B	A	O1	G	G	W1	G	W	A	W	A	G	1
	B9552	A	V1	A	W	N	A	B	A	V2	G	A	G	G	V3	V1	N	A	A	1
Усть-Кут Верхняя Лена, пыжьян	Z6410	G	W	W	W	W2	A	B	A	W	G	A	W1	G	W	A	W	A	A	1
	P303	G	G	W	G	W	A	B	A	O	G	A	W	G	W	A	W	A	A	1
	Z6436	G	W	W	W	W	A	B	A	W	G	A	W1	G	W	A	W	A	A	1
Тит-Ары Вредная Лена, муксун	P3	G	W	W	G	W	A	B	A	W	G	A	W	G	W	A	W	A	A	6
	M5970	G	G	W	W	W	A	B	A	W	G	A	W	G	W	A	W	A	A	2
	M4150	G	G	W	W	W	A	B	A	W	G	A	W1	G	W	A	W	A	A	2
Всего																				260

Примечание: N – наблюдаемая численность данного гаплотипа в выборке; полужирным шрифтом выделены уникальные сочетания рестрикционных спектров, обнаруженные у обеих форм телецких сигов

Проведен анализ полиморфизма длин рестрикционных фрагментов (ПДРФ) гена ND1, амплифицированного в результате полимеразной цепной реакции (ПЦР). Последовательности праймеров и условия ПЦР описаны нами ранее (Politov et al., 2000). Всего использовали 18 рестриктирующих эндонуклеаз (рестриктаз). Определение гаплотипов (см. таблицу 1) проводили в соответствии с ранее полученными данными (Politov

et al., 2000). Для построения дендрограммы сходства популяций по генетическим расстояниям Нея и Таджимы использовали пакет программ REAP.

Из 18 использованных рестриктаз девять: *AvaII*, *BstNI*, *HaeIII*, *HhaI*, *HincII*, *HphI*, *MspI*, *NciI*, *TaqI* не выявили изменчивости у телецких сигов. По *BsaJI* присутствовали два гаплотипа W и W2 у обеих форм, при этом расщепление W2 уникально для телецких сигов и не отмечено ни в одной другой выборке, кроме оронского сига. Одинаковые редкие альтернативные гаплотипы наблюдались у *smitti* и *pravdinellus* по *DpnII* и *HinfI*. По *AseI*, *Bsp1286I* и *SspI* изменчивость наблюдалась только у *pravdinellus*, по *BstUI* – только у *smitti*. По *DdeI*, *RsaI* помимо обычных гаплотипов, обнаружены редкие, которые были разными у *pravdinellus* и *smitti*. По составу комплексных гаплотипов в обеих разновидностях телецких сигов легко заметить преобладание P3, наиболее распространенного гаплотипа сигов Западной Сибири и верховьев Енисея (см. таблицу 1). Комплексный гаплотип F7220 является общим для 27 особей *pravdinellus* и *smitti*. Общим, хотя и редким, является и гаплотип F7283. У *pravdinellus* было обнаружено пять особей с гаплотипами F5908, F7258, F7262, F7265 и F7282, отсутствующими у *smitti*. Четыре редких гаплотипа: S7206, S5989, M2321 и M2327 обнаружены у *smitti*, но отсутствовали у *pravdinellus*. Таким образом, в целом гаплотипический состав обеих разновидностей весьма близок, а различия касаются лишь редких гаплотипов.

Из дендрограммы (рисунок 1) видно, что две разновидности телецких сигов близки друг к другу. При этом телецкие сиги как единая группа кластеризуются вместе с пыжьяновидными сигами Большеземельской тундры, Енисея, Таймыра, а также с муксунами разных мест обитаний. Больше различий с пыжьянами Западного Ямала, нижней Оби и с сигами верховьев Лены. Наиболее существенные различия наблюдаются с озерно-речными сигами Байкала, а также енисейскими речными сигами, родственными байкальскому озерно-речному сигу (Baldina et al., 2007).

Наблюдаемая нами картина дивергенции между симпатрическими озерными «формами» сигов весьма типична для сигов вообще и сигов комплекса *lavaretus-pidschian-chlupeaformis*, в частности. Практически во всех случаях симпатричные «формы» сиговых одного комплекса оказываются генетически более близкими друг к другу, чем к морфологически сходным с ними аллопатрическим «формам», что предусматривает симпатрическое происхождение и недавнюю и/или неполную изоляцию между ними (Hudson et al., 2008). Фактически наблюдаемая картина предусматривает механизм видообразования через усиление экологически обусловленных различий (англ. *ecologically driven reinforcement*), при котором в адаптивном ландшафте имеется более одного пика, и накопление различий симпатричных форм возможно даже при неполной изоляции.

Высокая пластичность морфометрических (положение рта, диаметр глаза, высота хвостового стебля), ряда меристических (в т.ч., числа жаберных тычинок) признаков, которые связаны с типом питания, и экологических особенностей сигов (см., напр., Скрыбин, 1979; Бочкарев, Зуйкова, 2006), не позволяет однозначно разрешить проблемы происхождения и таксономического статуса тех или иных форм без привлечения молекулярно-генетических маркеров и других селективно-нейтральных признаков. На основании представленных данных об изменчивости мтДНК можно с достаточной уверенностью предположить, что сиги, обитающие в Телецком озере, принадлежат к одной филогенетической линии, то есть имеют одного общего предка, от которого они в недавнем эволюционном прошлом произошли. Об этом свидетельствуют низкие оценки дивергенции митохондриального генома между ними. Невысок также и общий уровень их различий с пыжьянами и муксунами ледовитоморского бассейна.

Линия, к которой принадлежат «формы» *smitti* и *pravdinellus*, возникла, вероятно, в верховьях Оби, или, если брать более широкий масштаб, в пост-ледниковых водоемах северного макросклона Алтае-Саянского горного пояса. Дивергенция двух популяций до уровня, морфологически соответствующего видовому статусу, произошла, вероятно, в самом Телецком озере в результате симпатрического видообразования в относительно недавнем

прошлом, вероятно, в среднем и позднем плейстоцене, в последние несколько десятков тысяч лет. Нужно учесть, что возраст ледниковой долины, существовавшей на месте озера, оценивается в 320000 лет и ледники более поздних оледенений в долину не спускались (Лукина, 1991). Поэтому Телецкое озеро могло служить рефугиумом для предковой формы сига. В настоящее время сложно однозначно утверждать, каким путем (или путями) шло заселение озера сигами, но вероятно, правы те исследователи, которые пытаются обратить внимание на южный путь миграции (Кириллов, 1999), например, с востока, из зоны древней байкальской котловины, вдоль кромки тающих ледников южносибирских гор.

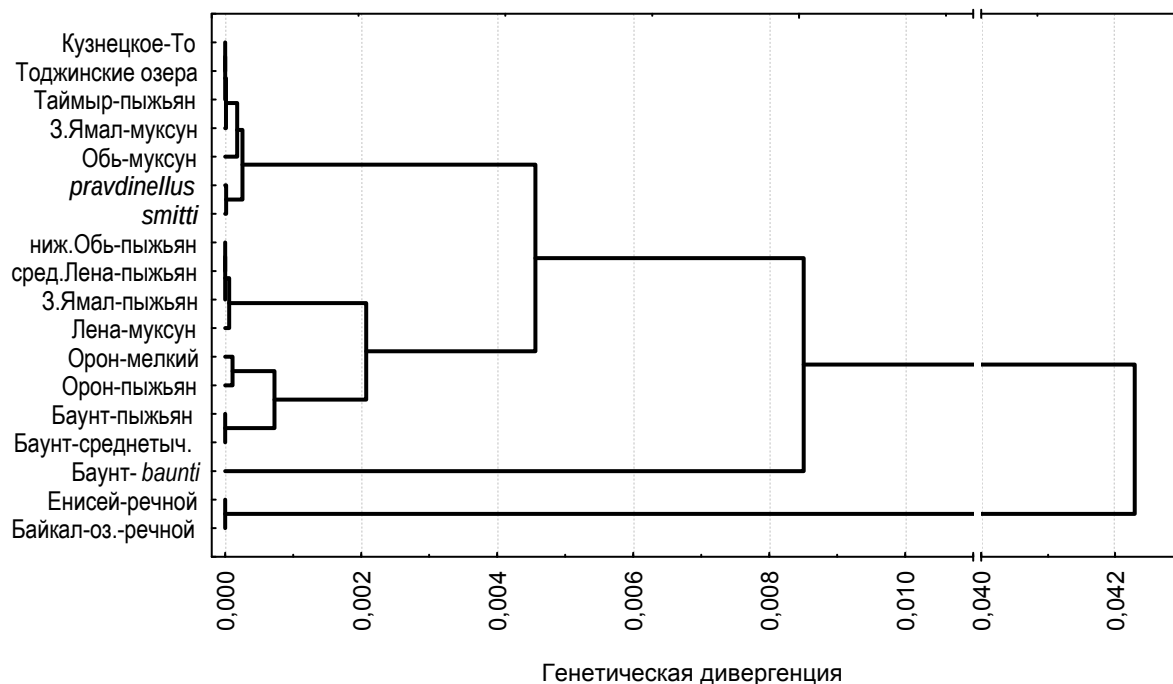


Рисунок 1 – Дендрограмма сходства популяций сига рода *Coregonus* по мтДНК. Обозначения выборок соответствуют таблице 1

Работа поддержана программами фундаментальных исследований Президиума РАН «Биологическое разнообразие» (Подпрограмма «Генофонды и генетическое разнообразие») и «Происхождение биосферы и эволюция био-геологических систем» (Направление II), ОБН РАН «Биоресурсы России: Оценка состояния и фундаментальные основы мониторинга», а также госконтрактом по Программе целевых расходов Президиума РАН «Поддержка молодых ученых» ПМУ-06-03 (рук. Д.В. Политов, исп. С.Н. Балдина). Искренне благодарим за помощь в сборе материала Д. Р. Балданову, Н.А. Бочкарева, А.Г. Бубличенко, М.И. Ковешникова, А.Н. Матвеева, а также команду теплохода Телецкого лимнологического стационара Н.И. Штаера и И.М. Кунгурова.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Балдина С. Н., Гордон Н.Ю., Политов Д.В. Генетическая дифференциация муксуна *Coregonus muksun* (Pallas) и родственных видов сиговых рыб (*Coregonidae*, *Salmoniformes*) Сибири по мтДНК // Генетика. – 2008. – Т. 44. – № 7. – Р. 896-905.
- Бодали Р. А., Вуоринен Д. А., Решетников Ю. С., Рист Д. Д. Генетические связи пяти видов сиговых рыб Сибири // Вопросы ихтиологии. – 1994. – Т. 34. – № 2. – С. 195-203.
- Бочкарев Н. А., Гафина Т. Э. Сравнительная характеристика Телецкого сига и сига Правдина Телецкого озера (Алтайский край) // Сибирский биологический журнал. – 1993. – Т. 2. – С. 64-69.
- Бочкарев Н. А., Зуйкова Е. И. Морфобиологическая и экологическая дифференциация симпатрических сига рода *Coregonus* из Телецкого озера // Зоологический журнал. – 2006. – Т. 85. – № 8. – С. 950-958.

Гундризер А. Н. К биологии сига Правдина из Телецкого озера и р. Бии // Изв. Сиб. отд. АН СССР. – 1962. – Т. 1. – № 4. – С. 111-119.

Гундризер А. Н., Иоганзен Б. Г., Кафанова В. В., Кривошеков Г. М. Рыбы Телецкого озера. – Новосибирск: Наука, 1981. – 159 с.

Журавлев Б. Д. Рыбы бассейна Верхней Оби. – Барнаул: Изд-во Алтайского ун-та, 2003. – 292 с.

Иоганзен Б. Г. Рыбы бассейна реки Оби. – Томск, 1948. – 62 с.

Кириллов С.Д. Метод многомерного статистического анализа в исследованиях по микроэволюции рыб и популяционной структуре вида. – Барнаул, 1999. – 86 с.

Решетников Ю. С. Экология и систематика сиговых рыб. – М.: Наука, 1980. – 301 с.

Лукина Н.В. Молодой грабен Телецкого озера // Природа. – 1991. – №2. – С. 56-64.

Скрябин А. Г. Сиговые рыбы юга Сибири. – Новосибирск: Наука, 1979. – 230 с.

Baldina S. N., Gordon N. Y., Politov D. V. Genetic relationships of the Ussuri cisco, *Coregonus ussuriensis* Berg 1906, in view of mtDNA data // Advances in Limnology. – 2007. – V. 60. – P. 83-89.

Bernatchez L., Vuorinen J. A., Bodaly R. A., Dodson J. J. Genetic evidence for reproductive isolation and multiple origins of sympatric trophic ecotypes of whitefish (*Coregonus*) // Evolution. – 1996. – V. 50. – № 2. – P. 624-635.

Hudson A. G., Vonlanthen P., Müller R., Seehausen O. Review: The geography of speciation and adaptive radiation in coregonines // Advances in Limnology. – 2008. – V. 60. – P. 111-146.

Politov D. V., Bickham J. W., Patton J. C. Molecular phylogeography of Palearctic and Nearctic ciscoes // Ann. Zool. Fennici. – 2004. – V. 41. – P. 13-23.

Politov D. V., Gordon N. Y., Afanasiev K. I., Altukhov Y. P., Bickham J. W. Identification of palearctic coregonid fish species using mtDNA and allozyme genetic markers // Journal of Fish Biology. – 2000. – V. 57 (Supplement A). – P. 57-71.

Reed K. M., Dorschner M. O., Todd T. N., Phillips R. B. Sequence analysis of the mitochondrial DNA control region of ciscoes (genus *Coregonus*): taxonomic implications for the Great Lakes species flock // Molecular Ecology. – 1998. – V. 7. – № 9. – P. 1091-1096.

ОЦЕНКА РАЗЛИЧИЙ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ПОПУЛЯЦИЙ РЕЧНОЙ И ОЗЕРНОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФОРМ ПЕЛЯДИ

Капустина Я.А., Семенченко С.М.

ФГУП «Государственный научно-производственный центр рыбного хозяйства»
(ФГУП «Госрыбцентр»)

Пелядь отличается большой экологической пластичностью по темпу роста и морфологическим признакам. В пределах ареала этот вид сиговых образует ряд эколого-морфологических форм. В частности в Обь-Иртышском бассейне выделяют озерную и речную пелядь. Для правильной интерпретации различий биологических характеристик речной и озерной форм пеляди необходимо установить, насколько эти различия определены генетически и каков уровень этих различий. Необходимо решить, вопрос насколько адекватны с генетических позиций речная и озерная формы пеляди.

Цель работы – изучить генетическую структуру популяций речной и озерной экологических форм пеляди и оценить уровень генетического сходства и различия между ними.

Для достижения данной цели была поставлена следующая задача – выявить особенности генетической структуры популяций речной и озерной экологических форм пеляди на примере популяций р. Ляпина и оз. Ендыря и определить степень генетического сходства между ними, используя метод белкового электрофореза в полиакриламидном геле.

При изучении генетической структуры популяций пеляди из Ляпина и Ендыря методом белкового электрофореза в полиакриламидном геле для отбора проб использовали производителей близких размеров (промысловая длина – от 28 до 33 см). Объем выборки речной экоформы составил 34 экз., озерной – 40 экз. Белковые локусы обозначали в соответствии с номенклатурой, предложенной С. Пракашем с соавторами (Prakash et al., 1969). Частоты генов и генотипов полиморфных белковых локусов рассчитывали по формуле Харди-Вайнберга, ошибку генных частот – по П.Ф. Рокицкому (1974). Уровень полиморфизма (P) и средней гетерозиготности (He) популяций рассчитывали по А.А. Животовскому (1991). Для оценки различий фактических частот генотипов особей ожидаемым, использовали критерий χ^2 (Терентьев, Ростова, 1977). Индексы генетического сходства и различия рассчитывали по М.Нею (1981).

По результатам гистохимического окрашивания на эстеразы, изоцитратдегидрогеназу и миогены выявлено девять локусов: изоцитратдегидрогеназа – Idh-1; эстеразы – Est-1,2,3; миогены – My-1,2,3,4,5. Полиморфны из них: в популяции Ляпина – четыре (Idh-1 Est-3, My-4,5), в популяции Ендыря – три (Est-3, My-4,5) локуса (рисунки 1, 2, 3).

Характеристика полиморфизма электрофоретического спектра белка представлена в таблице 1, уровень гетерозиготности – в таблице 2.

Таблица 1 – Характеристика полиморфизма электрофоретического спектра белков исследованных популяций пеляди

Популяции	Idh-1	Est-1	Est-2	Est-3	My-1	My-2	My-3	My-4	My-5
Р. Ляпин	П(2)**	М	М	П(2)	М	М	М	П(2)	П(2)
Оз. Ендырь	М*	М	М	П(2)	М	М	М	П(2)	П(2)

Примечание: М*– мономорфный локус; П(2)**– полиморфный локус с числом аллелей –два

Таблица 2 – Уровень гетерозиготности исследованных локусов пеляди

Локус	Популяция Ляпина		Популяция Ендыря	
	He (факт.)	He (ожд.)	He (факт.)	He (ожд.)
Idh-1	0,462	0,473	0,000	0,000
Est-3	0,836	0,487	0,863	0,491
Est-2	0,000	0,000	0,000	0,000
Est-1	0,000	0,000	0,000	0,000
My-5	0,784	0,477	0,737	0,233
My-4	0,050	0,289	0,065	0,437
My-3	0,000	0,000	0,000	0,000
My-2	0,000	0,000	0,000	0,000
My-1	0,000	0,000	0,000	0,000
χ^2	29,050*		44,997*	

Примечание: * различия достоверны

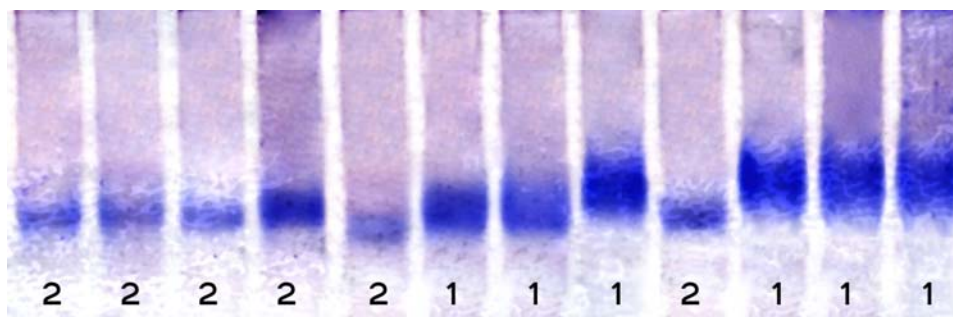


Рисунок 1 – Фрагмент электрофореграммы изоцитратдегидрогеназы мышечных белков пеляди: локус Idh -1; 1 – гетерозигота, 2 – гомозигота

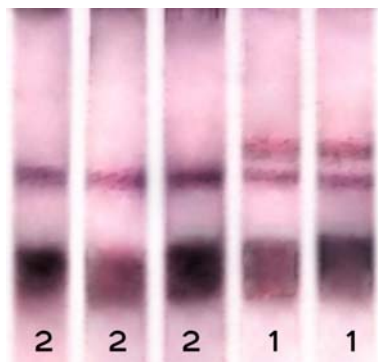


Рисунок 2 – Фрагмент электрофореграммы эстераз мышечных белков пеляди: локус Est -3; 1 – гетерозигота, 2 – гомозигота

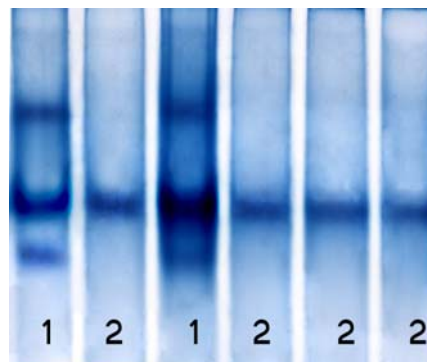


Рисунок 3 – Фрагмент электрофореграммы миогенов пеляди: локус My -5; 1 – гетерозигота, 2 – гомозигота

Суммарные показатели генетической изменчивости (таблица 3) выявили высокую гетерозиготность генома исследованных популяций: популяция пеляди Ляпина имеет более высокий уровень изменчивости по сравнению с популяцией пеляди Ендыря. Уровень полиморфизма популяции Ляпина (44,4%) выше, чем в популяции Ендыря (33,3%), выше полученного в среднем для рыб (30,6%) (Айла, Кайгер, 1988) и согласуется с данными по полиморфности сиговых рыб: уровень полиморфизма сиговых рыб варьирует от 15,2% (чир) до 50% (ряпушка), а пеляди от 18,2% до 33,3% (Сендек, 2000). Уровень гетерозиготности превышает средний для рыб в целом, и для сиговых в частности. Популяция Ляпина – 0,237, популяция Ендыря – 0,185 против 0,078 в среднем для рыб (Айла, Кайгер, 1988) и от 0,052 до 0,153 для сиговых рыб (Сендек, 2000). Гетерозиготность генома исследованных популяций, полученная эмпирическим путем достоверно отличается от ожидаемой (таблицы 2 и 3). Частоты генотипов, рассчитанные по частотам аллелей (фактические и ожидаемые) представлены в таблицах 4 и 5. Фактические частоты генотипов двух исследованных популяций пеляди достоверно различаются ($\chi^2=27,73$).

Таблица 3 – Показатели генетической изменчивости исследованных популяций пеляди

Популяция	P _{0,95}	He (факт.)	He (ожд.)
Р. Ляпин	44,4	0,237	0,192
Оз. Ендырь	33,3	0,185	0,129

По результатам наших исследований, полученным по девяти локусам электрофоретического спектра мышечных белков, две экологические формы пеляди (озерная и речная), представленные популяциями Ляпина и Ендыря достоверно различаются по уровню гетерозиготности, частоте выявленных генотипов, наличием и отсутствием некоторых аллелей.

Таблица 4 – Частоты генотипов по белковым локусам в популяции пеляди Ляпина

Локус	Генотип	Частота генотипа		χ^2	Аллель	Частота аллеля
		Факт.	Ожид.			
Idh-3	Idh-3 ^{AA}	0,154	0,148	0,008	Idh-3 ^A	0,385±0,095
	Idh-3 ^{BB}	0,385	0,379		Idh-3 ^B	0,615±0,095
	Idh-3 ^{AB}	0,462	0,473			
Est-3	Est-3 ^{FF}	0,164	0,339	28,413*	Est-3 ^F	0,582±0,047
	Est-3 ^{SS}	0,000	0,175		Est-3 ^S	0,418±0,047
	Est-3 ^{FS}	0,836	0,487			
My-4	My-4 ^{AA}	0,800	0,681	27,347*	My-4 ^A	0,825±0,042
	My-4 ^{BB}	0,150	0,031		My-4 ^B	0,175±0,042
	My-4 ^{AB}	0,050	0,289			
My-5	My-5 ^{AA}	0,216	0,370	15,366*	My-5 ^A	0,608±0,057
	My-5 ^{BB}	0,000	0,154		My-5 ^B	0,392±0,057
	My-5 ^{AB}	0,784	0,477			

Примечание: *различия достоверны

Таблица 5 – Частоты генотипов по белковым локусам в популяции пеляди Ендыря

Локус	Генотип	Частота генотипа		χ^2	Аллель	Частота аллеля
		Факт.	Ожид.			
Idh-3	Idh-3 ^{AA}	1,000	1,000	-	Idh-3 ^A	1,000±0,000
Est-3	Est-3 ^{FF}	0,137	0,323	29,351*	Est-3 ^F	0,568±0,049
	Est-3 ^{SS}	0,000	0,186		Est-3 ^S	0,431±0,049
	Est-3 ^{FS}	0,863	0,491			
My-4	My-4 ^{AA}	0,645	0,459	22,523*	My-4 ^A	0,677±0,059
	My-4 ^{BB}	0,290	0,104		My-4 ^B	0,323±0,059
	My-4 ^{AB}	0,065	0,0437			
My-5	My-5 ^{AA}	0,263	0,399	6,465	My-5 ^A	0,632±0,078
	My-5 ^{BB}	0,000	0,136		My-5 ^B	0,368±0,078
	My-5 ^{AB}	0,737	0,465			

Примечание: *различия достоверны

Так, по локусу Idh-3, в популяции Ляпина аллель Idh-3^A встречается с частотой 0,385±0,095, аллель Idh-3^B с частотой 0,615±0,095. В популяции Ендыря аллель Idh-3^B не встречается, популяция мономорфна по этому локусу. По локусу Est-3 в исследованных популяциях пеляди генотип Est-3^{SS} отсутствует (ожидаемая частота 0,175 (Ляпин) и 0,186 (Ендырь)), аллели Est-3^F и Est-3^S встречаются с равной частотой. Отличается картина по локусу My-4. Преобладает аллель My-4^A с частотой встречаемости 0,825±0,042 и 0,677±0,059

в популяциях Ляпина и Ендыря, соответственно. По данному локусу наблюдается недостаток гетерозигот. По локусу Му-5 схожая картина в обеих популяциях: не наблюдается генотип Му-5^{BB} (ожидаемая частота 0,154 и 0,136 популяция Ляпина и Ендыря, соответственно) и наблюдается избыток гетерозигот (см. таблицы 4 и 5).

Соотношение фактических частот генотипов популяций пеляди Ляпина и пеляди Ендыря представлено на рисунке 1. Наибольшие различия между популяциями проявляются в соотношении генотипов Idh-3^{AA}, Idh-3^{BB} и Idh-3^{AB}.

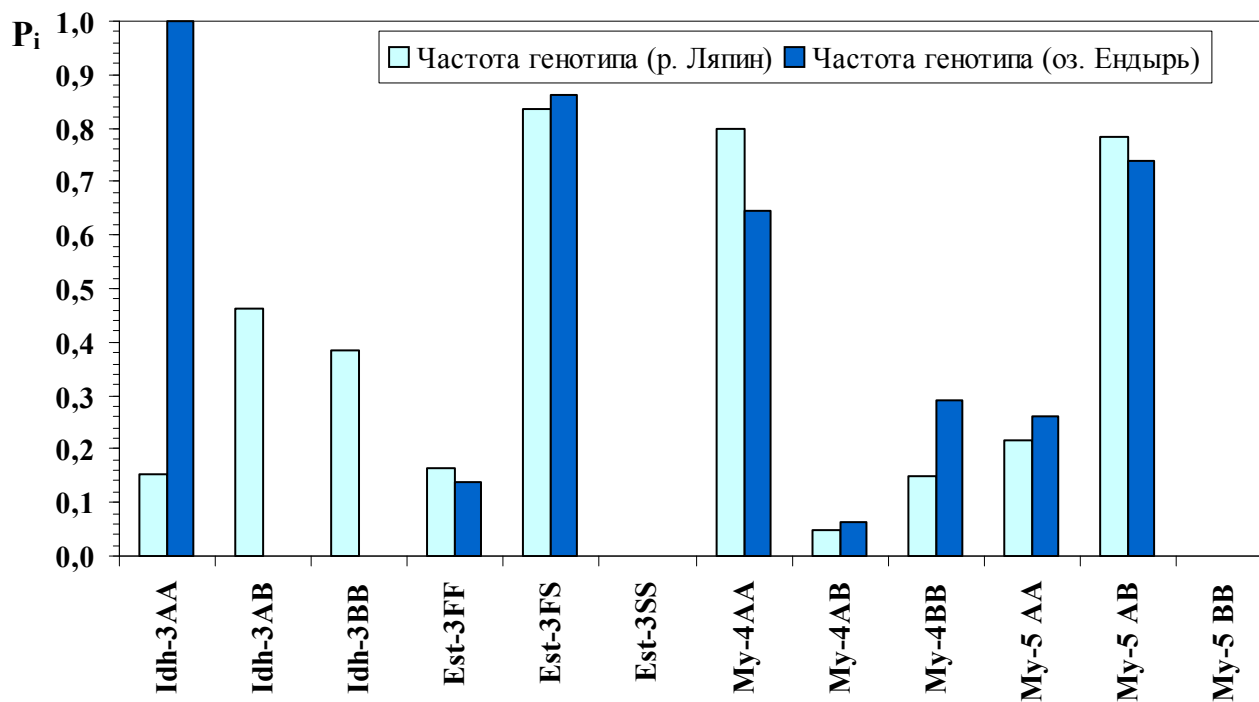


Рисунок 1 - Соотношение фактических частот генотипов исследованных популяций пеляди

Численные оценки генетического сходства и различия популяций пеляди Ляпина и Ендыря, полученные по частотам аллелей составляют: $I_N = 0,946$; $D_N = 0,055$, что соответствует по шкале генетической дифференциации, предложенной Ф. Айала и Дж. Кайгер (1988) уровню различий между локальными популяциями. По данным Д.С. Сендека (2000, 2001), генетическое расстояние (D_N) между тремя популяциями речной формы пеляди (рр. Печора, Обь, Северная Сосьва) не превышает 0,012 (19 локусов). По нашим данным (9 локусов), генетическое расстояние между речной и озерной формами пеляди равно 0,055.

Таким образом, величина генетической дивергенции между речной и озерной формами пеляди выше, чем величина генетической дивергенции между речными формами пеляди. Делая такой вывод, необходимо учитывать: во-первых, недостаточное, для окончательного заключения, количество выявленных локусов в исследовании; во-вторых, сравнивались только одна популяция речной и одна популяция озерной формы. Однако, на данном этапе исследований, можно с уверенностью сказать, что генетическое расстояние между речной и озерной формами пеляди, представленными популяциями Ляпина и Ендыря больше, чем генетическое расстояние между популяциями речной формы пеляди и соответствует уровню локальных популяций. Локальные популяции определены (Алтухов, 1974) как генетически стабильные системы, репродуктивно изолированные сообщества с характерной внутренней гетерогенностью. В пользу репродуктивной изоляции говорит и различная концентрация одних и тех же генов, отличия по присутствию аллелей (Алтухов, 1973).

Таким образом, исследованные популяции показали высокий уровень генетической изменчивости и гетерозиготности генома, последняя характеристика в популяции Ляпина

превышает средние показатели для рыб и сиговых рыб в частности. Эмпирические частоты генотипов двух экологических форм пеляди достоверно различаются. Популяция Ендыря характеризуется отсутствием аллеля *Idh-1^B*. В популяциях не представлены генотипы *Му-5^{BB}*, *Est-3^{SS}*. В популяции Ляпина по локусу *Idh-1* и в популяции Ендыря по локусу *Му-5* фактические частоты генотипов соответствует ожидаемым. По всем остальным локусам эмпирические частоты достоверно отличаются от ожидаемых. Величина генетической дивергенции между двумя исследованными популяциями пеляди (речной и озерной) соответствует уровню локальных популяций и выше полученной при сравнении популяций речных форм.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Айала Ф., Кайгер Дж. Современная генетика. – М.: Мир, 1988. – Т.3. – С. 72-167.
- Алтухов Ю.П. Локальные стада рыб, как генетически стабильные популяционные системы // Биохимическая генетика рыб/Материалы 1-го всесоюзного совещания (Ленинград, 6-9 февраля 1973 г.). – Л., 1973. – С. 43-53.
- Алтухов Ю.П. Популяционная генетика рыб. – М.: Пищевая промышленность, 1974. – 247 с.
- Животовский А.А. Популяционная биометрия. – М.: Наука, 1991. – С. 102-112.
- Ней М. Генетическое расстояние и молекулярная таксономия // Вопросы общей генетики/труды XIV международного генетического конгресса (Москва, 21-30 августа 1978 г.). – М.: Наука, 1981. – С. 7-18.
- Рокицкий П.Ф. Введение в статистическую генетику. – Минск: Высшая школа, 1974. – 446 с.
- Сендек Д.С. Межвидовые и внутривидовые взаимоотношения некоторых рыб севера России по данным изоферментного анализа // Биология, биотехника разведения и промышленного выращивания сиговых рыб / Материалы Всероссийского научно-производственного совещания (19-21 декабря 2001 г.). СибрыбНИИпроект. – Тюмень, 2001. – С. 165-170.
- Сендек Д.С. Филогенетический анализ сиговых рыб сем. *Coregonidae* методом белкового электрофореза: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Санкт-Петербург, 2000. – 22 с.
- Терентьев П.В., Ростова Н.С. Практикум по биометрии. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1977. – 152 с.
- Prakash S., Lewontin R.C., Hubby I.L. A molecular approach to the study of genic heterozygosity in natural populations. IV. Patterns of genic variation in central, marginal and isolated populations of *Drosophila pseudoobscura* // Genetics. – 1969. – V. 61. – P. 841-858.

МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ И ПОПУЛЯЦИОННАЯ СТРУКТУРА МУКСУНА *COREGONUS MUKSUN* (PALLAS)

Костицын В.Г.

Пермское отделение ФГНУ «Государственного научно-исследовательского института
озерного и речного рыбного хозяйства» (ФГНУ «ГосНИОРХ»)

Муксун – наиболее ценный представитель сиговых Голарктики, населяет водоемы Сибири от р. Кары на западе до р. Колымы на востоке (Берг, 1948; Меньшиков, 1946; Новиков, 1966; Кириллов, 1972; Решетников, 1980, 1989, 2002; Черешнев и др., 2002 и др.). Это важнейший объект рыболовства, который в бассейне Оби подвержен существенной динамике (Литвиненко и др., 1996; Крохалевский и др., 2001; Матковский, 2006 и др.), его промысел ведется на многих реках Сибири, обитает также в озерах (бассейн р. Пясины, оз. Глубокое, Мелкое, Лама, Таймыр и др.). В некоторых водоемах образует жилые и симпатричные формы, при этом его внутривидовая структура до конца не исследована. В

бассейнах рек Оленек и Лены обнаружен муксун с малым числом жаберных тычинок (Александрова, Кузнецов, 1968, 1970), который Ф.Н. Кирилловым (1972) выделен в подвид *Coregonus muksun drjagin*, отличающийся от типичной формы *Coregonus muksun muksun* полунижним ртом, слабо скошенной и более узкой рыльной площадкой, длинными грудными плавниками, прогонистым телом. Малотычинковая озерная форма муксуна обнаружена В.И. Романовым (1999) в оз. Лама из системы Норило-Пясинских озер (число тычинок 37-49).

В связи со слабой изученностью муксуна представляет интерес исследование его морфологической изменчивости в половом и размерно-возрастном аспектах, а также провести сравнения популяций из разных мест ареала по комплексу признаков, чему посвящена настоящая статья.

В основу данной работы положены материалы, собранные автором в 1995-1996 гг. в экспедициях ФГУП «Госрыбцентр» при исследовании муксуна в период формирования им преданадромных скоплений в южной части Обской губы.

Основной материал по морфометрии собран в придельтовом участке обских салм, где для отлова сиговых рыб использован 400-метровый распорный невод с шагом ячеи 30-40 мм.

Морфометрический анализ проводился одновременно с полным биологическим анализом муксуна и выполнен автором по стандартной схеме признаков (Правдин, 1966; Решетников, 1980; Зиновьев, Мандрица, 2003) с собственными дополнениями.

Приняты следующие обозначения признаков: L_{sm} – длина рыбы по Смитту, l – длина рыбы до конца чешуйного покрова, P – масса рыбы, a_o – длина рыла, l_{mx} – длина верхней челюсти, h_{mx} – ширина верхней челюсти, p_o – посторбитальное расстояние, h_c – высота головы у затылка, i_o – ширина лба, l_d – длина нижней челюсти, l_c – длина головы, H – наибольшая высота тела, h – наименьшая высота тела, aD – антедорсальное расстояние, pD – постодорсальное расстояние, aP – антепекторальное расстояние, aV – антевентральное расстояние, aA – антеанальное расстояние, $P-V$ – пектовентральное расстояние, $V-A$ – вентроанальное расстояние, pl – длина хвостового стебля, t – толщина тела, lD – длина основания спинного плавника, hD – высота спинного плавника, lA – длина основания анального плавника, hA – высота анального плавника, lP – длина грудного плавника, lV – длина брюшного плавника, l_s – длина жирового плавника. l_{c1} – длина верхней лопасти хвостового плавника, l_{c2} – длина нижней лопасти хвостового плавника, l_{c3} – длина средних лучей хвостового плавника.

Оценка достоверности различий средних арифметических проводилась по критерию Стьюдента. Число степеней свободы рассчитывалось по формуле:

$$v = n_1 + n_2 - 2,$$

где n_1 и n_2 – объемы сравниваемых выборок (Зайцев, 1984).

Статистические расчеты выполнены в приложениях MS «Excel» для Windows, кластерный анализ проведен с помощью вычислительных модулей пакета Statistica 6.0 (Боровиков, Боровиков, 1998).

Половой диморфизм муксуна в меристических признаках слабо выражен. Статистически достоверных различий рыб разных полов в счетных признаках не обнаружено. Близки к таковым различия самок и самцов в числе неветвистых и ветвистых лучей в спинном плавнике и числе неветвистых лучей в анальном плавнике (значения больше у самцов), а также различия в числе ветвистых лучей в последнем (больше у самок).

В категории пластических признаков статистически достоверные различия рыб разных полов обнаружены в 5-ти из 23-х индексов, в том числе в 4-х из 13-ти индексов пропорций тела, в 1-м из 10-ти индексов размеров плавников. У самок выше значения индексов антедорсального и пектовентрального расстояний и наименьшего обхвата тела. Если рассматривать различия, близкие к статистически достоверным, то следует также констатировать то, что у самцов больше относительные длины и высоты всех плавников. У самок, кроме того, больше чем у самцов относительные наибольшая высота, максимальный обхват и толщина тела, антевентральное расстояние.

Размерно-возрастные изменения морфологии довольно существенны и проявляются во всех группах признаков.

В категории меристических в 4-х размерно-возрастных группах (РВГ) статистически достоверным изменениям подвержены 4 из 9-ти признаков – число жаберных тычинок (с возрастом уменьшается), число неветвистых лучей в спинном и анальном плавниках (сначала уменьшается, затем увеличивается) и число позвонков, которые в онтогенезе сначала уменьшаются, потом увеличиваются. Однако, поскольку известно, что число лучей и число позвонков закладываются на ранних этапах развития рыб и их число не меняется с возрастом, то различия по размерным группам скорее всего связаны с особенностями выборок. Однонаправленным изменениям в РВГ подвержены 2 признака, двунаправленным – 7 признаков.

Пластические признаки обнаруживают более существенные изменения с возрастом и ростом, чем счетные. В РВГ статистически значимо преобразуются 24 признака из 32-х, в том числе 5 из 9-ти индексов головы, 11 из 13-ти пропорций тела, 8 из 10-ти относительных размеров плавников (таблица 1). С возрастом и ростом у муксуна почти однонаправленно возрастают относительные длина рыла, межглазничное расстояние, наибольшая высота тела, антевентральное, антеанальное и пекто-вентральное расстояния, толщина тела, одновременно с этим уменьшаются относительные диаметр глаза, длина головы, наименьшая высота тела, антепекторальное расстояние, минимальный обхват туловища, а также длина и высота всех плавников (таблица 1). Зигзагообразные изменения в РВГ претерпевают относительные высота верхней и длина нижней челюстей, антедорсальное расстояние (величины которых сначала уменьшаются, потом увеличиваются), а также относительное постдорсальное расстояние (сначала возрастает, затем уменьшается).

С целью вскрытия закономерностей изменчивости по комплексу признаков осуществлен многомерный кластерный анализ морфологических показателей муксуна. Предварительно выполнялся подбор метрики и метода кластеризации объектов. Проведены расчеты с использованием набора метрик – евклидовой дистанции, квадратичного евклидоваго расстояния, расстояния Манхэттена, процентно-разностной метрики, расстояния Пирсона, а также ряда иерархических агломеративных процедур кластеризации – методами одиночной и полной связи, невзвешенным парно-групповым методом, взвешенным парно-групповым методом и методом Уорда. Биологический смысл математической визуализации результатов (объединение рыб в кластеры в размерно-возрастной последовательности, формирование кластеров в размерно-возрастные группы, состав кластеров) в наибольшей степени выявлен с применением евклидовой метрики при использовании взвешенного парно-группового метода формирования кластеров, а также метода Уорда.

Многомерный анализ онтогенетических изменений пластических признаков у 110-ти разновозрастных особей в интервале длин от 30 до 62 см показал увеличение степени морфологической обособленности особей в популяции с возрастом и ростом при некотором снижении ее к периоду полового созревания, одновременно не выявлено объединения рыб в кластеры по половому признаку (рисунок 1). Наибольшие морфологические дистанции обнаружены у самых крупных рыб. Уровень размерно-возрастной изменчивости муксуна по пластическим признакам намного выше уровня индивидуальной и половой изменчивости, о чем свидетельствует объединение в процессе иерархической классификации рыб в кластеры в размерно-возрастной последовательности.

Таблица 1 – Размерно-возрастная изменчивость индексов пластических признаков муксуна Обской губы (1995-1996 гг.)

Признаки	1. L _{см} =307-393 мм						2. L _{см} =404-499						3. L _{см} =509-548 мм								
	min	Max	M	m	Σ	CV, %	n,экз.	min	max	M	M	Σ	CV, %	N,экз	min	max	M	m	σ	CV, %	n,экз.
L, мм	291	374	340,25	4,02	21,268	6,3	28	384	478	430,52	4,76	26,516	6,2	31	486	519	506,66	1,65	9,352	1,8	32
L _{см} , мм	319	401	367,60	4,11	21,759	5,9	28	413	506	459,21	4,82	26,859	5,8	31	514	549	535,61	1,73	9,779	1,8	32
P, г	255	660	467,68	17,68	93,576	20,0	28	620	1540	1031,94	42,17	234,786	22,8	31	1400	2300	1748,44	33,02	186,791	10,7	32
В % L _{см} :																					
Ao	4,8	5,8	5,25	0,05	0,291	5,5	28	4,7	6,2	5,27	0,06	0,332	6,3	31	4,8	6,1	5,37	0,06	0,326	6,1	32
I _{max}	5,2	6,2	5,64	0,05	0,289	5,1	28	4,9	5,9	5,43	0,04	0,239	4,4	31	5,0	5,9	5,50	0,04	0,253	4,6	32
I _{min}	1,0	1,6	1,28	0,02	0,128	10,0	28	1,0	1,5	1,25	0,02	0,119	9,5	31	1,1	1,5	1,29	0,02	0,111	8,6	32
III	3,1	4,0	3,56	0,04	0,203	5,7	28	2,6	3,3	3,01	0,03	0,172	5,7	31	2,6	3,2	2,85	0,02	0,124	4,4	32
Po	10,1	12,0	11,00	0,08	0,441	4,0	28	10,2	12,8	10,98	0,10	0,554	5,0	31	10,3	11,7	10,87	0,06	0,357	3,3	32
Hc	12,9	15,1	14,12	0,09	0,502	3,6	28	12,9	15,3	14,09	0,11	0,624	4,4	31	13,4	15,9	14,19	0,10	0,571	4,0	32
Io	4,9	6,0	5,52	0,06	0,291	5,3	28	5,2	6,2	5,60	0,05	0,289	5,2	31	5,0	6,1	5,61	0,04	0,234	4,2	32
I _{md}	7,7	9,6	8,74	0,08	0,404	4,6	28	6,5	8,8	8,24	0,08	0,418	5,1	31	5,9	9,4	8,26	0,10	0,579	7,0	32
Lc	18,9	21,6	20,18	0,11	0,566	2,8	28	18,5	20,6	19,51	0,09	0,513	2,6	31	18,0	20,7	19,38	0,09	0,525	2,7	32
H	21,3	24,4	22,80	0,16	0,840	3,7	28	22,1	26,1	23,93	0,22	1,238	5,2	31	21,5	27,4	24,18	0,23	1,280	5,3	32
H	5,9	7,4	6,92	0,06	0,304	4,4	28	6,2	7,7	6,79	0,06	0,323	4,8	31	6,1	7,1	6,62	0,05	0,275	4,2	32
aD	39,2	49,2	41,86	0,34	1,792	4,3	28	38,2	43,6	41,81	0,19	1,037	2,5	31	40,7	44,7	42,60	0,17	0,982	2,3	32
pD	41,5	46,0	43,56	0,21	1,121	2,6	28	41,8	46,4	44,06	0,18	1,024	2,3	31	41,0	45,7	43,19	0,20	1,104	2,6	32
A-P	18,1	20,7	19,29	0,12	0,615	3,2	28	17,3	20,1	18,66	0,12	0,668	3,6	31	16,7	19,3	18,36	0,10	0,559	3,0	32
A-V	43,4	46,3	45,15	0,17	0,917	2,0	28	43,1	47,5	45,30	0,21	1,172	2,6	31	43,2	48,5	45,61	0,21	1,186	2,6	32
A-A	68,4	73,4	70,97	0,22	1,184	1,7	28	69,0	73,3	71,27	0,20	1,098	1,5	31	69,9	76,8	71,76	0,22	1,272	1,8	32
P-V	24,0	27,9	26,44	0,18	0,976	3,7	28	25,0	30,0	27,20	0,20	1,121	4,1	31	25,0	29,4	27,44	0,18	0,977	3,6	31
V-A	24,9	29,2	26,81	0,18	0,967	3,6	28	24,4	28,7	26,63	0,18	0,976	3,7	31	25,2	28,7	26,72	0,16	0,894	3,3	32
Pl	11,7	16,0	13,62	0,18	0,953	7,0	28	11,8	14,5	13,14	0,12	0,649	4,9	31	10,9	14,6	12,73	0,14	0,791	6,2	32
T	8,8	11,0	10,04	0,12	0,614	6,1	28	8,9	11,6	10,46	0,11	0,619	5,9	31	9,7	12,6	11,04	0,13	0,749	6,8	32
ID	10,3	13,4	11,77	0,14	0,766	6,5	28	9,9	13,0	11,53	0,13	0,723	6,3	31	10,3	13,3	11,59	0,14	0,766	6,6	32
hD	15,0	18,6	16,60	0,17	0,892	5,4	28	13,4	16,3	14,68	0,13	0,726	4,9	31	12,5	15,0	13,52	0,12	0,666	4,9	32
IA	10,2	13,0	11,55	0,14	0,751	6,5	28	10,0	12,4	11,31	0,11	0,617	5,5	31	9,2	12,6	11,21	0,14	0,783	7,0	32
hA	10,6	13,2	11,89	0,12	0,631	5,3	28	9,1	13,1	10,87	0,15	0,812	7,5	31	9,6	11,6	10,25	0,08	0,456	4,4	32
IP	13,0	16,7	15,16	0,13	0,666	4,4	28	13,4	15,3	14,32	0,08	0,464	3,2	31	12,2	15,6	13,91	0,12	0,653	4,7	32
IV	15,2	17,6	16,25	0,12	0,657	4,0	28	13,7	16,2	14,86	0,11	0,623	4,2	31	12,6	15,6	14,27	0,11	0,613	4,3	32
Is	6,9	11,0	8,96	0,21	1,114	12,4	28	5,7	10,0	8,06	0,20	1,099	13,6	31	6,8	9,7	8,22	0,13	0,713	8,7	32
IC ₁	16,2	19,8	17,76	0,17	0,889	5,0	28	14,2	17,8	16,31	0,15	0,858	5,3	31	12,7	16,9	15,30	0,16	0,896	5,9	32
IC ₂	16,2	19,8	17,70	0,18	0,941	5,3	28	13,2	17,8	16,02	0,18	1,024	6,4	31	12,3	16,5	15,09	0,16	0,888	5,9	32
IC ₃	4,7	6,2	5,42	0,08	0,409	7,5	28	4,2	7,2	5,30	0,11	0,587	11,1	31	4,2	6,0	4,91	0,08	0,432	8,8	32

Продолжение таблицы 1

Признаки	4. L _{срн} = 551-625 мм						Критерий Стьюдента				Направление изменений в РВГ			
	min	Max	M	m	σ	CV, %	n, экз.	t _{ср} (1-2)	t _{ср} (2-3)	t _{ср} (3-4)	t _{ср} (1-4)	1-2	2-3	3-4
L, мм	500	588	536,65	5,15	23,029	4,3	20	13,1	15,1	5,5	30,1	+	+	+
L _{срн} , мм	526	615	565,30	5,17	23,114	4,1	20	13,0	14,9	5,4	29,9	+	+	+
P, г	1520	3100	2252,00	88,26	394,696	17,5	20	12,5	13,4	5,3	19,8	+	+	+
в % I _{срн} :														
Ao	4,6	6,1	5,34	0,07	0,307	5,7	20	0,9	1,2	0,4	1,0	+	+	-
I _{mx}	4,8	6,1	5,35	0,06	0,276	5,2	20	2,6	1,2	2,0	3,6	-	+	-
I _{min}	1,2	1,8	1,41	0,03	0,151	10,7	20	0,7	1,3	3,2	3,3	-	+	+
III	2,5	2,9	2,71	0,03	0,134	5,0	20	10,1	4,2	3,8	17,5	-	-	-
Po	10,3	12,0	10,99	0,09	0,418	3,8	20	0,4	0,9	1,1	0,0	-	-	+
He	13,1	14,7	13,92	0,12	0,535	3,8	20	0,2	0,6	1,7	1,3	-	+	-
Io	5,1	5,9	5,58	0,05	0,211	3,8	20	1,0	0,2	0,6	0,8	+	=	-
I _{nd}	7,7	9,3	8,36	0,12	0,526	6,3	20	3,8	0,1	0,6	2,7	-	=	+
Le	18,7	21,1	19,48	0,13	0,582	3,0	20	4,5	1,0	0,6	4,2	-	-	+
H	20,7	27,5	24,73	0,43	1,920	7,8	20	5,0	0,8	1,1	4,2	+	+	+
H	6,0	9,5	6,75	0,16	0,717	10,6	20	2,2	2,3	0,8	1,0	-	-	+
aD	40,4	43,8	42,15	0,22	0,989	2,3	20	0,7	3,1	1,6	0,7	-	+	-
pD	42,0	45,5	43,93	0,27	1,186	2,7	20	0,4	3,2	2,2	1,1	+	-	+
A-P	16,6	20,6	18,40	0,22	0,991	5,4	20	4,4	1,9	0,2	3,6	-	-	+
A-V	44,5	48,5	46,50	0,24	1,084	2,3	20	2,0	1,0	2,8	4,5	-	+	+
A-A	68,4	73,6	71,73	0,29	1,311	1,8	20	1,8	1,6	0,1	2,1	+	+	+
P-V	24,7	30,7	28,01	0,33	1,461	5,2	20	3,6	0,9	1,5	4,2	+	+	+
V-A	23,3	30,0	26,33	0,36	1,592	6,0	20	0,8	0,4	1,0	1,2	-	-	-
Pl	10,9	14,2	12,70	0,18	0,803	6,3	20	2,8	2,2	0,2	3,6	-	-	-
T	9,8	13,4	11,69	0,21	0,924	7,9	20	4,9	3,3	2,7	7,0	+	+	+
ID	9,8	13,2	11,52	0,22	0,981	8,5	20	1,0	0,3	0,3	1,0	-	=	-
hD	11,6	13,8	12,80	0,16	0,736	5,7	20	9,3	6,6	3,5	16,1	-	-	-
IA	10,0	13,0	11,28	0,16	0,727	6,4	20	1,4	0,5	0,3	1,3	-	-	+
hA	8,8	12,5	10,13	0,18	0,811	8,0	20	7,2	3,7	0,6	8,1	-	-	-
IP	12,2	14,8	13,72	0,17	0,770	5,6	20	5,8	2,9	0,9	6,8	-	-	-
IV	10,4	14,8	13,35	0,26	1,171	8,8	20	8,6	3,8	3,2	10,0	-	-	-
Is	7,8	9,8	8,88	0,13	0,567	6,4	20	2,1	0,7	3,7	0,3	-	+	+
IC ₁	14,2	16,6	15,46	0,14	0,630	4,1	20	7,3	4,6	0,7	10,5	-	-	+
IC ₂	13,3	16,2	15,23	0,17	0,751	4,9	20	7,5	3,8	0,6	10,1	-	-	+
IC ₃	3,9	6,0	5,13	0,13	0,560	10,9	20	2,5	3,0	1,5	2,0	-	-	+

Примечание: min – минимальное значение, max – максимальное значение, M – среднее арифметическое, σ – среднеквадратичное отклонение, m – ошибка среднего арифметического, CV – коэффициент вариации, t_{ср} – критерий Стьюдента. Здесь и далее подчеркнуты значения критерия Стьюдента, показывающие статистически достоверные различия среднеарифметических значений на 95 % доверительном уровне.

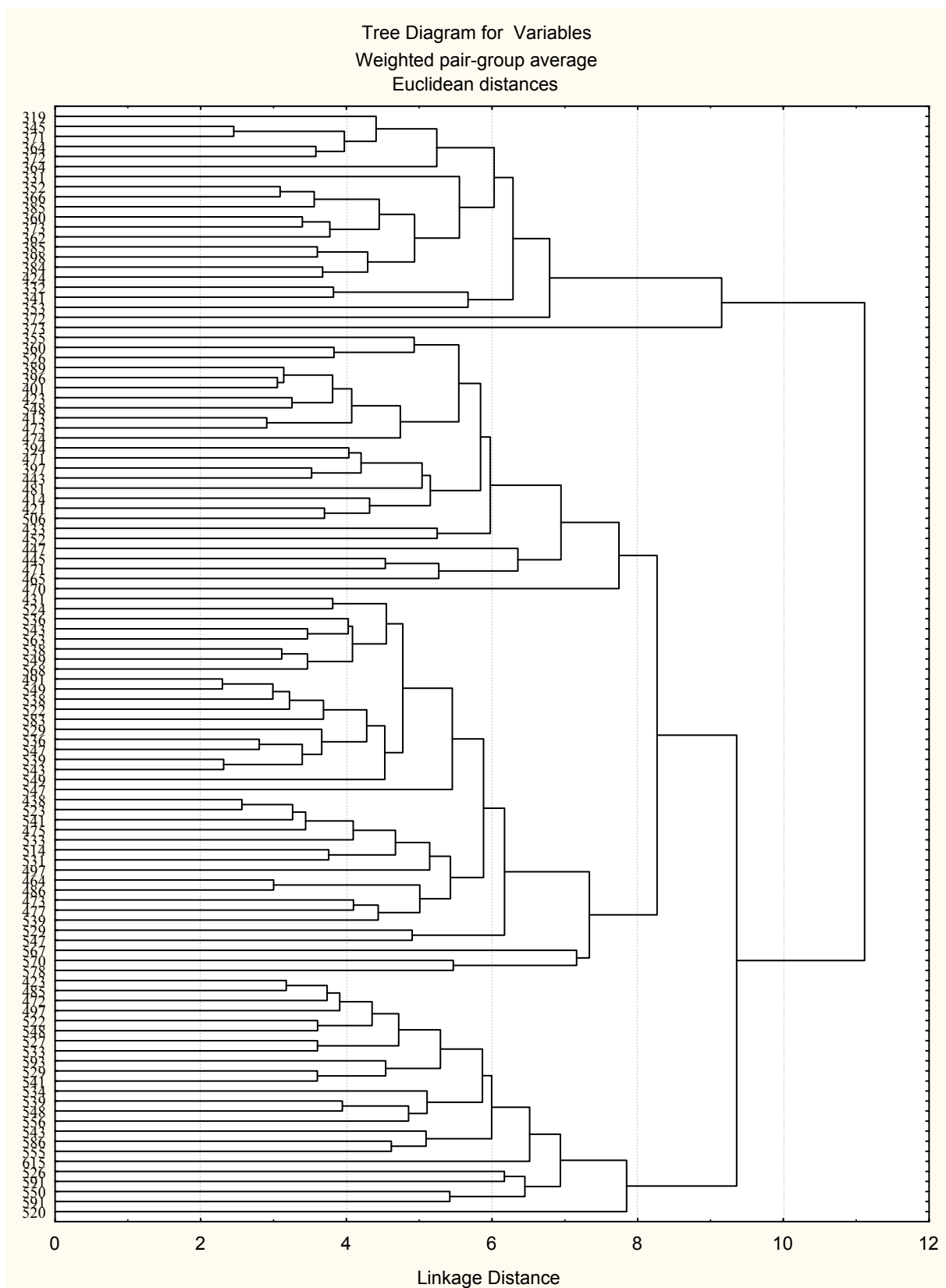


Рисунок 1 – Дендрограмма морфологических различий 110-ти разноразмерных муксунов из Обской губы, рассчитанная взвешенным парно-групповым методом на основе евклидовой метрики по индексам 30-ти пластических признаков. По оси ординат – длина муксунов по Смитту (мм)

Внутривидовая структура. Результаты кластерного анализа 11-ти популяций муксуна из различных водоемов и водотоков в пространстве счетных признаков получены с

применением взвешенного парно-группового метода представлены на рисунке 2. Анализ морфологических описаний в пространстве счетных признаков выявил значительную неоднородность вида *C. muksun* в ареале. Описания муксуна Оби и Обской губы обнаружили наименьшие различия и составили отдельный кластер. Два кластера составили, соответственно, муксуны рр. Гыды, Колымы, Хромской губы, а также рр. Хатанги, Оленька и Лены. В отдельные кластеры выделились популяции оз. Таймыр, а также две малотычинковые популяции муксуна. На самом высоком уровне внутривидовых различий муксун делится на два кластера, один из которых составляют многотычинковые популяции, второй – малотычинковые описания из залива Неелова и р. Оленек. В отношении последних двух (особенно в отношении формы из р. Оленек, обитающей симпатрично с многотычинковым муксуном) имеются веские основания предположить, что авторами был исследован не муксун (Решетников, 2002).

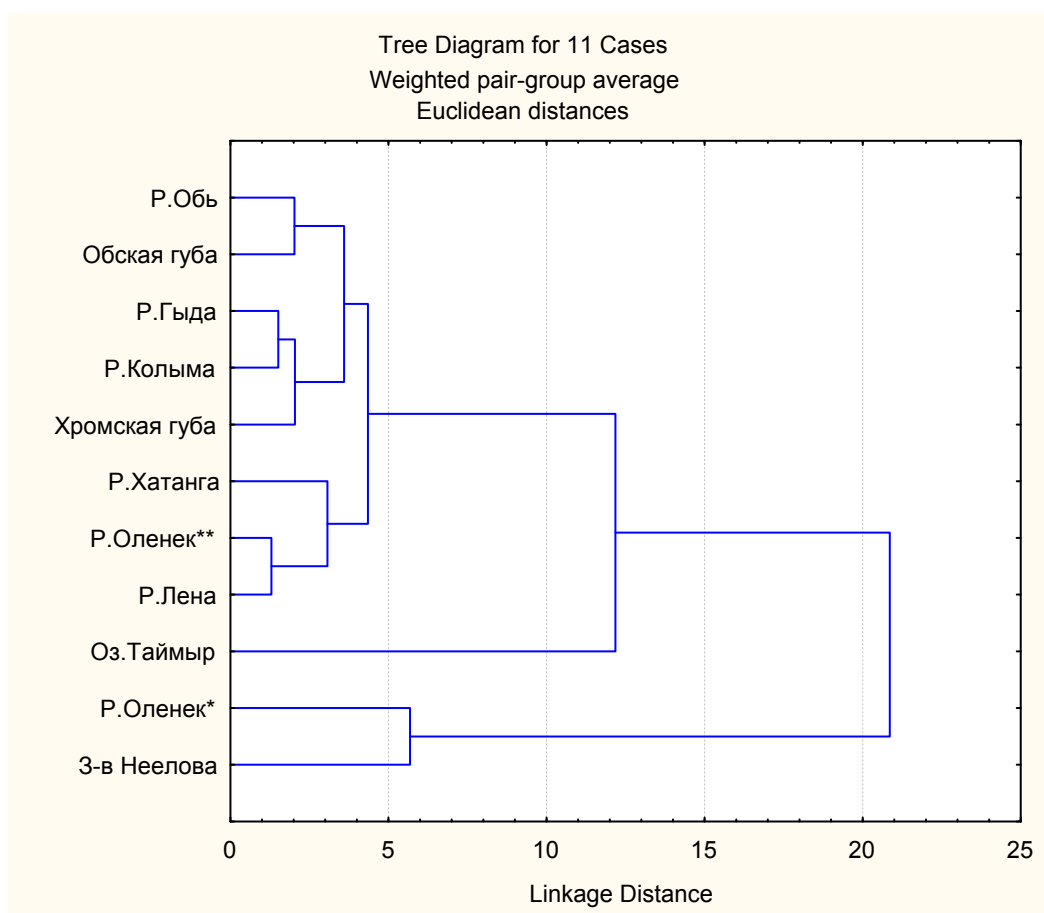


Рисунок 2 – Дендрограмма морфологического сходства 11-ти популяций муксуна, рассчитанная с использованием евклидовой метрики по 6-ти счетным признакам взвешенным парно-групповым методом. Популяции: р. Обь (Меньшиков, (1946), Обская губа (собственные данные), р. Гыда (Есипов, 1941), р. Хатанга (Лукьянчиков, 1967), р.Оленек (Кириллов, 1972), оз. Таймыр (Михин, 1955), р. Лена (Кириллов, 1972; Карантонис и др., 1956), Хромская губа (Тяптиргянов, 1980), р. Колыма (Новиков, 1966; Берг, 1948); малотычинковая форма – р. Оленек* (Кириллов, 1972), 3-в Неелова (Александрова, Кузнецов, 1970)

Таким образом, анализ морфологических описаний муксуна из различных точек ареала по комплексу счетных признаков выявил значительную неоднородность вида *C. muksun*, что требует дополнительных исследований его структуры для выяснения таксономического статуса форм с применением различных методов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Александрова Е.Н., Кузнецов В.В. О внутривидовых формах ленского муксуна *Coregonus muksun* (Pallas) // Вести. МГУ. Биология, почвоведение. –1968. – №1. – С. 28-37.
- Александрова Е.Н., Кузнецов В.В. Дифференциация муксуна р. Лены. 1. Морфометрическая характеристика четырех форм муксуна // Вести. МГУ. Биология, почвоведение. –1970. – № 4. – С. 16-23.
- Берг Л.С. Рыбы пресных вод и сопредельных стран. – М.:АН СССР, 1948. – Т.1. – 468 с.
- Боровиков В.П., Боровиков И.П. STATISTICA – Статистический анализ и обработка данных в среде Windows. – М.: Филинь, 1998. – 608 с.
- Есипов В.К. Муксун *Coregonus muksun* (Pallas) Гыданского залива // Тр. Ин-та полярного земледелия, животноводства и промыслового хоз-ва. – М.-Л.: Главсевморпуть. – 1941. – Вып. 15. – С. 32-37.
- Зиновьев Е.А., Мандрица С.А. Методы исследования пресноводных рыб. – Пермь: Из-во Перм. ун-та, 2003. – 113 с.
- Зайцев Г.Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. – М.: Наука, 1984. – 424 с.
- Карантонис Ф.Э., Кириллов Ф.Н., Мухомедияров Ф.Б. Рыбы среднего течения р. Лены // Тр. Ин-та биологии Якут. фил. АН СССР. – 1956. – С. 1-142.
- Кирилов Ф.Н. Рыбы Якутии. – М.: Наука, 1972. – 360 с.
- Крохалевский В.Р., Андриенко Е.К., Матковский А.К., Огурцова Н.Н., Степанов С.И., Янкова Н.В. Состояние запасов сиговых рыб в Обском бассейне // Биология, биотехника разведения и промышленного выращивания сиговых рыб. Матер. научно-произв. совещ. 19-21 декабря 2001 г. – Тюмень, 2001. – С. 73-78.
- Литвиненко А.И., Крохалевский В.Р., Андриенко Е.К. Основные направления искусственного воспроизводства полупроходных рыб в Обь-Иртышском бассейне // Биологические ресурсы и проблемы развития аквакультуры на водоемах Урала и Западной Сибири. Тез. докл. Всеросс. конфер. (17-18 сент. 1996 г.). СибрыбНИИпроект. – Тюмень, 1996. – С. 87-89.
- Лукьянчиков Ф.Н. Рыбы системы р. Хатанги // Рыбы и кормовые ресурсы бассейнов рек и водохранилищ Восточной сибир. Красноярск. Тр. Красноярского отд. СибНИИРХ. – 1967. – Т. 9. – С. 11-93.
- Матковский А.К. Основные закономерности динамики численности муксуна *Coregonus muksun* реки Обь // Вопросы рыболовства. – 2006. – Т. 7. – № 3(27). – С. 505-521.
- Меньшиков М.И. О географической изменчивости муксуна [*Coregonus muksun* (Pallas)] // Доклады АН СССР. – 1946. – Т. 52. – № 8. – С. 739-742.
- Михин В.С. Рыбы озера Таймыр и Таймырской губы // Тр. ГосНИОРХ. –1955. – Т. 35. – С. 35-43.
- Новиков А.С. Рыбы реки Колымы. – М.: Наука, 1966. – 134 с.
- Решетников Ю.С. Экология и систематика сиговых рыб. – М.: Наука, 1980. – 301 с.
- Решетников Ю.С. *Coregonus muksun* (Pallas, 1814) – муксун // Аннотированный каталог круглоротых и рыб континентальных вод России. – М.: Наука, 1998. – С. 45.
- Решетников Ю.С. *Coregonus muksun* (Pallas, 1814) – муксун // Атлас пресноводных рыб России. – М.: Наука, 2002 – С. 145-147.
- Романов В.И. К вопросу о популяционной структуре муксуна из водоемов Таймыра // Вестн. Томского гос. пед. ун-та. – 1997. – Вып. 7 (16). – С. 38-43.
- Тяптиргянов М.М. Рыбы северо-востока Яно-Индибирской низменности. – М.: Наука, 1980. – 112 с.
- Черешнев И.А., Волобуев В.В., Шестаков А.В., Фролов С.В. Лососевидные рыбы Северо-Востока России. – Владивосток: Дальнаука, 2002. – 496 с.

ФИЛОГЕНЕТИКА И ФИЛОГЕОГРАФИЯ СИГОВЫХ – СРАВНЕНИЕ МОРФОЛОГИЧЕСКОГО И ГЕНЕТИЧЕСКОГО ПОДХОДОВ

Политов Д.В., Гордон Н.Ю., Балдина С.Н.

Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН (ИОГен РАН)

В таксономическом отношении сиговые рыбы (*Coregonidae*, *Salmoniformes*, *Actinopterygii*) представляют одну из наиболее сложных для изучения групп, что обусловлено недостатком четких диагностических морфологических признаков, обилием переходных форм, наличием комплексов близких аллопатрических и симпатрических популяций (экологических рас, разновидностей, стад и т.д.), статус которых непрерывно дискутируется. Так, например, существуют полярные воззрения на количество видов сиговых в континентальной Европе, которое колеблется от двух (Решетников, 1980) до более чем 50 видов (Kottelat, Freyhof, 2007). Стало очевидным, что для сиговых применение чисто морфологического подхода, особенно основанного на малых выборках, приводит к возникновению субъективных классификационных схем и филогенетических реконструкций в зависимости от выбора и веса признаков, которым придается разное таксономическое значение. Столь же мало эффективен такой подход для изучения филогеографии (т.е. внутривидовой филогении) сиговых, установления взаимоотношений между конспецифическими популяциями и анализа путей миграции в плейстоцене и голоцене. Все больше данных поступает и о гибридизации между видами сиговых, что еще больше осложняет их классификацию. Для таких таксономически сложных групп, крайне пластичных морфологически и экологически, весьма эффективно применение признаков с высокой изменчивостью, представленной дискретными вариантами. Оценка и регистрация полиморфизма этих признаков происходит вне зависимости от воли экспериментатора. Наиболее удобными и доступными для анализа признаками подобного рода являются молекулярно-генетические маркеры, основанные на изменчивости ДНК и наследственно обусловленных вариантах белков, в частности, аллозимов, причем в последнем случае первопричиной изменчивости также являются мутации в ДНК. При этом комбинированное использование нескольких классов маркеров, например, клонально наследуемой митохондриальной ДНК (мтДНК) и рекомбинирующих ядерных маркеров (аллозимных и, для случаев недавней дивергенции, микросателлитных локусов) могут стать основой межвидовой и межпопуляционной дифференциации в таксономически сложной группе сиговых рыб.

Традиционное выделение родов сиговых основано на анатомии орбитального кольца (McPhail, Lindsey, 1970) и морфологии назального клапана (Берг, 1948). Две назальные пластинки имеется у собственно сигов рода *Coregonus* и рода *Stenodus* (нельма и белорыбца), одна – у вальков рода *Prosopium*. В целом эта схема находит подтверждение в молекулярных данных. Резкие отличия вальков от остальных сиговых наблюдаются по аллозимам (Bodaly et al., 1991; Vuorinen et al., 1998) и мтДНК (Bodaly et al., 1991; Reist et al., 1998; Politov et al., 2004). Положение рода *Stenodus* менее определено, поскольку многие молекулярные реконструкции помещают нельму в рамки рода *Coregonus*, а не в качестве сестринского для сигов таксона. Так, по аллозимам минимальное расстояние между нельмой и сигадами рода *Coregonus* (0,215) было существенно ниже, чем в пределах рода *Coregonus* (0,382) (Vuorinen et al., 1998). По нашим данным, на основании рестрикционного полиморфизма митохондриального гена ND-1 эти роды все же более дифференцированы между собой, чем виды рода *Coregonus*. Разделение рода *Coregonus* на подроды *Coregonus* и *Leucichthys* (Берг, 1948) на основании положения рта не подтверждается результатами анализа аллозимных и ДНК-маркеров. Молекулярные данные (Bodaly et al., 1991; Reist et al., 1998; Vuorinen et al., 1998; Politov et al., 2000, 2002, 2004, 2007) скорее свидетельствуют о существовании нескольких эволюционных линий (рисунок 1): 1) ряпушек и пеляди; 2) европейского сига, сига-пыжьяна, муксуна; 3) чира; 4) амурского сига; 5) байкальских

сиговых; 6) настоящих омулей и, возможно, некоторых других (тугун). Сиги с верхним и конечным ртом не образуют естественную группу, в данном случае морфология не подтверждает близкое родство таксонов, а лишь является побочным следствием адаптации к специфическим экологическим условиям, а именно к питанию преимущественно планктоном.

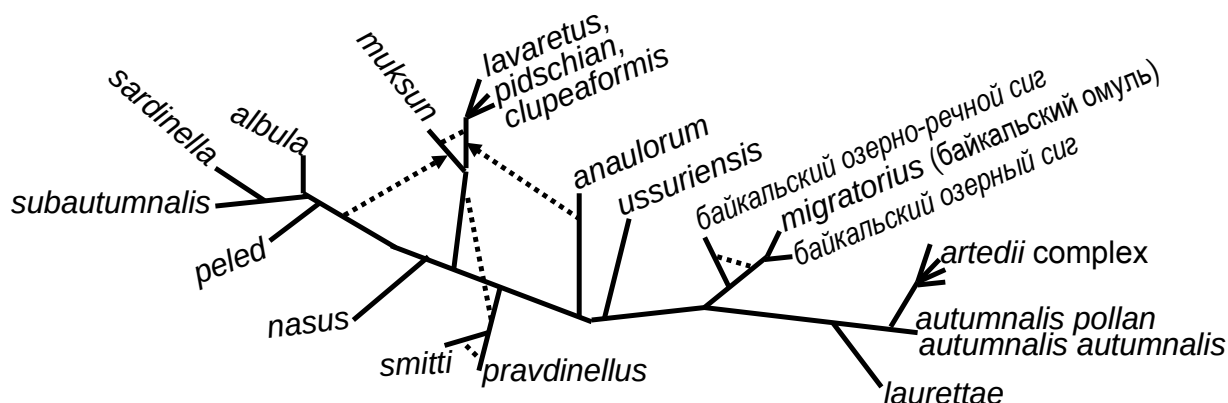


Рисунок 1 – Обобщенная схема филогенетических взаимоотношений сигов р. *Coregonus* по молекулярным данным (источники литературы цитированы в тексте). Пунктирными линиями показаны предполагаемые случаи межвидовой интрогрессии, пунктирные стрелки показывают предполагаемое направление бэкроссинга, т.е. скрещивания с родительской формой. В схему не включены *C. tugun*, *C. huntsmani* и др. виды, положение которых в данной схеме недостаточно определено и заслуживает дальнейшего изучения; европейские сиги объединены в *C. lavaretus*

Данная тенденция особенно ярко проявляется при анализе симпатрических форм, например, пар близких видов, имеющих выраженные адаптации к бенто- и эврифагии, с одной стороны, и к планктофагии, с другой. Байкальские сиговые (омуль, озерный и озерно-речной сиги) представляют собой единую и, по-видимому, близкую к предковой для рода, ветвь, которая, вероятно, дала начало как настоящим сигам, так и настоящим омулям (*C. autumnalis*, *C. laurietae*, *C. artedii complex*). Но омуль, будучи многотычинковым планктофагом с конечным ртом, традиционно относится систематиками-морфологами к комплексу арктического омуля *C. autumnalis*, а два других байкальских вида обозначаются соответственно *C. lavaretus baicalensis* и *C. lavaretus pidschian natio baicalensis*, и должны относиться к пыжьяновидным и даже европейским сигам с нижним ртом. Все имеющиеся к настоящему времени генетические данные свидетельствуют о монофилии данной группы и более близком родстве всей этой линии к сигам с нижним ртом, чем к настоящим омулям, и, следовательно, об инвалидности традиционных видовых названий таксонов. Молекулярные данные, таким образом, свидетельствуют о самостоятельности байкальского омуля как вида и валидности названия *C. migratorius* Georgi. Байкальский озерный сиг практически идентичен байкальскому омулю как по аллозимам, так и по мтДНК, а байкальский озерно-речной сиг отличается по частотам аллозимных локусов (Яхненко, Мамонтов, 2006) и ДНК-маркерам (Politov et al., 2004; Sukhanova et al., 2004), но уровень этих различий также скорее близок к межпопуляционному, чем к межвидовому. Оба байкальских сига заметно отличаются от ледовитоморского пыжьяна, так же как байкальский омуль отличается от арктического на видовом уровне.

Морфологические данные предполагали возможность относить к комплексу арктического омуля и так называемого пенжинского омуля *C. subautumnalis* (Берг, 1948; Черешнев и др., 2002), и даже включать его в состав вида *C. autumnalis* (Решетников, 1980). В то же время молекулярные данные, и частоты аллозимных локусов, и набор гаплотипов мтДНК, однозначно свидетельствуют о принадлежности этой формы с конечным ртом из бассейна Охотского моря к комплексу ряпушек и пеляди (Politov et al., 2007), а именно близости ее к восточносибирским и берингоморским популяциям *C. sardinella*.

Амурский сиг, *C. ussuriensis*, напротив, рассматривался как самостоятельная ветвь эволюции сигов, возможно, близкая к базальным формам рода *Coregonus* (Smith, Todd, 1992), тогда как по мтДНК его дивергенция минимальна с комплексом байкальских сиговых (Baldina et al., 2007).

Пелядь, *C. peled*, часто сближали с омулями на основании конечного положения рта (Решетников, 1977), тогда как генетически она настолько сходна с ряпушками, что едва выделяется из них как по аллозимам, так и особенно по мтДНК. Напротив, так называемые «ряпушки Северной Америки», несмотря на некоторое внешнее сходство с ряпушками, на самом деле представляют собой одну из линий комплекса ледовитоморских омулей, даже более близкую к *C. autumnalis*, чем берингийский омуль (Politov et al., 2004).

Муксун, *C. muksun*, представляет из себя своеобразную морфологическую «химеру» (нижний рот и многотычинковость), и связанные с этим экологические особенности (этот вид – планктобентофаг). Как по аллозимам, так и по мтДНК муксун не дифференцирован от пыжьяна на уровне вида, по крайней мере, муксуны разных бассейнов не образуют отдельного кластера среди пыжьянов (Балдина и др., 2008).

Различия пыжьяна и вострыка разными исследователями оцениваются как существенные, видового ранга (Черешнев et al., 2002) или внутривидовые (Решетников, 1980). Генетически эти симпатрические формы практически идентичны, но состав гаплотипов мтДНК включает две резко отличающиеся линии, одна от пыжьянов, другая весьма своеобразна, но достаточно близка байкальским и амурскому сигам (Baldina et al., 2007).

Телецкие сиги представляют собой пару симпатрических видов или популяций одного вида (обзор см. Бочкарев, Зуйкова, 2006), генетически слабо дифференцированных (см. Гордон и др., наст. том), но имеющих выраженные морфоэкологические различия вследствие специализации с использованием различных ресурсов и экологических ниш. Они представляют собой классическую пару планктофаг (сижок Правдина, *C. pravdinellus*) – бентофаг-эврифаг (телецкий сиг, *C. smitti*). Данный пример, как и многие другие из рассмотренных выше, показывает, что у сиговых недавнее и неполное прекращение потока генов между симпатрическими видами, экологическими «расами» или «формами» не мешает им морфологически и экологически специализироваться. По-видимому, в данном случае мы имеем дело с проявлениями некой общей закономерности, когда морфологическая дивергенция и адаптивная радиация не требуют полной репродуктивной изоляции. Эта закономерность присуща многим бореальным и субарктическим видам как отражение нестабильности среды обитания. В данных условиях видам «невыгодна» необратимая узкая специализация и закрытость генетических систем (полная изоляция от близких видов), поскольку тем из них, которые пошли по такому пути, в условиях нестабильной кормовой базы и вообще крайне лабильных биотических и абиотических условий практически гарантировано быстрое вымирание.

На основе собственных и литературных данных показана широкая распространенность межвидовой (практически все виды рода *Coregonus*) и межродовой (*Coregonus* x *Stenodus*) гибридизации среди сиговых рыб. Широкое распространение межвидовых гибридов зарегистрировано как в водоемах Палеарктики, так и в Северной Америке (Reist et al., 1992). Обоснована точка зрения, согласно которой большинство эволюционных сценариев происхождения видов и форм дискуссионного статуса предусматривают явление сетчатой эволюции (ряпушки, многотычинковые сиги Европы, муксун, пелядь, сиги и омуль Байкала) (Hudson et al., 2008). Появлению гибридов способствует дупликация генома вследствие аллотетраплоидного происхождения сиговых (как и всех лососеобразных), а также неразвитые механизмы этологической, и вообще презиготической, изоляции. Не менее важно и симпатрическое обитание многих видов сиговых, в том числе и совместное использование ими нерестилищ в настоящее время или в прошлом. В течение периодов медленной «когерентной» эволюции гибриды предположительно вовлекаются в возвратные скрещивания с одним или обоими родителями

(Медников и др. 2000), обогащая их генофонд. Этот процесс одно- и двунаправленного обмена генами увеличивает адаптационные возможности популяций сиговых, их «эврипотентность» и скорость адаптации в случае необходимости быстрого приспособления к резко меняющимся условиям среды. Нестабильная среда в периоды «некогерентной» эволюции (Жерихин, 2003) создает новые экологические ниши и способствует сетчатой эволюции с быстрым обособлением «преадаптивных» гибридных форм и развитием механизмов их (по крайней мере частичной) изоляции от родительских видов. Распространенность межвидовой интрогрессии генов у сиговых в природных условиях как в настоящем, так, по-видимому, и в прошлом может служить обоснованием перспективного направления – получения ценных новых форм сигов и других лососеобразных рыб с помощью межвидовой гибридизации. Применение молекулярных маркеров является ключевым в идентификации гибридов, установлении направления и поколения гибридизации.

Работа поддержана программами фундаментальных исследований Президиума РАН «Биологическое разнообразие» (Подпрограмма «Генофонды и генетическое разнообразие») и «Происхождение биосферы и эволюция био-геологических систем» (Направление II), ОBN РАН «Биоресурсы России: Оценка состояния и фундаментальные основы мониторинга», а также госконтрактом по Программе целевых расходов Президиума РАН «Поддержка молодых ученых» ПМУ-06-03 (рук. Д.В. Политов, исп. С.Н. Балдина).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Балдина С. Н., Гордон Н. Ю., Политов Д. В. Генетическая дифференциация муксуна *Coregonus muksun* (Pallas) и родственных видов сиговых рыб (*Coregonidae*, *Salmoniformes*) Сибири по мтДНК // Генетика. – 2008. – V. 44. – № 7. – С. 896-905.

Берг Л. С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. Ч. I. – М.: АН СССР, 1948. – 468 с.

Бочкарев Н. А., Зуйкова Е. И. Морфобиологическая и экологическая дифференциация симпатрических сигов рода *Coregonus* из Телецкого озера // Зоологический журнал. – 2006. – Т. 85. – № 8. – С. 950-958.

Жерихин В. В. Избранные труды. – М.: Т-во науч. изд. КМК, 2003. – 542 с.

Медников Б. М., Шубина Е. А., Мельникова М. Н. Сиговые рыбы: новый механизм репродуктивной изоляции // Журнал общей биологии. – 2000. – Т. 61. – № 4. – С. 393-399.

Решетников Ю. С. Сложные вопросы таксономии сиговых рыб и проблемы зоогеографии // Основы классификации и филогении лососевых рыб. – Л.: ЗИН АН СССР, 1977. – С. 71-78.

Решетников Ю. С. Экология и систематика сиговых рыб. – М.: Наука, 1980. – 301 с.

Черешнев И. А., Волобуев В. В., Шестаков А. В., Фролов С. В. Лососевидные рыбы Северо-Востока России. – Владивосток: Дальнаука, 2002. – 496 с.

Яхненко В. М., Мамонтов А. М. Генетико-биохимический анализ гибридов омуля *Coregonus autumnalis migratorius* и озерно-речного сига *C. lavaretus pidschian* озера Байкал // Вопросы ихтиологии. – 2006. – Т. 46. – № 4. – С. 495-502.

Baldina S. N., Gordon N. Y., Politov D. V. Genetic relationships of the Ussuri cisco, *Coregonus ussuriensis* Berg 1906, in view of mtDNA data // Advances in Limnology. – 2007. – V. 60. – P. 83-89.

Bodaly R. A., Vuorinen J., Ward R. D., Luczynski M., Reist J. D. Genetic comparisons of New and Old World coregonid fishes // Journal of Fish Biology. – 1991. – V. 38. – № 1. – P. 37-51.

Hudson A. G., Vonlanthen P., Müller R., Seehausen O. Review: The geography of speciation and adaptive radiation in coregonines // Advances in Limnology. – 2008. – V. 60. – P. 111-146.

Kottelat M., Freyhof J. Handbook of European Freshwater Fishes. Cornol, Switzerland. – Berlin, Germany, 2007. – 640 p.

McPhail J. D., Lindsey C. C. Freshwater Fishes of Northwestern Canada and Alaska // Bull. Fish. Res. Board of Canada. – 1970. – V. 173. – P. 103-105.

Politov D. V., Gordon N. Y., Afanasiev K. I., Altukhov Y. P., Bickham J. W. Identification of Palearctic coregonid fish species using mtDNA and allozyme genetic markers // Journal of Fish Biology. – 2000. – V. 57 (Suppl.). – P. 51-71.

Politov D. V., Gordon N. Y., Makhrov A. A. Genetic identification and taxonomic relationships of six Siberian *Coregonus* species. Biology and Management of Coregonid Fishes, Archiv fuer Hydrobiologie Special Issues // Advances in Limnology. – 2002. – V. 57. – P. 21-34.

Politov D. V., Bickham J. W., Patton J. C. Molecular phylogeography of Palearctic and Nearctic ciscoes // Annales Zoologici Fennici. – 2004. – V. 41. – P. 23.

Politov D. V., Borovikova E. A., Gordon N. Y. Penzhina river cisco *Coregonus subautumnalis* Kaganovsky does not belong to the Arctic cisco species complex: first genetic evidence based on allozyme data // Advances in Limnology. – 2007. – V. 60. – P. 69-81.

Reist J. D., Vuorinen J., Bodaly R. A. Genetic and morphological identification of coregonid hybrid fishes from Arctic Canada // (ed. by T. N. Todd, M. Luczynski) Polskie Archiwum Hydrobiologii. – 1992. – P. 551-561.

Reist J. D., Maier L. D., Bodaly R. A., Vuorinen J. A., Carmichael T. J. The phylogeny of New and Old World coregonine fishes as revealed by sequence variation in a portion of the d-loop of mitochondrial DNA // Archiw fur Hydrobiologie Special Issues. Advances in Limnology. – 1998. – V. 50. – P. 551-561.

Smith G. R., Todd T. D. Morphological cladistic study of coregonine fishes // (ed. by T. N. Todd, M. Luczynski) Polskie Archiwum Hydrobiologii. – 1992. – P. 479-490.

Sukhanova L. V., Smirnov V. V., Smirnova-Zalumi N. S., Kirilchik S. V., Shimizu I. Grouping of Baikal omul *Coregonus autumnalis migratorius* Georgi within the *C. lavaretus* complex confirmed by using a nuclear DNA marker // Annales Zoologici Fennici. – 2004. – V. 41. – № 1. – P. 41-49.

Vuorinen J. A., Bodaly R. A., Reist J. D., Luczynski M. Phylogeny of five *Prosopium* species with comparisons with other Coregonine fishes based on isozyme electrophoresis // Journal of Fish Biology. – 1998. – V. 53. – № 5. – P. 917-927.

ИЗМЕНЕНИЕ ВЗАИМООТНОШЕНИЙ «ХИЩНИК-ЖЕРТВА» ПОСЛЕ ВСЕЛЕНИЯ РЯПУШКИ В ВОДОЕМЫ БАСЕЙНА РЕКИ ПАСВИК

Попова О.А.¹, Решетников Ю.С.¹, Пер-Арне Амундсен²

¹Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н.Северцова РАН (ИПЭЭ РАН)

²Norwegian College of Fishery Science, University of Tromsø

Известно, что вселение нового вида в водоемы, где он ранее не встречался, часто приводят к резким перестройкам в экосистеме (Решетников и др., 1982; Попова и др., 2005, 2007). Исследования инвазии чужеродных видов представляют новую информацию о структуре и функции самой экосистемы, а также об адаптивных способностях видов-вселенцев изменять свою морфологию, жизненные циклы и генетическую структуру популяции в соответствии с новыми условиями обитания. В этом плане анализ саморасселения ряпушки по системе реки Пасвик представляется весьма интересным.

Исследовалось включение ряпушки (нового вида для бассейна реки) в систему пищевых отношений в водоемах р. Пасвик во время совместных российско-норвежских работ 1991-2008 гг. Река перегорожена несколькими плотинами, образуя систему малопроточных водоемов водохранилищного типа. В настоящее время ихтиофауна реки представлена 15 видами рыб, из которых обычными являются 10, включая 2 вида сиговых (сиг *Coregonus lavaretus* и ряпушка *C. albula*) и 4 вида хищников (кумжа *Salmo trutta*, окунь *Perca fluviatilis*, щука *Esox lucius* и налим *Lota lota*). Сиг является аборигенным видом и

представлен двумя формами (мало- и среднетычинковыми сига́ми). Ряпушка была интродуцирована в оз. Инари в 1950-1960 гг.

Ряпушки (*C. albula*) в бассейне Пасвик ранее не было, но в 1950-е годы ее завозили в оз. Инари из разных водоемов Финляндии. Впервые этот вид отмечен в уловах оз. Инари в 1973 г., но регулярно она стала встречаться с 1978 г. Таким образом, скрытый период ее жизни в озере продолжался 8-12 лет. В 1980-е годы численность ряпушки в озере быстро возрастала: в 1983 г. её улов составил 0,38 т, а максимум в 300 т приходился на 1989 г. (Решетников и др., 2005; Salonen, 1999; Salonen et al., 2005). После резкой вспышки численности и биомассы последовало столь же резкое падение численности, и после 1994 г. её вылов не превышал 10 т. Ряпушка стала спускаться из озера по реке: впервые была отмечена в верхней части р. Пасвик в 1989 г. (Хестефос), а в 1991 г. она появилась уже в Ваггетеме и Рускебукта, в 1992 г. – в Лангватене и Сванвике, в 1993 г. – в Бьорнватене и Скруккебукта, а к середине 1990-х годов ряпушка освоила все водоемы бассейна Пасвик. Затем, как и в оз. Инари, её численность в реке стала падать: улов на уси́лие упал с 1998 г. до 2000 г. на 93%. В настоящее время она образовала два крупных стада в Рускебукте и в Скруккебукте (Решетников и др., 2005; Salonen et al., 2005).

Проведенный морфометрический анализ ряпушки показал, что это типичная европейская ряпушка (*C. albula*) с характерными для нее признаками (позвонков 54-59 и расстояние V-A меньше расстояния A-D) (Решетников, 1980; Решетников и др., 2008). Ряпушка в основном ловилась в пелагиали водоемов, где она обитала вместе со среднетычинковым сегом. По эхолотным съемкам её меньше в профундали, и лишь изредка она встречается в литоральной зоне. В уловах отмечены особи длиной 60-180 мм и массой 2-38 г; максимальные размеры – 18 см при массе 38 г и возраст до 6 лет, т.е. это типичная мелкая форма ряпушки. Рыбы с незрелыми половыми продуктами осенью имели длину 70-98 мм и массу 2-4 г; изредка незрелые особи имели длину 110-120 мм. Начинает созревать ряпушка р. Пасвик при достижении длины 70-80 мм и массы 2-5 г. Как и все сеговые имеет осенний нерест.

Отметим, что вслед за падением численности и биомассы ряпушки отмечалось и снижение темпа роста ряпушки, особенно в верхних водоемах (Рускебукта). Одновременно со снижением среднего размера и массы половозрелых рыб отмечалось снижение веса гонад и абсолютной плодовитости (АП), хотя коэффициенты зрелости и среднее число икринок на единицу веса (ОП) оставались постоянными. В последние годы отмечалась явная тенденция уменьшения минимальной длины впервые нерестующих особей (с 130 мм в 1991 г. до 80 мм в 2004 г.), что мы объясняли сильной конкуренцией в питании и тем, что все водоемы р. Пасвик находятся в зоне сильного промышленного загрязнения (Решетников и др., 1999, 2008; Reshetnikov et al., 2002).

Подробно исследовалось включение ряпушки в систему пищевых связей в водоемах Пасвик в 1990-2008 гг. Ряпушка обитает в пелагиали озерных водохранилищ и питается преимущественно зоопланктоном, редко в её желудках встречается бентос и воздушные насекомые. Фактически она заняла пищевую нишу сига-планктофага, потеснив среднетычинкового сига, который теперь занимает прибрежные биотопы и стал больше потреблять бентос, его численность несколько снизилась. В свою очередь на питание ряпушкой активно переключились некоторые хищные рыбы (Попова и др., 2005; Bohn et al., 2002; Amundsen et al., 1999, 2003).

В бассейне Пасвик живут 4 хищных вида рыб (кумжа, щука, окунь и налим), которые занимают разные биотопы и имеют разные спектры питания. Кумжа обитает преимущественно в пелагиали, где и питается. Щука встречается на всех участках, но больше тяготеет к профундали. Окунь населяет все биотопы, но чаще предпочитает литораль и профундаль. Налим никогда не встречался в пелагиали, его любимые места обитания – профундаль и меньше литораль.

Подробно нами исследовались спектры питания хищных рыб по размерным группам и по годам. У молоди окуня в пище преобладает зоопланктон и бентос, у взрослого – рыба, причем важнейшими объектами являются 9-иглая колюшка и сиги (Попова и др., 2005).

В прошлом (1991-1992 гг.) окунь питался в основном беспозвоночными и 9-иглой колюшкой (*Pungitius pungitius*) и редко сигами (обычно молодью 4-8 см в возрасте 0+ и 1+). Щука и налим длиной свыше 30 см питались в основном сигом (70-100%) и потребляли более крупных особей длиной 7-11 см и в возрасте 2+-5+. В 1991-1992 гг. ряпушка не встречалась в желудках хищников, но попадалась в сетных уловах, а с 1995 г. она заселила все водоемы р. Пасвик и появилась в питании окуня и щуки.

В 1998-2000-х годах окунь питался в основном беспозвоночными и колюшкой, как и раньше, но вместо сига окунь стал использовать ряпушку как второстепенную пищу (10%). Сиг оставался основной пищей щуки (80%), но и ряпушка длиной 5-10 см уже служила ему добавочной пищей (17%). Крупный налим предпочитал молодь сига, а ряпушка еще не отмечалась в его желудках. Кумжа в первые годы появления ряпушки в водоемах переключилась на питание новым видом.

В 2002-2004 гг. ряпушка по-прежнему была не доступна для налима, так как они обитают в разных биотопах. Роль сига снизилась в питании крупных хищников, а в пище окуня сиг совсем отсутствовал. Основную пищу щуки составляли сиги длиной 7-15 см и ряпушка длиной 8-10 см, а дополнительную – молодь окуня и налима. Основной пищей налима стала колюшка длиной 2,7-3,5 см.

В 2008 г. основной пищей окуня были личинки насекомых (ЧВ – 66%), моллюск *Valvata* (25%) и девятииглая колюшка (23%); сиговые рыбы встречались редко (сиг длиной 2-9 см – не более 6,5% и ряпушка длиной 6-10 см – 3,5%). Щука питалась преимущественно ряпушкой длиной 8-12 см (27%), меньше молодью сига длиной 7-11 см (14%), окунем длиной 8-25 см (14%), водяной полевкой длиной 11-14 см (14%). Изредка в её пище встречался налим длиной 19 см (5%) и колюшка длиной 3 см (5%). Основной пищей взрослого налима в литоральной зоне была молодь сига длиной 10-13 см, а в профундали у взрослых рыб была впервые встречена ряпушка длиной 10-11 см; а молодь налима потребляла колюшку длиной 2-3 см и личинок насекомых. Степень воздействия хищных рыб на популяции сиговых в бассейне р. Пасвик различается по годам (таблица).

Таблица – Длина ряпушки (SL, мм) в уловах и в питании хищных рыб

Показатели	Пределы колебаний	Среднее значение	Количество, экз.
2000 г.			
В уловах	7 – 14	9,1	71
В питании окуня	4 – 7	5,5	10
В питании щуки	4 – 12	7,9	10
2004 г.			
В уловах	6 – 16	9,6	270
В питании окуня	6 – 10	7,6	12
В питании щуки	7 – 10	8,7	13
2008 г.			
В уловах	9 – 20	12,4	181
В питании окуня	6 – 11	8,0	2
В питании щуки	7 – 13	10,4	12
В питании налима	10 – 12	11,0	2

Таким образом, ряпушка активно вошла в состав рыбной части сообщества р. Пасвик. В новых для неё водоемах водохранилищного типа она заняла место планктофага и обитает в пелагиали, вытесняя оттуда среднетычинкового сига. Ряпушка появилась в питании окуня и щуки с 1995 г., а с 2008 г. и в питании налима. Роль сига постепенно снижается в питании хищников, но возрастает доля ряпушки.

На протяжении 1991-2008 гг. мы проследили изменение экосистемы водоемов р. Пасвик в ответ на вселение ряпушки и колебания её численности. Основные изменения в структуре рыбного населения можно резюмировать следующим образом:

- ряпушка стала доминантным видом в зоне пелагиали, потеснив оттуда и снизив численность среднетычинкового сига;
- среднетычинковый сиг-планктофаг сместился из пелагиали в профундальную и литоральную зоны;
- произошли изменения в трофических цепях (сменился видовой и размерный состав зоопланктона, среднетычинковый сиг стал меньше потреблять зоопланктонных организмов и перешел на питание организмами бентоса);
- на питание ряпушкой активно переключились некоторые хищные рыбы, доля сига в рационе хищников постепенно снижается, а доля ряпушки увеличивается.

Однако водная экосистема р. Пасвик в целом всё еще находится в стадии перестроек.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Попова О.А., Решетников Ю.С., Амундсен П.-А. Включение вида-вселенца (ряпушка) в трофические цепи водоемов бассейна реки Пасвик // «Чужеродные виды в Голарктике (Борок-2). Тез. Докл. Второго междунар. Симпозиума по изучению инвазийных видов. – Рыбинск-Борок: ИБВВ РАН, 2005. – С. 164-165.

Попова О.А., Решетников Ю.С., Терещенко В.Г. Мониторинг и оценка состояния рыбной части сообщества пресноводных экосистем // Биоиндикация в мониторинге пресноводных экосистем. – Санкт-Петербург: Ин-т озераведения РАН, 2007. – С. 303-309.

Решетников Ю. С. Экология и систематика сиговых рыб. – М.: Наука, 1980. – 301 с.

Решетников Ю.С., Попова О.А., Стерлигова О.П. и др. Изменение структуры рыбного населения эвтрофируемого озера. – М.: Наука, 1982. – 245 с.

Решетников Ю.С., Попова О.А., Кашулин Н.А., Лукин А.А., Амундсен П.-А., Сталдвик Ф. Оценка благополучия рыбной части водного сообщества по результатам морфопатологического анализа рыб // Успехи современной биологии. – 1999. – Т 119. – № 2. – С. 165-177.

Решетников Ю.С., Попова О.А., Амундсен П.-А. Саморасселение ряпушки *Coregonus albula* (Linnaeus, 1758) в водоемах бассейна реки Пасвик // «Чужеродные виды в Голарктике (Борок-2). Тез. Докл. Второго междунар. Симпозиума по изучению инвазийных видов. – Рыбинск-Борок: ИБВВ РАН, 2005. – С. 166-167.

Решетников Ю.С., Попова О.А., Амундсен П.-А. Влияние вида-вселенца на экосистему (на примере ряпушки р. Пасвик) // «Водные экосистемы: трофические уровни проблемы поддержания биоразнообразия. – Вологда, 2008. – С. 347-350.

Amundsen P.-A., Staldvik F. J., Reshetnikov Yu. S., Kashulin N., Lukin A., Bohn T., Sandlund O. T., Popova O.A. Invasion of vendace *Coregonus albula* in a subarctic watercourse // Biological Conservation. – 1999. – № 88. – P. 405-413.

Amundsen P.-A. , Bohn T., Popova O.A., Staldvik F. J., Reshetnikov Yu. S., Kashulin N.A. and Lukin A. A. Ontogenetic niche shifts and resource partitioning in a subarctic piscivore fish guild // Hydrobiologia. – 2003. – V. 497. – P.109-119.

Bohn T., Amundsen P.-A., Popova O. A., Reshetnikov Yu.S. and Staldvik F.S. Predator avoidance by coregonids: Can habitat choice be explained by size-related prey vulnerability //Advances in Limnology 57. Biology and Management of Coregonid Fishes - 1999. (Arch. Hydrobiol.). – 2002. – V. 57. – P. 183-197.

Reshetnikov Yu.S., Popova O.A., Kashulin N.A., Lukin A.A. and P.-A. Amundsen. Development of an index to assess heavy metal pollution on fish populations // Ibidem. – 2002. – V. 57. – P. 221-231.

Salonen E. The vendace stock and fisheries in Lake Inari // Boreal Environ. Research. – 1999. – № 3. – P. 307-319.

Salonen E., P.-A. Amundsen and T. Bohn. Bum and bust development by invading vendace *Coregonus albula* in the subarctic Inari-Pasvik watershed (Finland, Norway and Russia) // *Advanc. Limnol.* – 2005. – № 60. – P. 331-342.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ТАКСОНОМИЧЕСКОМ СТАТУСЕ СИГОВЫХ РЫБ

Решетников Ю.С.

Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н.Северцова РАН (ИПЭЭ РАН)

В настоящее время большинство авторов признают правомочным выделение сиговых рыб в самостоятельное семейство *Coregonidae* Cope, 1872 (Решетников, 1975, 1980, 1995), хотя есть и редкие исключения. Сиговые входят в состав отряда *Salmoniformes*, который раньше включал в себя несколько подотрядов (*Salmonoidei*, *Osmeroidei*, *Esocoidei*, *Galaxioidei*, *Argentinoidei*). В последнее время все подотряды получили ранг самостоятельных отрядов, а в пределах отряда *Salmoniformes* остались только 3 семейства (*Salmonidae*, *Coregonidae* и *Thymallidae*) с 14 родами и примерно 80 видами. В пределах семейства *Coregonidae* различают три рода: *Prosopium* Milner, 1818 – вальки, *Coregonus* Linnaeus, 1758 – собственно сики и *Stenodus* Richardson, 1836 – нельмы. В настоящее время сиговые рыбы большинством авторов рассматриваются в ранге самостоятельного семейства *Coregonidae* в составе отряда лососеобразных рыб *Salmoniformes* (Решетников, 1980, 1995). В семействе насчитывается 3 рода и 30 видов рыб, из них в России обитают все три рода и 15 видов. И.А. Черешнев (1996) выделяет в самостоятельные виды сига-вострыка (*C. anaulorum*) и пенжинского омуля (*C. subautumnalis*). Мы работали с этими видами сиговых и считаем, что нет оснований для выделения их в самостоятельные виды (Решетников, 1980, 2007).

Вопрос о числе видов в составе семейства не такой простой. Деление систематиков на "дробителей" и "объединителей" существовало всегда, и "периоды дробления" чередовались с "периодами объединения" (Мина и др., 2006). Очевидно, в систематике рыб сейчас наблюдается очередной период дробления (Богущая, Насека 2004; Kottelat, Freyhof, 2007). Однако, если раньше дробление обычно производили без специального теоретического обоснования, то теперь, по утверждению "дробителей", они делают это в соответствии с требованиями используемой ими концепции вида. В результате такого дробления получается, что только в Европе обитает 59 видов сиговых рыб, причем полиморфный вид *C. lavaretus* разбивается на 44 вида, а в каждом европейском озере обитает свой вид сигов (Kottelat, Freyhof, 2007). Аналогичная ситуация с гольцами рода *Salvelinus* (32 вида) и лососями рода *Salmo* (28 видов в водоемах Европы). Даже опытный специалист, если он не знает из какого озера взята рыба, не сможет определить вид по этой системе. Для сиговых рыб России эту традицию дробителей продолжили Н.Г. Богущая и А.М. Насека (2004), которые чисто субъективно, не имея никакого материала по сигам, заявляют, что вида *C. lavaretus* в России вообще нет, а вместе него появляется 13 других видов. Более полная критика такого подхода проводится в наших специальных статьях (Мина и др., 2006; Решетников, Лукин, 2006). Если речь идет о видах, то необходимо, чтобы они были действительно диагностируемыми, чтобы не только таксономист, специально занимающийся данной группой рыб, а любой грамотный ихтиолог мог установить видовую принадлежность особей. Иначе выделение видов превращается в самоцель, а классификация становится бесполезной.

Мы неоднократно подчеркивали, что при таком подходе к систематике сигов и описанию новых видов трудно остановиться: практически каждую популяцию мы должны признать самостоятельным видом (Решетников, 1980, 1995; Решетников, Лукин, 2006). Став на путь выделения новых видов сигов, надо отдавать себе отчет, что этот процесс будет идти бесконечно, а бесконечное число видов сделает бесполезным признание такой системы. Есть

и другой подход, когда виды со сложной внутривидовой структурой в ихтиологии рассматриваются как виды-комплексы или полнокомплексные таксономические виды (Решетников, 1980, 2007; Мина, 1986; Савваитова, 1989) с группировками разного иерархического уровня с размытыми границами (виды *C. lavaretus*, *C. autumnalis*, *Salvelinus alpinus*, *Brachymystax lenok* и др.). Подобные сложные комплексы отмечены также среди птиц и насекомых.

Есть основания полагать, что в фауне и флоре высоких широт формирование таких комплексов стимулируется низким уровнем биоразнообразия, недостатком претендентов на те или иные экологические ниши и спецификой кормовой базы. Внутривидовое разнообразие выступает как механизм поддержания экологического разнообразия и более полного освоения невысокой по биомассе и изменчивой по сезонам кормовой базы рыб северных водоемов (Решетников, 1980). Полиморфизм и эврифагия – характерные черты ихтиофауны водоемов Севера Европы и Азии. Сложность структуры северных экосистем Европы и Сибири достигается не за счет большого числа видов (как это наблюдается в Северной Америке или в Африке), а за счет разнообразия внутривидовых форм, которые в энергетическом отношении эквивалентны самостоятельным видам. Поэтому большое внутривидовое разнообразие сиговых и лососевых рыб трактуется нами как результат эволюции северных экосистем по пути увеличения числа внутренних связей и стабильности (Решетников, 1980, 1995, 2000).

Корректируя наши прежние представления о числе видов у сиговых рыб (Решетников, 1980, 1995), мы признаем выделение байкальского омуля в самостоятельный вид *C. migratorius* из чисто прагматических соображений, чтобы не менять видовое название арктического омуля. Возможно, заслуживает самостоятельного видового статуса и килец Онежского озера: он имеет темную окраску, крупные глаза и хорошо выраженный киль из чешуи между анальным и хвостовым плавниками и по совокупности этих признаков хорошо отличается от европейской ряпушки (Решетников, Лукин, 2006).

О происхождении и расселении сиговых рыб часто высказывались противоположные точки зрения. Причину противоречивых суждений следует искать в том, что многие авторы исходили из весьма спорного постулата, согласно которому центр возникновения группы (рода, семейства, отряда) находится там, где больше всего обитает современных видов. Это согласуется с эволюционной теорией Ч. Дарвина и концепцией Н.И. Вавилова о центрах происхождения культурных растений. Так, многие исследователи полагали, что центром возникновения рода *Coregonus*, а может быть и всего семейства *Coregonidae*, является Восточная Сибирь. Однако за редким исключением, невозможно ставить знак равенства между современным местом обитания наибольшего числа видов и центром возникновения группы в целом, что было показано на примере шуковых, сиговых и окуневых рыб (Сычевская, 1988; Решетников, 1980, 1983, 2007 и др.).

Судить о центре происхождения сиговых можно только по палеонтологическим находкам. Подробный обзор всех находок лососеобразных рыб проводится в работе Е.А. Сычевской (1988). Самые древние находки рода *Stenodus* известны из Азии (миоцен), рода *Prosopium* – из Северной Америки (миоцен); в Европе ископаемых остатков сиговых не обнаружено. Самые древние находки лососевых рыб найдены в Азии (эоцен) и Северной Америке (эоцен), в Европе они отмечены позднее (миоцен). Из среднеэоценовых отложений Британской Колумбии описан вид *Eosalmo driftwoodensis*, который по морфологическим признакам занимает промежуточное положение между хариусовыми и лососевыми рыбами. Многие данные свидетельствуют, что в палеогене существовала единая зоогеографическая область – Амфипацифика (или Берингия), которая в виде сухопутного моста охватывала Северную Азию и западную часть Северной Америки (этот мост возникал неоднократно) и где, видимо, следует искать предков сиговых рыб.

Таким образом, основные выводы можно свести к следующим положениям:

- древнейшие находки лососеобразных рыб относятся к эоцену (60-25 млн лет назад) и связаны с амфипацифической сушей (Берингия). Можно предполагать, что уже в олигоцене

произошло разделение на сиговых, лососевых и хариусовых рыб. Это были пресноводные рыбы, живущие в горных и предгорных водоемах. Именно в горных водоемах Северной суши, прилегающей к Тихому океану, может находиться и центр возникновения сиговых рыб как самостоятельной группы;

- с начала неогена (25-9 млн лет назад) существовали три современных рода сиговых. Родиной рода *Stenodus* является Восточная Сибирь, а рода *Prosopium*, скорее всего, – Северная Америка; род *Coregonus* появился позднее, и тоже в Восточной Сибири, а морфологическая и экологическая дивергенция этого рода связаны с проникновением предков современных видов сигов в низинные биотопы и широким расселением в плио-плейстоцене;

- современное видовое разнообразие сиговых рыб (особенно рода *Coregonus*) возникло в плейстоцене (9-1 млн лет назад) и связано с ледниковым похолоданием.

Именно в Амфипацифике в эоцене, скорее всего, и началось зарождение всех лососеобразных рыб, включая и семейство *Coregonidae*. Есть все основания полагать, что со второй половины третичного периода пресноводная ихтиофауна приобретает все более современные черты: в эоцене появляются все современные семейства пресноводных рыб, а с середины плиоцена многие семейства принимают свой облик и по видовому составу. Сегодня мы не можем принять точку зрения И.Ф. Правдина, согласно которой возникновение всех видов сиговых рыб произошло в четвертичный период. Это относится только к некоторым видам рода *Coregonus*.

Современное обилие видов никак не совпадает с Берингией. В России наибольшее число видов сиговых встречается в низовьях Енисея и Пясины (9 видов), а в Великих озерах Северной Америки обитает 9-10 видов (рисунок), и в Америке же встречается и наибольшее число эндемиков.

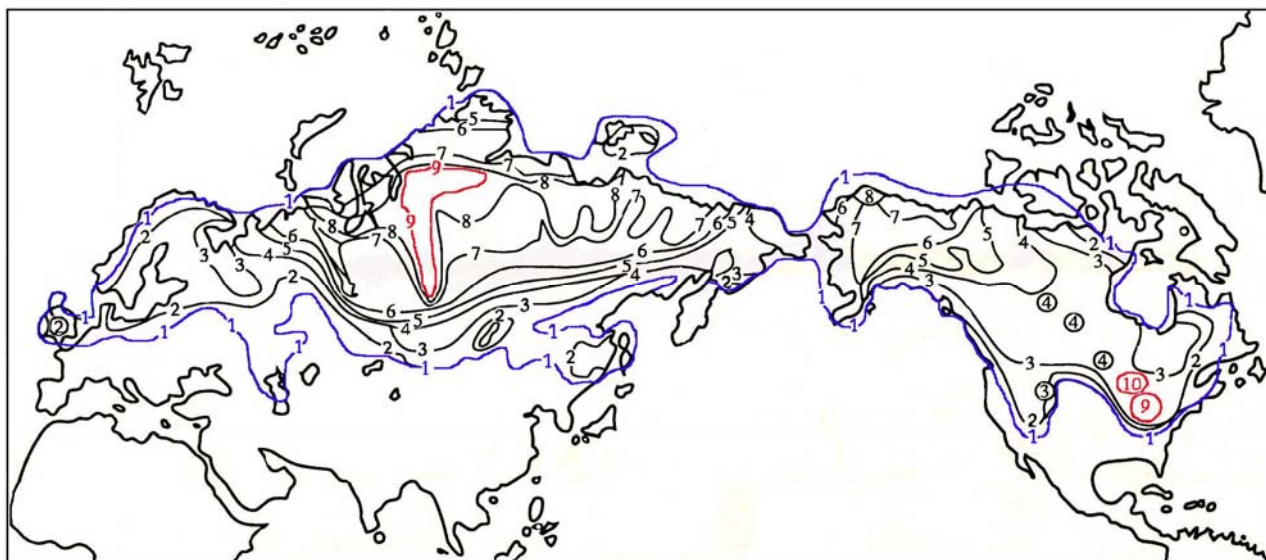


Рисунок – Распределение числа видов сиговых рыб в водоемах Голарктики.

Цифры на изолиниях – число видов

Естественно, что первоначально центры расселения совпадали с центрами возникновения группы. Из центра происхождения в Берингии предки сиговых пошли, с одной стороны, на восток в водоёмы Северной Америки (род *Prosopium*), а с другой стороны на запад – в водоемы Сибири (предки родов *Stenodus* и *Coregonus*). Родиной рода *Prosopium*, скорее всего является Северная Америка, где находится и центр расселения, и центр обилия видов (в том числе и обилие эндемичных видов). Центр возникновения рода *Stenodus* находится в Восточной Сибири, откуда нельма широко расселилась по арктическим водоемам. Род *Coregonus sensu lato* является более молодым родом в семействе сиговых, и его родиной также является Восточная Сибирь, а морфологическая и экологическая дивергенция рода связаны с широким проникновением предков современных видов в озера и

низинные биотопы. Современные данные позволяют предполагать, что центром возникновения и расселения подрода *Coregonus sensu str.* также является Восточная Сибирь, отсюда шло его расселение по водоемам Европы и Америки. Центр возникновения и центр первоначального расселения подрода *Leucithys* также находится в Сибири, но этот подрод имеет два центра видообразования: один – в Сибири, где возник целый ряд эндемичных видов (тугун, пелядь, уссурийский сиг, байкальский омуль), и другой – в Северной Америке (здесь же и новый центр расселения американских ряпушек). Современное видовое разнообразие сиговых рыб (особенно рода *Coregonus sensu lato*) возникло в плейстоцене и связано с ледниковым похолоданием. Полиморфизм вида *C. lavaretus* связан также и с относительной молодостью вида и незавершенностью процессов формообразования. На примере щуковых, окуневых и сиговых рыб показано, что при попадании в водоемы Северной Америки первые вселенцы давали «вспышку» новых видов. Поэтому связь «центров возникновения» с числом современных видов во многом определяется характером эволюционного процесса и особенностями расселения рыб. Более подробно картина расселения сиговых рассматривается в специальной статье (Решетников, 2010).

Таким образом, по современному распространению рыб невозможно судить о «центрах возникновения» группы сиговых рыб в целом. Современные ареалы и наибольшая плотность видов в бассейне Енисея и Великих озер во многом определяются историей четвертичного периода, и не характеризуют собой места возникновения отдельных родов. Места наибольшего современного скопления видов мы называем местами «экологического оптимума». Обилие видов указывает не на центр происхождения группы, а на обилие свободных экологических ниш в недалеком прошлом; в одном случае эволюция пошла по пути формообразования, в другом – видообразования. Поэтому концепция Дарвина-Вавилова, согласно которой центры происхождения находятся там, где больше всего современных видов, на примере сиговых рыб не работает.

По Г.В. Никольскому (1947), все сиви относятся к арктическому пресноводному комплексу. В арктический пресноводный комплекс включались гольцы (*Salvelinus*), нельмы (*Stenodus*), сиви (*Coregonus*), налим (*Lota lota*), черные рыбы (*Dallia*), пресноводные корюшки рода *Osmerus* (Никольский, 1980). Однако из 30 видов сиговых рыб мировой фауны в Арктике встречается только 16 видов, ареал остальных 14 видов никогда не достигает высоких широт. Из наших сиговых это сиг-хадары (*C. chadary*) и уссурийский сиг (*C. ussuriensis*), которые живут в бассейне Амура, далеко от Арктики и не в холодной воде; к ним же примыкает и байкальский омуль (*C. migratorius*). Аналогично шесть видов американских ряпушек, канадский сиг (*C. canadensis*) и четыре вида американских вальков никогда не встречаются в водах Арктики (Решетников, 2007).

Для Арктики характерны виды с циркумполярными ареалами, т.е. широкое распространение растений и животных связано с образованием «круговых» ареалов, простирающихся в долготном направлении на всем протяжении, часто на обоих материках (Евразия и Северная Америка) или во многих северных морях. Среди рыб это наиболее ярко проявляется у обыкновенного сига, арктического гольца, нельмы, обыкновенной щуки, обыкновенного гольяна, налима и четырехролого бычка-рогатки. Широкий ареал от Печоры или даже Англии (включая английский вид *C. pollan*) через всю Сибирь до Северной Америки имеют арктический омуль (*C. autumnalis*), в Сибири и Америке живут сибирская ряпушка (*C. sardinella*) и сибирский хариус (*Thymallus arcticus*). Из морских рыб около 20 видов из разных семейств имеют циркумполярный ареал. Подобные циркумполярные ареалы в Арктике характерны для птиц, насекомых и других групп животных.

Известно, что в Заполярных районах резко выражена ведущая роль тепла (температура воды), а тепло в Арктику поступает вместе с речным стоком, обычно с юга. Существенное влияние оказывает и теплый Гольфстрим, поэтому ихтиофауна Европейской части и Восточной Америки много богаче видами, чем ихтиофауна Чукотки и Аляски. Кроме того, по мере продвижения от Европы к Сибири возрастает доля «чисто арктических» видов. Это хорошо прослеживается по увеличению доли чисто арктических видов в направлении

Европа → Сибирь → Чукотка и Аляска. На Чукотке доля «чисто арктических» видов рыб наибольшая. Только на Чукотке и Аляске встречается типично арктическое семейство *Dallidae*, все виды которого живут в Арктике и нигде более.

Поскольку много видов сиговых рыб живет вне водоемов Арктики (47%), то это заставило нас усомниться в казалось бы общепризнанной истине, что все сиговые рыбы – это типичные представители Арктики (Решетников, 2007; Reshetnikov, 2004). Современное распространение видов связано, главным образом, с Четвертичным периодом, в частности с развитием речных систем в последнее оледенение и таянием ледников (от 25 000 до 10 000 лет назад). Распространение рыб шло по краю ледников по приледниковым озерам и рекам. Отсюда следует, что многие виды сиговых пришли в современные границы Арктики сравнительно недавно по мере освобождения Арктики от ледников. Однако несомненно, что те виды сиговых, которые сегодня живут в Арктике, играют важную роль в составе рыбной части сообщества и являются доминантными видами в пресноводных арктических экосистемах (Решетников, 1994, 2007).

По характеру соотношения двух основных путей эволюции таксонов (адаптивной радиации и канализации) среди арктической ихтиофауны слабо выражен *канализованный путь* (прямолинейная эволюция без ветвей, когда от одного вида через серию новых видов получается новый род с 1 видом), показателем чего является малое число арктических монотипичных родов (среди морских – *Boreogadus*, *Ulcina*, *Rhodichthys*, а среди пресноводных – *Salvelinus*, *Stenodus* и *Lota*). Путь *адаптивной радиации* (многообразие форм) более характерен для Арктики как на уровне видов, так и внутривидовых форм. В ихтиофауне Арктики хорошо представлены таксоны с широкой адаптивной радиацией (роды *Coregonus*, *Salvelinus*, *Lycodes* и др.) и виды со сложной внутривидовой структурой типа надвида (*superspecies*) или вида-комплекса.

Другая характерная черта Арктики – невысокий эндемизм ихтиофауны на уровне семейств (5%), родов (2%) и видов (10%). Так среди всех рыб нет ни одного отряда, эндемичного для Арктики, здесь встречается только одно эндемичное семейство (*Dallidae*), представленное 1 родом и 4 видами. Представители же всех других семейств встречаются не только в Арктике, но и отмечены далеко за её пределами. Для сравнения отметим, что в одном Байкале эндемиков много больше, чем во всей Арктике: 2 эндемичных семейства (*Comphoridae* и *Abyssocottidae*), 8 родов и 34 вида (Атлас пресноводных рыб России, 2002).

В заключении отметим, что сейчас в систематике и зоогеографии широко используются генетические методы, однако окончательно суждение о таксономическом статусе того или рода или вида должно оставаться за специалистом-систематиком.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Атлас пресноводных рыб России / под ред. проф. Ю.С. Решетникова. – М.: Наука, 2002. – Т.1. – 379 с.

Атлас пресноводных рыб России / под ред. проф. Ю.С. Решетникова. – М.: Наука, 2002. – Т.2. – 253 с.

Богуцкая Н.Г., Насека А.М. Каталог бесчерепных и рыб пресных и солоноватых вод России с номенклатурными и таксономическими комментариями. – М.: Т-во науч. изд. КМК, 2004. – 389 с.

Мина М.В. Микроэволюция рыб. Эволюционные аспекты и фенетическое разнообразие. – М.: Наука, 1986. – 206 с.

Мина М.В., Решетников Ю.С., Дгебуадзе Ю.Ю. Таксономические новшества и проблемы пользователей // Вопросы ихтиологии. – 2006. – Т. 46. – № 4. С. 553-557.

Никольский Г.В. О биологической специфике фаунистических комплексов и значении её анализа для зоогеографии // Зоологический журнал. – 1947. – Т. 26. – Вып. 3. – С. 221-232.

Никольский Г.В. Структура вида и закономерности изменчивости рыб. – М.: Пищевая промышленность, 1980. – 182 с.

- Решетников Ю.С. О систематическом положении сиговых рыб // Зоологический журнал. – 1975. – Т. 54. – Вып. 11. – С. 1656-1671.
- Решетников Ю.С. Экология и систематика сиговых рыб. – М.: Наука, 1980. – 301 с.
- Решетников Ю.С. О числе видов, центрах возникновения и центрах расселения сиговых рыб // Лососевые (*Salmonidae*) Карелии. – Петрозаводск: ИБ Кар. АН СССР, 1983. – С. 4-17.
- Решеников Ю.С. Современные проблемы изучения сиговых рыб // Вопросы ихтиологии. – 1995. – Т. 35. – № 2. – С. 156-164.
- Решетников Ю.С. Состояние биоразнообразия и функционирования водных экосистем // Изучение и охрана разнообразия фауны, флоры и основных экосистем Евразии. – М.: ИПЭЭ РАН, 2000. – С. 264-270.
- Решетников Ю.С. Ихтиофауна Арктики // Современные исследования ихтиофауны арктических и южных морей. – Апатиты: ММБИ Кол. НЦ РАН, 2007. – С. 7-33.
- Решетников Ю.С. О центрах возникновения и центрах расселения в связи с распределением числа видов по ареалу на примере сиговых рыб // Сб. посвященный 100-летию со дня рождения Г.В.Никольского. – М.: ИПЭЭ РАН, 2010. (в печати)
- Решетников Ю.С., Лукин А.А. Современное состояние разнообразия сиговых рыб Онежского озера и проблемы определения их видовой принадлежности // Вопросы ихтиологии. – 2006. – Т. 46. – № 6. – С. 732-746.
- Савваитова К.А. Арктические гольцы (структура популяционных систем, перспективы хозяйственного использования). – М.: Агропромиздат, 1989. – 224 с.
- Сычевская Е.К. Происхождение сиговых рыб в свете исторического развития лососевидных (*Salmonoidea*) // Биология сиговых рыб. – М.: Наука, 1988. – С. 17-28.
- Черешнев И.А. Круглоротые и рыбы // Позвоночные животные Северо-Востока России. Раздел 1. – Владивосток: Дальнаука, 1996. – С. 21-61.
- Kottelat M. and J. Freyhof. Handbook of European Freshwater Fishes. – Imprimerie du Democrate SA, Delemont, Switzerland, 2007. – 646 p.
- Reshetnikov Yu.S. Coregonid fishes in Arctic waters // Ann. Zool. Fennici. – 2004. – V. 41. – P. 3-11.

ВЛИЯНИЕ НОВОГО ВИДА-ВСЕЛЕНЦА НА ЭКОСИСТЕМУ

Решетников Ю.С.¹, Попова О.А.¹, Пер-Арне Амундсен²

¹Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н.Северцова РАН (ИПЭЭРАН)

²Norwegian College of Fishery Science, University of Tromsø

Проблема биологических инвазий чужеродных видов стала актуальной со второй половины XX века. Было отмечено, что именно хозяйственная деятельность человека по деформации природных экосистем, в том числе и водных, привела к гигантскому росту числа случаев расширения видами своих естественных ареалов. Известно, что саморасселение или интродукция экзотического вида в районы, где он ранее не встречался, часто приводит к резким перестройкам в экосистеме водоема и потере биологического разнообразия (Решетников и др., 1982; Решетников, 2000; Попова и др., 2005). В ряде случаев эффект от интродукции нового вида подобен экологическому стрессу для экосистемы. В последние годы появилось много данных по рыбам, когда вселение или акклиматизация нового вида оказывались неудачными, и вид не приживался: или для него не подходили условия обитания, или сообщество экосистемы активно сопротивлялось пришельцу и вытесняло его. Численность его постепенно падала до нуля. По нашим экспертным оценкам, даже в случае хорошо продуманного биологического обоснования акклиматизации нового вида успех был всего лишь в 17% от всех попыток вселения рыб в

новые места обитания. Поэтому трудно предсказать, как поведет себя экосистема по отношению к новому пришельцу и его дальнейшую судьбу.

Подобная ситуация наблюдалась нами в Сямозере при вселении в него корюшки (*Osmerus eperlanus*), которая сначала дала резкую вспышку численности и существенно трансформировала схему потоков энергии по пищевым цепям, а потом численность ее пошла на спад под воздействием хищников, паразитов и конкуренции с ряпушкой (Решетников и др., 1982; Стерлигова и др., 2002).

Во время совместных российско-норвежских работ 1991-2008 гг. исследовалось включение ряпушки (нового вида) в систему пищевых отношений в водоемах бассейна р. Пасвик. Пограничная с Норвегией Пасвик берет начало из финского оз. Инари и течет на север, впадая в Баренцево море недалеко от г. Киркинес. Река перегороджена несколькими плотинами, поэтому образует целый каскад водохранилищ с очень медленным течением. В настоящее время ихтиофауна реки представлена 15-ю видами рыбы, из которых обычными являются 10, включая 2 вида сиговых (сиг и ряпушка) и 4 вида хищников (окунь, щука, кумжа и налим). Многие виды рыб имеют довольно широкий спектр питания (эврифаги) с преобладанием бентоса в составе рациона; и при этом среди рыбного населения совсем нет фитофагов и специализированных планктофагов, хотя зоопланктон входит в питание некоторых видов рыб (сиг, окунь, девятииглая колюшка). Сиг (*Coregonus lavaretus*) представлен двумя экологическими формами: малотычинковым (15-30 жаберных тычинок) с преобладанием бентоса в составе пищи и среднетычинковым (29-40 тычинок) со значительной долей зоопланктона в его рационе.

Ряпушки в бассейне Пасвик ранее не было, но в 1960-х годах ее завозили в оз. Инари из разных водоемов Финляндии. Впервые этот вид отмечен в уловах оз. Инари в 1973 г., но регулярно стал встречаться с 1978 г. В 1980-е годы численность ряпушки в озере стала резко возрастать: в 1983 г. её улов составил всего 0,38 т, а в 1989 г. достиг максимального значения в 300 т. После резкой вспышки численности и биомассы ряпушки в начале 1990-х гг. последовало столь же резкое падение её численности в озере, и после 1994 г. её вылов не превышал 10 т. В период максимальной численности в озере она стала спускаться из озера по Пасвик: впервые была отмечена в верхней части реки в 1989 г. (Хестефос), в 1991 г. она появилась ниже по течению (Ваггетем и Рускебукта), в 1992 г. достигла средней части (Лангватн и Сванвик), в 1993 г. – нижней части (Бьорнватн и Скруккебукта), а к середине 1990-х г. ряпушка освоила все водоемы бассейна Пасвик. Как и в оз. Инари, в первые годы после её появления в бассейне р. Пасвик последовала вспышка численности (1995-1998 гг.). В 1995 г. улов на усилие составил 112,5, максимум биомассы отмечен в 1998 г. при улове на усилие 146,0, однако уже к 2000 г. уловы на усилие упали на 93%, достигнув минимума в 2003 г. (0,8). В настоящее время ряпушка образовала два крупных стада в Рускебукта и в Скруккебукта (Попова и др., 2005; Решетников и др., 2005, 2008; Amundsen et al., 1999, 2003; Bohn et al., 2002).

По нашим данным, это типичная европейская ряпушка (*C. albula*) с характерными для нее признаками (позвонков менее 60 и вентроанальное расстояние V-A меньше антедорсального A-D). Ниже приводятся меристические признаки 100 экз. длиной 60-150 мм. D (II) III-IV 7-10, чаще III 9; A (II) III-IV 9-14, чаще III 12; P I 13-15, чаще I 14; V II 8-10, чаще II 10. Жаберных тычинок – 39-49, чаще – 41-43. Число чешуй в боковой линии – 64-84, в среднем – 74,0. Позвонков – 54-59, в среднем – 56. Это типичная мелкая форма европейской ряпушки.

Ряпушка в основном ловится в пелагиали водохранилищ, где она обитает вместе со среднетычинковым сигом; её меньше в профундали, и лишь изредка она попадает в литоральной зоне. В уловах встречались особи длиной 60-160 мм и массой 2-36 г. Рыбы с незрелыми половыми продуктами осенью имели длину 70-98 мм и массу 2-4 г, изредка незрелые рыбы имели длину 110-120 мм. Половозрелыми становились особи при достижении длины 70-80 мм и при массе 2-5 г на втором году жизни. Максимальный возраст 5 лет, максимальная длина – 18 см. Интересно отметить, что вслед за падением биомассы и

численности наблюдалось снижение темпа роста ряпушки, особенно в верхних водоемах реки (Рускебукта). В связи с уменьшением темпа роста и, соответственно, со снижением среднего размера половозрелых рыб, падал и вес гонад, и абсолютная плодовитость (АП), хотя коэффициент зрелости и среднее число икринок на единицу веса (ОП) оставались постоянными.

Особенно удивляло снижение минимальной длины впервые нерестующих рыб в последние годы. В верхнем течении реки (Ваггетем) минимальные размеры половозрелых ряпушек уменьшились со 130 мм в 1991 г. до 82 мм – в 2000 г. и до 80 мм – в 2004 г. Такая же тенденция отмечалась и в нижнем течении реки (Скруккебукта): в 1992-1993 гг. минимальные размеры нерестующих рыб составляли 115 мм, а в 1998-2000 гг. – 90 мм. Нами было выдвинуты 2 причины этого явления: 1) резкое увеличение численности приводит к пищевой конкуренции, а это в свою очередь ведет к снижению темпа роста и более раннему созреванию; 2) загрязнение водоемов тяжелыми металлами явилось основной причиной раннего созревания ряпушки (Решетников и др., 2008). Отметим, что все водоемы Пасвик находятся в зоне сильного промышленного загрязнения, и рыбы имеют многочисленные морфологические аномалии, в том числе и в системе воспроизводства (Решетников и др., 1999; Reshetnikov et al., 2002).

В новых для нее водоемах ряпушка заняла пищевую нишу сига-планктофага, потеснив из пелагиали средне-тычинкового сига, который теперь переселился в прибрежные биотопы и стал больше потреблять бентос, его численность несколько снизилась. Влияние ряпушки сказалось и на видовом и размерном составе зоопланктона: снизился средний размер зоопланктеров, а вместо крупных форм (*Daphnia*) стали преобладать мелкие (*Bosmina*). В свою очередь на питание ряпушкой активно переключились некоторые хищные рыбы.

В прошлом (1991-1992 гг.) окунь питался в основном беспозвоночными и 9-иглой колюшкой (*Pungitius pungitius*) и редко сигами (обычно молодью длиной 4-8 см в возрасте 0+ и 1+). Щука и налим свыше 30 см длиной питались в основном сигом (70-100%) и потребляли более крупных особей сига длиной 7-11 см и в возрасте 2+-5+. В 1991-1992 гг. ряпушка не встречалась в желудках хищников, но уже попадалась в сетных уловах, а с 1995 г. она заселила все водоемы р. Пасвик и впервые появилась в питании окуня и щуки.

В 1998-2000-х годах окунь питался в основном беспозвоночными и колюшкой, как и раньше, но вместо сига окунь стал использовать ряпушку как второстепенную пищу (10%). Сиг оставался основной пищей щуки (80%), но и ряпушка длиной 5-10 см уже служила ей добавочной пищей (17%). Крупный налим предпочитал молодь сига, а ряпушка еще не отмечалась в его желудках. Кумжа сразу перешла на активное потребление ряпушки после её появления в водоеме.

В 2002-2004 гг. ряпушка по-прежнему была не доступна для налима, так как налим и ряпушка занимают разные биотопы. Роль сига снизилась в питании крупных хищников, а в пище окуня сиг совсем отсутствовал. Основную пищу щуки составляли сиги длиной 7-15 см и ряпушка длиной 8-10 см, а дополнительную – молодь окуня и налима. Основной пищей налима стала колюшка длиной 2,7-3,5 см.

В сборах 2008 г. впервые ряпушка появилась в желудках налима, оставаясь по-прежнему ведущим видом корма у кумжи и одним из главных кормов в питании щуки. Степень воздействия хищных рыб на популяции сиговых в бассейне р. Пасвик различается по годам.

Таким образом, ряпушка активно вошла в состав рыбной части сообщества экосистем бассейна Пасвик. В новых водоемах водохранилищного типа она заняла место планктофага и стала доминантным видом в зоне пелагиали, потеснив оттуда и снизив численность среднетычинкового сига. После попадания ряпушки в новые водоемы в структуре их рыбного населения стали происходить изменения. Существенные изменения произошли в трофических цепях: сменился состав видов и размерный состав в зоопланктоне (снизился средний размер организмов зоопланктона), спектр питания среднетычинкового сига стал

больше включать организмы бентоса; в рационе щуки, окуни и кумжи постоянно возрастает доля ряпушки и падает доля сига. Даже налим в последние годы стал потреблять ряпушку.

Отметим, что порой экосистема сама сразу отторгает пришельца из-за несоответствия условий обитания водоема требованиям пришельца. Но чаще экосистема переживает несколько различных фаз в соответствии с колебаниями численности нового вида в ходе его инвазии в водоем:

- «латентный» или скрытый период (медленное нарастание численности пришельца), освоение им разных биотопов и разных пищевых объектов, способность избегать хищников и находить пригодные для нереста места);
- «фаза взрыва» (период резкого увеличения численности и биомассы вселенца, так называемы «эффект акклиматизации»);
- «фаза столь же резкого падения численности» из-за воздействия хищников, паразитов и конкуренции с другими видами;
- период колебаний численности пришельца разной амплитуды и длительности;
- «фаза стабилизации», когда экосистема «принимает» вселенца, включает его в систему пищевых взаимоотношений, а он одновременно меняется и «притирается» к новым условиям; происходит натурализация нового вида.

Мы наблюдали лишь два первых периода в этом процессе инвазии ряпушки в экосистему р. Пасвик и пришли к заключению, что водная экосистема р. Пасвик в целом все еще находится в стадии перестроек.

Отметим, что исследования инвазии чужеродных видов предоставляют новую информацию о структуре и функции самой экосистемы, а также об адаптивных способностях видов-вселенцев изменять свою морфологию, жизненные циклы и генетическую структуру популяции в соответствии с новыми условиями обитания.

В последнее время нередко подчеркивается опасность от внедрения в экосистему чужеродного вида. Его появление рассматривается как инвазия или агрессия, способная разрушить экосистему. Всем хорошо известны плачевные результаты от инвазии гребневика мнемипсиса *Mnemiopsis leidyi* в бассейн Каспийского и Черного морей, который вызвал резкие изменения во всей экосистеме, начиная с планктона и кончая рыбами. С другой стороны, акклиматизация камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* в Баренцевом море и саморасселение тюльки *Clupeonella cultriventris* по системе волжских водохранилищ имеет не только отрицательные, но и положительные стороны.

Хотелось бы подчеркнуть, что порой экосистема сама справляется с пришельцем. Сегодня, гребневик уже не так и страшен, нашлись организмы, способные сдерживать рост его численности. После вселения нового вида экосистема проходит несколько фаз и завершается все «фазой стабилизации», когда экосистема «ставит пришельца на место».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Попова О.А., Решетников Ю.С., Амундсен П.-А. Включение вида - вселенца (ряпушка) в трофические цепи водоемов в бассейне реки Пасвик // «Чужеродные виды в Голарктике (Борок-2). Тез. Докл. Второго междунар. симпозиума по изучению инвазийных видов. – Рыбинск-Борок: ИБВВ РАН, 2005. – С. 164-165.

Решетников Ю.С. Состояние биоразнообразия и функционирования водных экосистем // Изучение и охрана разнообразия фауны, флоры и основных экосистем Евразии. – М.: ИПЭЭ РАН, 2000. – С. 264-270.

Решетников Ю.С., Попова О.А., Кашулин Н.А., Лукин А.А., Амундсен П.-А., Сталдвик Ф. Оценка благополучия рыбной части водного сообщества по результатам морфопатологического анализа рыб // Успехи современной биологии. – 1999. – Т 119. – № 2. – С. 165-177.

Решетников Ю.С., Попова О.А., Стерлигова О.П. и др. Изменение структуры рыбного населения эвтрофируемого озера. – М.: Наука, 1982. – 245 с.

Решетников Ю.С., Попова О.А., Амундсен П.-А. Саморасселение ряпушки *Coregonus albula* (Linnaeus, 1758) в водоемах бассейна реки Пасвик // «Чужеродные виды в Голарктике (Борок-2). Тез. Докл. Второго междуна. Симпозиума по изучению инвазийных видов. – Рыбинск-Борок: ИБВВ РАН, 2005. – С. 166-167.

Решетников Ю.С., Попова О.А., Амундсен П.-А. Влияние вида-вселенца на экосистему (на примере ряпушки р. Пасвик) // «Водные экосистемы: трофические уровни проблемы поддержания биоразнообразия. – Вологда, 2008. – С. 347-350.

Стерлигова О.П., Павлов В.Н. Ильмаст и др. Экосистема Сямозера. – Петрозаводск: Институт Биологии КНЦ РАН, 2002. – 119 с.

Amundsen P.-A., Staldevik F. J., Reshetnikov Yu. S., Kashulin N., Lukin A., Bohn T., Sandlund O. T., Popova O.A. Invasion of vendace *Coregonus albula* in a subarctic watercourse // Biological Conservation. 1999. – № 88. – P. 405-413.

Amundsen P.-A., Bohn T., Popova O.A., Staldevik F. J., Reshetnikov Yu. S., Kashulin N.A. and Lukin A. A. Ontogenetic niche shifts and resource partitioning in a subarctic piscivore fish guild // Hydrobiologia, 2003. – V. 497. – P.109-119.

Bohn T., Amundsen P.-A., Popova O. A., Reshetnikov Yu.S. and Staldevik F.S. Predator avoidance by coregonids: Can habitat choice be explained by size-related prey vulnerability //Advances in Limnology 57. Biology and Management of Coregonid Fishes - 1999. (Arch. Hydrobiol.). – 2002. – V. 57. – P. 183-197.

Reshetnikov Yu.S., Popova O.A., Kashulin N.A., Lukin A.A., Amundsen P.-A. Development of an index to assess heavy metal pollution on fish populations // Ibidem. – 2002. –V. 57. – P. 221-231.

ИЗМЕНЕНИЕ МОРФОЛОГИИ СИБИРСКОГО СИГА В ПРОЦЕССЕ ФОРМИРОВАНИЯ ХАНТАЙСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Романов В.И.

Томский государственный университет (ТГУ)



Рисунок 1 – Карта-схема Хантайского водохранилища

Появление первых крупных водохранилищ на обширном пространстве Сибири сразу привлекло к ним особое внимание ихтиологов. Во-первых, большинство из водоемов не обладало широким спектром высокоценных рыб и предполагалось, что неуправляемое формирование ихтиофауны приведет к тому, что со временем они будут заселены малоценными, частичковыми рыбами. Во-вторых, в большинстве из них, до заливки, существовали аборигенные популяции высокоценных сиговых рыб, к которым относились сибирский сиг (сиг-пыжьян), тугун и, реже, нельма.

Наряду с рекомендациями по акклиматизации ценных карповых (лещ, сазан) и окуневых рыб (судак) большое внимание уделялось организации проведения будущих посадок различных представителей сиговой фауны. Кроме использования собственных аборигенных сигов предлагался обширный план акклиматизационных мероприятий, где можно

было встретить как всех сибирских эндемиков, так и некоторых европейских представителей сиговой фауны (Иоганзен и др., 1972; Анпилова, 1963; Лукьянчиков, 1965; Ольшанская и др., 1977; Янковская, 1982; Купчинский и др., 1992; Кудерский, 1995 и др.). К настоящему времени известно более 250 публикаций, посвященных изучению биологии местных сиговых и сигов-акклиматизантов в условиях формирующегося водохранилища.

Наибольшим разнообразием видового состава сиговой фауны среди сибирских водоемов характеризовалось только водохранилище Усть-Хантайской ГЭС (рисунок 1), расположенное на правом притоке Нижнего Енисея. Всего, в разный период его формирования, здесь отмечалось до пяти видов. Однако наибольшее значение в промысле имели три вида – ряпушка, пелядь и сиг-пыжьян. Причем их промысловая численность была несопоставима выше, чем в других искусственных водоемах Сибири и европейской части страны. В 1980-е годы эти виды давали более половины уловов всех сиговых рыб, добытых в водохранилищах страны. Их общий вылов, с учетом нижнего бьефа, более 10 лет составлял около 100 т, в то время как в занимающем второе место по промыслу аборигенной сиговой фауны Вилюйском водохранилище, он едва превышал 50 т (1979 г.) (Кириллов, 2002). Изменившиеся экономические условия привели в последние годы к полной деградации промысла на этом водоеме из-за увеличившихся тарифов на перевозку рыбы вертолетами.

Исследование факторов, влияющих на изменение экстерьера, возрастного состава, динамики роста и плодовитости рыб имеют богатые традиции в отечественной ихтиологической литературе (Никольский, 1974; Иоганзен, Кафанова, 1968; Поляков, 1975; Дгебуадзе, 2001 и др.). Обычно подобные исследования проводились в водоемах, имеющих разные гидрологические условия или в разных географических зонах. Формирующееся водохранилище создает уникальные возможности мониторинга изменений основных биологических показателей рыб за сравнительно короткий период времени, поскольку здесь процессы, сопутствующие его формированию, часто повторяют и даже значительно усиливают все то, что происходит в естественной среде обитания.

Учитывая, что микроэволюционные процессы в нестабильных условиях существования проходят более интенсивно и проявляются значительно ярче, данное обстоятельство привлекло морфологов к исследованию изменчивости признаков рыб в условиях формирующихся водохранилищ (Зиновьев, 1971; Дукровец, Митрофанов, 1975; Кудерский, 1986; Лягина, 1992; Касьянов, Изюмов, 1997 и др.).

Ряд работ был посвящен исследованию изменения морфологических и экологических признаков отдельных видов сиговых рыб в процессе их акклиматизации в новые условия обитания, в том числе и в водохранилища (Лопатышкина, 1971; Иоганзен и др., 1972; Попков, 1983; Смирнов, Попков, 1987; Кириллов, 1988; Новоселов, Решетников, 1988; Романов, 1998; Mamcarz, 1984; Nuhmarniemi et al., 1985; Бочкарев, Романов, 2009 и др.).

Обычно, анализируя изменения морфологических показателей рыб, оказавшихся в других условиях обитания, авторы сравнивают те изменения их экстерьера, которые происходят у вида при его переходе из речных условий в водоем с относительно слабым водообменом (водохранилище). В известной мере это можно характеризовать как переход из реки в озеро. С этих позиций и рассматриваются те морфологические преобразования, которые происходят с популяциями рыб (Кириллов и др., 1979; Скрябин и др., 1987 и др.). Некоторые другие факторы среды (изменения химического состава воды, кормовой обеспеченности, уровенный режим и др.) во внимание либо не принимаются, либо рассматриваются как второстепенные.

Среди исследований изменений морфологических признаков рыб в условиях формирующегося искусственного водоема наиболее известны работы Т.Н. Лягиной (1967, 1984, 1992 и др.), по изучению динамики признаков некоторых карповых рыб при переходе их из речных условий к жизни в водохранилище. Но, с нашей точки зрения, в таких работах есть ряд методических упущений. Сравнения обычно проводились между разновозрастными выборками, но главное, существенно отличающимися по длине, поэтому, выявленные морфологические изменения, скорее, характеризуют размерно-возрастную изменчивость

рыб, усиленную хорошими условиями нагула рыб в первые годы существования водохранилища. Данное обстоятельство определило и наши методические подходы. В течение всего периода исследований сборы морфометрического материала содержали практически одноразмерных рыб. Правда, с течением времени они оказывались относящимся к относительно более старшим возрастам, поскольку это отражало объективное течение процесса: значительного снижения линейных и весовых характеристик в процессе формирования Хантайского водохранилища. Оценка изменений морфологических признаков у сиговых рыб, прежде всего, на примере аборигенных популяций, в процессе формирования искусственных водоемов в условиях сибирских водохранилищ до сих пор пока проводилось редко.

Перехода на хищнический образ жизни, как это случилось с сигом-пыжьяном Виллюйского водохранилища, который стал преимущественно потреблять молодь окуня (Кириллов, 1982), у пыжьяна Хантайского водохранилища не произошло.

У сига-пыжьяна, как и у ряпушки существенных изменений в меристических признаках не произошло. Например, число жаберных тычинок у сига-пыжьяна, заходящего на нерест в р. Хантайку, оставалось достаточно постоянным за все годы наших наблюдений (таблица).

Если рассматривать эти показатели в пространственном аспекте (на разных участках водохранилища), то можно заметить, что разные субпопуляции сига-пыжьяна характеризуются разными значениями этого признака. Например, в 1988 г. у сига-пыжьяна, заходящего на нерест в р. Хантайку, число жаберных тычинок составляло $22,20$, а у сига из группировки, заходящей на нерест в р. Горбиачин (южная часть водохранилища) – $21,19 \pm 0,25$ (36 экз.) и было достоверно меньше ($p \leq 0,01$).

По акватории водохранилища это оказался самый низкий показатель числа жаберных тычинок. На других участках (р-он устья р. Тукуланды ($22,04$), Кулюмбинский залив ($21,69$)) средние величины этого признака имели промежуточные значения. Сиги из нерестовой группировки, заходящей в Горбиачин, достоверно отличались и по комплексу морфологических признаков. У них было достоверно меньше чешуй в боковой линии, чем из нерестовой группировки сига Хантайки (соответственно, $80,61$ и $82,25$; $t = 2,21$). Достоверные отличия наблюдались по 17-ти пластическим признакам, причем по 10-ти из них на самом высоком уровне значимости ($p \leq 0,001$).

Таблица – Число жаберных тычинок у сига-пыжьяна в разные годы формирования Хантайского водохранилища (район 3-го порога)

Годы	Число жаберных тычинок								$\bar{x} \pm m$	N
	19	20	21	22	23	24	25	26		
1977–78	1	4	4	6	7	4	3	–	$22,31 \pm 0,31$	29
1979	2	5	8	8	7	4	1	1	$21,94 \pm 0,27$	36
1980	1	–	5	13	14	6	–	1	$22,55 \pm 0,19$	40
1983	1	3	10	13	14	6	–	1	$21,75 \pm 0,18$	48
1984	–	4	10	14	6	2	–		$22,25 \pm 0,18$	36
1988	–	3	14	9	5	5	3	1	$22,20 \pm 0,24$	40
1990	2	4	13	8	8	4	–	1	$21,83 \pm 0,23$	40
1995	–	2	9	17	13	3	5	–	$22,42 \pm 0,18$	50
1999	–	–	4	5	5	3	2	–	$22,68 \pm 0,30$	19
все годы	7	25	77	93	79	37	14	5	$22,20 \pm 0,07$	338

Данное обстоятельство подтверждает предположение о существовании в водохранилище генеративно разобщенных морфологически несколько отличных субпопуляций сига-пыжьяна, обусловленных хоминговым поведением.

Сравнение морфологии сига-пыжьяна по пластическим признакам разных лет наблюдений также обособило сига из Горбиачин от сигов, мигрирующих для размножения в Хантайку (рисунок 2). Как и у ряпушки для проведения этого анализа собирались материалы по строго одноразмерным рыбам и однородном в половом отношении. Использовались 18 признаков тела.

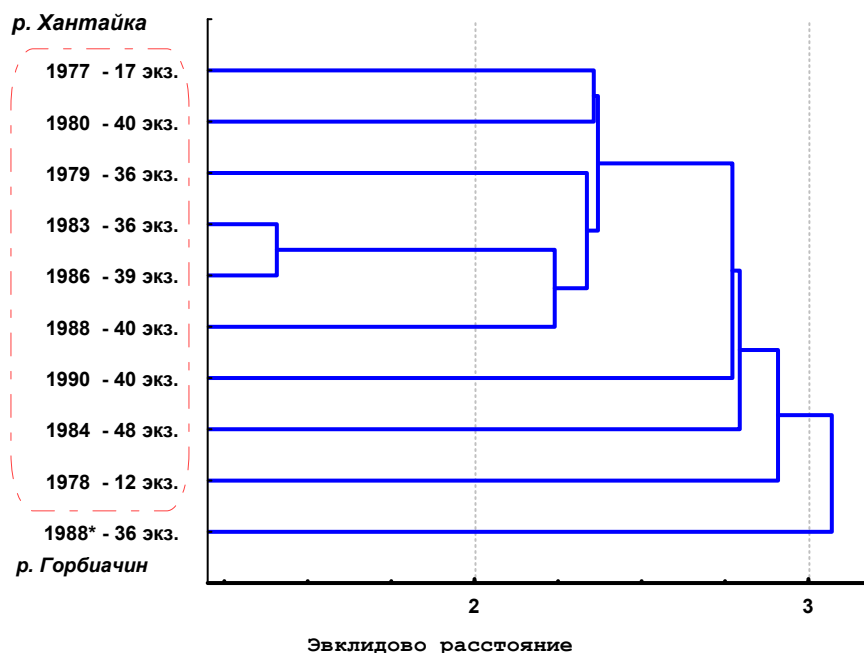


Рисунок 2 – Дендрограмма сходства по пластическим признакам сига-пыжьяна Хантайского водохранилища разных лет его формирования

Всего было исследовано 344 особи сига-пыжьяна. Исключением являются только выборки первых лет (1977, 1978 гг.), которые характеризуются малым объемом собранных данных. Любопытно, что иногда данные значений пластических признаков у сигов, собранных в достаточно разобренный временной интервал (1983–1986 гг.), оказывались ближе, чем в некоторые сопредельные годы (например, 1979–1980, 1983–1984 гг.).

Направленного изменения пластических признаков у сига-пыжьяна не обнаружено, хотя в начальный период наших исследований ряд пластических признаков, прежде всего головы, имели направленный характер изменчивости. Все признаки, за исключением длины головы, которая относительно увеличивалась, в разные годы варьировали, но если оценивать эту изменчивость посредством линий тренда, то обнаруживается некоторое увеличение антеанального, антевенрального, антедорсального расстояний, длины анального, грудного плавников, толщины головы и ее высоты на уровне глаза и затылка.

Относительное увеличение пропорций головы мы связываем с тем, что менялся в сторону увеличения возрастной состав наших выборок, при сохранении линейных размеров. К признакам, по которым наблюдалось относительное их уменьшение, можно отнести такие как пектроанальное, вентроанальное расстояния, длину рыла и ширину лба. По остальным признакам направленного изменения обнаружено не было.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Анпилова В.И. Биологическое обоснование и перспективы акклиматизации весенне-нерестующего сига в важнейших водохранилищах СССР // Акклиматизация животных в СССР. – Алма-Ата: АН Каз. ССР, 1963. – С. 214-216.

Бочкарев Н.А., Романов В.И. Межгодовая изменчивость морфологических признаков у некоторых видов рыб из различных экосистем // Вестник СВНЦ ДВО РАН. – 2009. – № 1. – С. 49-56.

Дгебуадзе Ю.Ю. Экологические закономерности изменчивости роста рыб. – М.: Наука. – 2001. 276 с.

Дукровец Г.М., Митрофанов В.П. 1975. О закономерностях морфологической изменчивости рыб при акклиматизации // Изв. ГосНИОРХ. – 1975. – Т.103. – С. 79-84.

Зиновьев Е.А. Морфологические изменения среднекамского леща под влиянием зарегулирования речного стока // Уч. зап. Пермск. ун-та. – Пермь, 1971. – № 261. – Вып. 2. – С. 50-67.

Иоганзен Б.Г., Кафанова В.В. Изучение закономерностей морфологической изменчивости рыб // Итоги исследования по биологии, 1917-1967. – Томск, 1968. – С. 113-126.

Иоганзен Б.Г., Петкевич А.Н., Вотинов Н.П. и др. Акклиматизация и разведение ценных рыб в естественных водоемах и водохранилищах Сибири и Урала. – Свердловск: Средне-Уральск. кн. изд-во, 1972. – 286 с.

Касьянов А.Н., Изюмов Ю.Г. Изменчивость плотвы *Rutilus rutilus* (L.) в Рыбинском водохранилище // Современное состояние Рыбинского водохранилища. – СПб: Наука, 1997. – С. 132-152.

Кириллов А.Ф. Морфология и экология пеляди *Coregonus peled* (Gmelin) (*Coregonidae*), интродуцированной в Вилуйское водохранилище // Изв. СО АН СССР. Сер. биол. – 1988. – № 6/1. – С. 59-64.

Кириллов А.Ф. Особенности питания пыжьяна *Coregonus lavaretus pidschian* (Gmelin) (*Salmonidae*) в Вилуйском водохранилище // Вопросы ихтиологии. – 1982. – Т. 22. – № 3. – С. 408-414.

Кириллов А.Ф. Промысловые рыбы Якутии. – М.: Научный мир, 2002. – 194 с.

Кириллов Ф.Н., Кириллов А.Ф., Лабутина Т.М. и др. Биология Вилуйского водохранилища. – Новосибирск: Наука, 1979. – 272 с.

Кудерский Л.А. Изменчивость корюшки при акклиматизации в водохранилищах Карелии // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. – 1986. – № 242. – С. 100-108.

Кудерский Л.А. Реконструкция ихтиофауны водохранилищ // Результаты работ по акклиматизации водных организмов. – СПб, 1995. – С.28-66.

Купчинский Б.С., Купчинская Е.С., Ананьина Л.Е. Современное состояние акклиматизации рыб в Братском водохранилище // Экологические исследования Байкала и байкальского региона. Ч. 2. – Иркутск, 1992. – С. 22-29.

Лопатышкина Г.М. Морфологические особенности чудского сига, акклиматизированного на Урале // Тр. Урал. отд. СибНИИРХ. – Свердловск, 1971. – Т. 39. – С. 91-101.

Лукьянчиков Ф.В. Северные сиги – в водохранилища Сибири // Изв. Биол.-географ. НИИ при Иркут. ун-те. – Иркутск, 1965. – Т. XVIII. – Вып. 1-2. – С. 187-190.

Лягина Т.Н. Об изменении морфологических признаков плотвы Можайского водохранилища // Вопросы ихтиологии. – 1967. – Т. 7. – № 6. – С. 1119-1123.

Лягина Т.Н. О внутривидовой изменчивости плотвы *Rutilus rutilus* (L.) (*Cyprinidae*) // Вопросы ихтиологии. – 1984. – Т. 24. – № 5. – С. 718-725.

Лягина Т.Н. Динамика экстерьера плотвы за четверть века существования Можайского водохранилища // Экологические исследования в г. Москве и Московской области: Состояние водных систем. Матер. науч.-практ. конф. – М., 1992. – С. 139-144.

Никольский Г.В. Экология рыб. Учебное пособие для университетов. – М.: Высшая школа, 1974. – 357 с.

Новоселов А.П., Решетников Ю.С. Пелядь в новых условиях обитания // Биология сиговых рыб. – М.: Наука, 1988. – С. 78-114.

Ольшанская О.Л., Вершинин Н.В., Михалева Т.В., Толмачев В.А. Об акклиматизации сиговых в водохранилищах Енисейского каскада // Тез. докл. Всес. совещ. по биол. и биотехн. развед. сиговых рыб (7-9 дек. 1977 г.). – Тюмень, 1977. – С. 72-74.

Поляков Г.Д. Экологические закономерности популяционной изменчивости рыб. – М.: Наука, 1975. – 158 с.

Попков В.К. Закономерности морфо-экологической изменчивости рипуса, выращиваемого в озерах Алтайско-Саянского нагорья // Проблемы экологии. – Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1983. – Вып. 5. – С. 152-159.

Романов В.И. Изменение морфологических признаков сибирской ряпушки Хантайского водохранилища в процессе его формирования // Биологическое разнообразие животных Сибири. Мат-лы научн. конф., посвящ. 110-летию зоол. исслед. и образов. в Сибири. – Томск, 1998. – С. 215-217.

Скрябин А.Г., Воробьева С.С., Бакина М.П. и др. Биология Усть-Илимского водохранилища. – Новосибирск: Наука, 1987. – 262 с.

Смирнов В.В., Попков В.К. Изменение морфо-экологических показателей омуля при вселении в высокогорные озера Саяна // Морфология и экология рыб. – Новосибирск, 1987. – С. 26-41.

Янковская Л.А. Результаты вселения сиговых в водохранилища // Сб. науч. тр. ГосНИИОХ. – 1982. – № 180. – С. 96–21.

Huhmarniemi A., Niemi A., Palomäjäki R.. Whitefish and vendace stocks in the regulated Lake Pyhäjärvi, central Finland // Habitat. Modif. and Freshwater fish. Proc. Symp. Eur. Inland Fish. Adv. Commis., Aarhus, 23-24 May 1984. – London, 1984. – P. 165-172.

Mamcarz A. Zmienność pelugi (*Coregonus peled* Gmel.) w procesie aklimatyzacji // Gosp. ryb. – 1984. – Vol. 36. – № 2. – P. 10-11.

СВЯЗАНА ЛИ ИСТОРИЯ СТАНОВЛЕНИЯ ПОПУЛЯЦИЙ РЯПУШЕК ВОСТОЧНОГО БЕРЕГА БЕЛОГО МОРЯ С ПОСЛЕДНИКОВОЙ ГИБРИДИЗАЦИЕЙ ЕВРОПЕЙСКОЙ РЯПУШКИ (*COREGONUS ALBULA*) И СИБИРСКОЙ РЯПУШКИ (*COREGONUS SARDINELLA*)?

Сендек Д.С.¹, Новоселов А.П.², Студенов И.И.²

¹ Государственный научно-исследовательский институт озерного и речного рыбного хозяйства (ФГНУ “ГосНИОРХ”)

² Северный филиал Полярного научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии (Северный филиал ФГУП “ПИНРО”)

Внутренние водоемы севера Евразии заселены двумя близкородственными видами ряпушек: европейской, *Coregonus albula* Linnaeus и сибирской, *Coregonus sardinella* Valenciennes. Ареал европейской ряпушки не простирается восточнее Урала, в то время как сибирская ряпушка в последническую эпоху проникла на Европейский континент, где, в ряде случаев смогла образовать гибридные формы с нативной европейской ряпушкой. Морфологическая дифференциация двух номинальных видов ряпушек незначительна, однако, применение традиционных ихтиологических методов позволило выявить зоны их вероятной гибридизации на Северо-Западе России. Так, в фундаментальном исследовании Л.С. Берга (1948) в пределах обоих номинальных видов ряпушек описывается по два подвида, характеризующихся “промежуточными” показателями ряда диагностических признаков: *C. sardinella marisalbi* – беломорская ряпушка, распространенная от реки Коротаиха на востоке через озера Большеземельской тундры и реку Печору до Соловецких островов Белого моря на западе; *C. sardinella vessicus* – ряпушка Белого озера, относящегося к гидрологической сети р. Волги; *C. albula vodlosericus* – водлозерская ряпушка бассейна Онежского озера; *C. albula pereslavicus* – переславская ряпушка Волжского бассейна.

Применение генетических методов в филогенетических исследованиях ряпушек Северо-Запада России позволило обнаружить ряд молекулярных маркерных признаков типичной сибирской ряпушки в генотипах беломорской, белозерской и водлозерской

ряпушек, а также в некоторых популяциях ряпушек Кенозерского национального парка (Сендек, 1998; Sendek et al., 2002; Kononov et al., 2002; Махров и др., 2003; Боровикова и др., 2006; Гордеева и др., 2009). Таким образом, в отличие от переславской ряпушки, в генотипе которой молекулярных признаков сибирского вида выявлено не было (Махров и др., 2003), становление популяций беломорской, белозерской, водлозерской ряпушек, и, по крайней мере, ряда популяций Кенозерского национального парка, по-видимому, связано с происходившими в прошлом процессами интрогрессивной гибридизации двух видов – *C. albula* и *C. sardinella*.

Интересно отметить, что давая филогенетическое описание ряпушек бассейна Белого моря, Л.С. Берг относил популяции Кольского полуострова и западного побережья Карелии к виду *C. albula*, однако для популяций восточного побережья моря таксономический статус определен не был ни в труде самого Л.С. Берга (1948), ни в последующих справочниках и атласах (Решетников, 1980; Атлас..., 2002). Принимая во внимание сложную историю расселения двух видов ряпушек на Севере России, для изучения вопроса происхождения популяций ряпушки восточного побережья Белого моря и возможного влияния на их становления восточных колонистов *C. sardinella*, мы провели сравнительный популяционно-генетический анализ нескольких популяций Беломоро-Кулойского плато с представителями типичной европейской ряпушки из бассейна Балтийского моря и с гибридными популяциями европейской и сибирской ряпушек Печоры.

Выборки ряпушки бассейна Белого моря были взяты из четырех озер (или систем озер) восточного побережья моря (оз. Волчьи, оз. Большое Восточное, оз. Западные Мегорские, оз. Ернозеро), расположенных на Беломоро-Кулойском плато приблизительно в 500 км к западу от Печоры. Контрольные популяции типичной европейской ряпушки из бассейна Балтийского моря представлены в исследовании выборкой из устьевой части р. Невы, тремя выборками мелкой формы и одной выборкой крупной формы (“рипус”) из Ладожского озера, а также двумя выборками из Онежского озера (рисунок 1). Две формы ряпушек из Печоры (бассейн Баренцева моря), – “зельдь” (две выборки) и “саурей” (одна выборка), – являются гибридными популяциями видов *C. albula* и *C. sardinella* (Сендек, 1998; Sendek et al., 2002). Все представленные в исследовании выборки ряпушек были отловлены разными способами (жаберные сети, тралы, ловушки) в период с 1996 по 2005 гг.

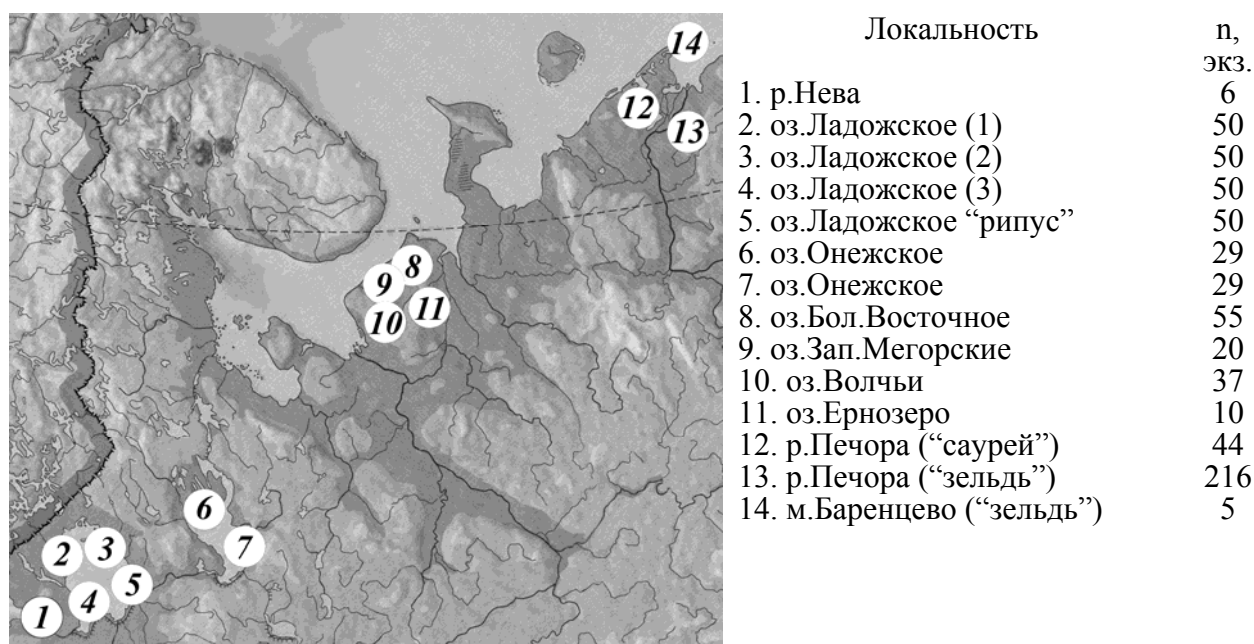


Рисунок 1 – Места взятия проб исследованных популяций ряпушки. Бассейн Балтики – 1-7; бассейн Белого моря – 8-11; бассейн Баренцева моря – 12-14

Методом электрофореза в полиакриламидном геле было исследовано тринадцать белковых систем, кодируемых 30-тью локусами. Продукты экспрессии локусов обнаруживали в препаратах, приготовленных из мышечной и печеночной тканей рыб.

Стандартные параметры генетической вариабельности – доля полиморфных локусов (P , 99%), средняя ожидаемая гетерозиготность (H_{exp}), а также генетические расстояния (Nei, 1978) были подсчитаны с использованием компьютерной программы BIOSYS (Swofford, Selander, 1981) и ее модифицированной версии BIOSYS-2 (Black, 1997). Степень доверия к топологии консенсусного филогенетического дерева UPGMA расстояний рассчитывалась по бутстрэпным величинам, полученных с применением программ NEIGHBOR и CONSENSE из пакета PHYLIP 3.5C (Felsenstein, 1993).

Во всех исследованных выборках ряпушек 8 локусов оказались мономорфными: *GPI-A2**, *GPI-B2**, *sIDHP-3**, *LDH-A2**, *LDH-B1**, *MDH-A2**, *MDH-B2**, *PGDH**. Индексы генетической вариабельности в популяциях ряпушек бассейнов Балтийского и Баренцева морей оказались в целом выше, чем у ряпушек бассейна Белого моря. Так, например, если у беломорских популяций средняя ожидаемая гетерозиготность не превышает величину $H_{exp}=0,084$, то значения этого индекса у балтийских и баренцевоморских популяций находятся в пределах $0,094 < H_{exp} < 0,156$, достигая максимальных величин у гибридных ряпушек Печоры.

Частоты аллелей полиморфных локусов в схематическом виде представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Частоты аллелей полиморфных локусов, доля полиморфных локусов (P , 99% критерий) и средняя ожидаемая гетерозиготность (H_{exp}) в исследованных популяциях ряпушки. Обозначения популяций соответствуют номерам, приведенным на рисунке 1. Заглавные буквы обозначают аллели со средней частотой $p \geq 0,1$; строчные буквы использованы для обозначения аллелей со средней частотой $p < 0,1$

Популяции\ Локусы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	Балтийское море							Белое море				Баренцево море		
<i>AAT-1*</i>	Ab	AB	Ab	Ab	Ab	AB	AB	A	A	A	A	A	Abc	Ab
<i>AAT-2*</i>	Ab	AB	Ab	Ab	Ab	AB	AB	A	A	A	A	A	Abc	Ab
<i>CK-A1*</i>	A	A	A	Ab	Ab	A	A	Ab	AB	Ab	A	ABD	ABD	ABD
<i>CK-A2*</i>	A	A	A	Ab	Ab	A	A	Ab	AB	Ab	A	ABD	ABD	ABD
<i>ESTD*</i>	A	AB	AB	AB	AB	A	A	A	A	A	A	A	A	A
<i>G3PDH-1*</i>	A	A	A	A	A	A	Ad	A	A	A	A	A	Ad	A
<i>G3PDH-2*</i>	ADe	ADe	Ade	Ade	Ae	A	Ade	A	A	Ae	Ae	A	Ade	AdE
<i>GPI-A1*</i>	AC	Abc	Ab	Abc	Abc	A	Ac	A	Ab	A	A	AC	Abc	AC
<i>GPI-B1*</i>	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	Ab	A
<i>IDDH-1*</i>	ACd	ACd	ACD	ACd	ACD	ACD	ACD	AC	AC	AC	AcD	ACD	ACD	ACD
<i>IDDH-2*</i>	ACd	ACd	ACD	ACd	ACD	ACD	ACD	AC	AC	AC	AcD	ACD	ACD	ACD
<i>sIDHP-4*</i>	A	Abf	A	A	Adf	Ab	Abf	A	A	A	A	AB	Abf	Ab
<i>LDH-A1*</i>	A	A	A	A	A	A	A	A	Ad	A	A	A	A	A
<i>LDH-B2*</i>	A	Ade	A	A	A	A	A	A	Ad	A	A	A	A	A
<i>MDH-A1*</i>	A	Ad	Ad	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
<i>MDH-B1*</i>	A	A	Ab	A	Ae	A	A	A	Ac	A	A	A	A	A
<i>sMEP-4*</i>	AB	AB	AB	AB	AB	ABc	AB	AD	AD	AD	A	ABD	ABd	ABD
<i>PGM-3*</i>	A	A	A	A	A	A	Ab	A	A	A	A	A	Ab	AB
<i>PGM-4*</i>	Ab	Ab	Ab	Ab	Ab	Ab	Ab	AB	AB	Ab	A	A	Ab	Ab
<i>mSOD*</i>	A	Ab	Ab	Ab	Abc	A	A	A	Ac	A	AC	A	A	A
<i>sSOD*</i>	AB	AB	AB	AB	AB	AB	ABd	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB
P (0,99)	30,0	46,7	50,0	50,0	43,3	26,7	43,3	36,7	23,3	26,7	16,7	43,3	50,0	26,7
H_{exp}	0,101 (,033)	0,093 (,032)	0,094 (,026)	0,096 (,033)	0,094 (,031)	0,096 (,035)	0,102 (,031)	0,084 (,030)	0,082 (,031)	0,078 (,028)	0,081 (,037)	0,156 (,044)	0,123 (,038)	0,131 (,043)

В целом по аллельному составу исследованных локусов популяции мало различаются между собой как в пределах отдельных морских бассейнов, так и между бассейнами. На некоторое более близкое сходство беломорских и баренцевоморских популяций может указывать присутствие в их генофондах аллеля *sMEP-4*d*, обнаруживаемого в большинстве выборок из этих локальностей с частотой $s(*d) > 0,1$, и отсутствующего в выборках типичной европейской ряпушки (см. таблицу 1). Однако, наиболее значимые отличия наблюдаются в распространении аллеля *CK-A1,2*d*, который диагностирует вид *C. sardinella*: аллель достаточно широко распространен у гибридных форм двух видов ряпушек из бассейна Печоры ($0,12 < s(*d) < 0,40$), но отсутствует как у Европейской ряпушки из бассейна Балтики, так и у ряпушки из бассейна Белого моря.

Среднее генетическое расстояние (Nei, 1978) между ряпушками из бассейна Белого моря, с одной стороны, и гибридами из Печоры, с другой стороны, оказалось равным $D_N = 0,050$. Тот же индекс при сравнении популяций ряпушек из бассейнов Белого и Балтийского морей оказался значительно ниже, $D_N = 0,013$ (таблица 2). На дендрограмме три из четырех исследованных беломорских популяций оказались тесно кластеризованными с балтийскими, которые в свою очередь достаточно далеко отстоят от печорских гибридных форм. Положение основных кластеров на дендрограмме подтверждается высокими значениями бутстрепов (рисунок 2).

Полученные нами данные скорее подтверждают справедливость вывода о том, что большая часть популяций восточного берега моря происходит от чистой предковой формы европейской ряпушки. В самом деле, все исследованные популяции Беломоро-Кулойского плато, также как популяции европейской ряпушки из бассейна Балтики характеризуются отсутствием аллеля *CK-A1,2*d*, который достаточно широко распространен у гибридных форм (местные названия “саурей” и “зельдь”) двух видов ряпушек из бассейна Печоры, $0,12 < s(*d) < 0,40$ (Sendek, 2002). Ранее было показано, что данный аллель является надежным генетическим маркером, диагностирующим вид *C. sardinella* на большей части его ареала в Сибири: так, у ближайших к Печоре обских и енисейских популяций данный аллель практически фиксирован ($0,95 < s(*d)$) в одном из двух дуплицированных локусов (Перелыгин, 1988). Сравнительно низкие величины средней ожидаемой гетерозиготности у популяций Беломоро-Кулойского плато при сопоставлении с заведомо гибридными печорскими популяциями также косвенным образом указывают на беспримесное происхождение первых.

Таблица 2 – Матрикс генетических расстояний между популяциями ряпушек, приуроченных к разным бассейнам

Бассейн (кол-во популяций)	Балтийское море (7)	Белое море (4)	Баренцево море (3)
Балтийское море (7)	0,003 (0,000-0,010)		
Белое море (4)	0,013 (0,001-0,038)	0,013 (0,001-0,029)	
Баренцево море (3)	0,049 (0,040-0,056)	0,050 (0,038-0,078)	0,004 (0,000-0,007)



Рисунок 2 – UPGMA дендрограмма генетических расстояний (Nei, 1978) исследованных популяций ряпушек

Тесная ассоциация на дендрограмме трех беломорских популяций ряпушки с представителями типичной европейской ряпушки наглядно подтверждает сделанное заключение. Промежуточной позиции, занимаемой на дендрограмме четвертой беломорской популяцией, трудно найти простое объяснение. С одной стороны, обособление ряпушки Ернозера может объясняться немногочисленностью ее исследованной выборки, а также возможным смещением частот по отдельным локусам в результате дрейфа генов. В пользу этих предположений могут свидетельствовать низкие показатели индексов генетической вариабельности у ряпушки Ернозера, отсутствие у нее аллелей *CK-A1,2*b* и *sMEP-4*d*, характерных для других популяций из этого района, а также высокая частота редкого в других популяциях ряпушек аллеля *mSOD*c*. С другой стороны, из всех исследованных популяций бассейна Белого моря только в популяции Ернозера был выявлен широко распространенный в Балтийском и Баренцевоморском бассейнах аллель *sIDDH-1,2*d* (таблица 1). Таким образом, популяция ряпушки Ернозера оказалась не только обособленной от трех других популяций бассейна Белого моря, но и наиболее генетически дивергировавшей как от популяций типичной европейской ряпушки ($0,020 < D_N < 0,038$), так и от гибридов из Печоры ($0,059 < D_N < 0,078$).

Однако, обнаруженная дивергенция ряпушек Беломоро-Кулойского плато может быть связана не столько с постледниковым изменением генетической структуры отдельных популяций под действием отбора и дрейфа генов, сколько с неединым источником их происхождения, поскольку Ернозеро относится к водосбору рек Ерна-Сояна-Кулой и впадает в Мезенский залив Белого моря, в то время как три других обследованных озера Беломоро-Кулойского плато принадлежат к бассейну р. Мегры, впадающей в Горло Белого моря. Именно по этим разобщенным водным связям могли расселяться предковые формы нынешних популяций, пережившие оледенение в разных приледниковых водоемах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Атлас пресноводных рыб России. Т. 1. / под ред. Ю.С.Решетникова. – М.: Наука, 2002. – 379 с.
- Берг Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. Ч. 1. – М.-Л.: АН СССР, 1948. – 466 с.
- Боровикова Е.А., Балдина С.Н., Гордон Н.Ю. и др. Генетическое разнообразие, особенности морфологии и происхождения ряпушки оз. Водлозера // Водлозерские чтения. Мат-лы научно-практ. конф., Петрозаводск, апр., 2006 г. – Петрозаводск, 2006. – С. 69-74.
- Гордеева Н.В., Холод О.Н., Дворянкин Г.А., и др. О происхождении соловецкой ряпушки *Coregonus albula* и корюшки *Osmerus eperlanus* Сямозера // Вопросы ихтиологии. – 2009. – Т. 49. – № 1. – С. 28-36.
- Махров А.А., Политов Д.В., Коновалов А.Ф. и др. Гибридная популяция европейской (*Coregonus albula*) и сибирской (*Coregonus sardinella*) ряпушек в верховьях Волги // Мат-лы III (XXVI) междунар. конф. “Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов Европейского Севера”. – Сыктывкар, 2003. – С. 56-57.
- Перелыгин А.А. Популяционно-генетический анализ белков европейской (*Coregonus albula*) и сибирской (*Coregonus sardinella*) ряпушек: автореф. дисс... канд. биол. наук. – Новосибирск: Ин-т цитологии и генетики СО АН СССР, 1988. – 16 с.
- Решетников Ю.С. Экология и систематика сиговых рыб. – М.: Наука, 1980. – 301 с.
- Сендек Д.С. О видовой принадлежности ряпушки, обитающей в реке Печоре // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. – 1998. – Вып. 323. – С.191-198.
- Black W.C. BIOSYS-2. A computer program for the analysis of allelic variation in genetics // Dept. of Microbiology, Colorado State University, 1997.
- Felsenstein J. PHYLIP (Phylogeny Inference Package) v.3.5c // Department of Genetics, The University of Washington. – Seattle, WA, 1993.
- Kononov A.F., Politov D.V., Gordon N.Yu et al. Genetic and morphological study of *Coregonus* species from lakes in the Vologda region of north European Russia // Proceedings of the

VIII-th Intern. Symp. On the Biology and Management of Coregonid Fishes, Rovaniemi. – Finland, 2002. – P. 25.

Nei M. Estimation of average heterozygosity and genetic distance from a small number of individuals // Genetics. – 1978. – V.89. – P. 583-590.

Sendek D.S., Todd T., Fliescher, G. Electrophoretic studies of Coregonid fishes from across Russia // Biology and Management of Coregonid Fishes, 1999. Advances in limnology. – 2002. – V.57. – P. 35-55.

Swofford D.L., Selander, R.B. BIOSYS-1: a FORTRAN program for the comprehensive analysis of electrophoretic data in population genetics and systematics // Journal of Heredity. – 1981. – V.72. – P. 281-283.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОПУЛЯЦИИ РЯПУШКИ (*COREGONUS ALBULA* L.) В ОЗЕРЕ ВИШТЫНЕЦКОМ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Шибает С.В., Соколов А.В., Алдушин А.В.

ФГОУ ВПО «Калининградский государственный технический университет»
(ФГОУ ВПО КГТУ)

Озеро Виштынецкое – самый большой пресноводный водоем Калининградской области. Площадь его составляет 1,7 тыс. га, наибольшая глубина – 50 м, средняя – 15,5 м, максимальная длина озера – 9,1 км, максимальная ширина – 4,2 км, средняя ширина – 2 км, длина береговой линии – 25 км (Озеро Виштынецкое..., 2008). Озеро является уникальным олиготрофным водоемом, единственным в области, в котором обитают европейская ряпушка *Coregonus albula* (L.) и жилая форма сига *C. lavaretus* (L.). После вступления в силу Федерального закона № 72 от 09.06.2003 «О ратификации договора между Российской Федерацией и Литовской Республикой о Российско-Литовской государственной границе» Литве отошло 19,3% площади водоема (вместо 4% ранее) (рисунок 1), где расположены основные нерестилища ценных видов рыб – сига и ряпушки (Алексеев и др., 1976).

В результате изменения статуса, остро встал вопрос о необходимости международного управления водными биоресурсами Виштынецкого, и в первую очередь ряпушки, как основного объекта рыболовства, на основе мониторинга и оценки их современного состояния.

Промысловое использование водоема было начато в 1962 г., когда была организована бригада рыбаков, оснащенная активными и пассивными орудиями лова. Лов ряпушки осуществлялся с использованием ставных сетей с шагом ячеи 18 мм с августа по ноябрь. В период интенсивного промысла в 1970-е годы вылов ряпушки достигал 28 т, что составляло около 70% общего

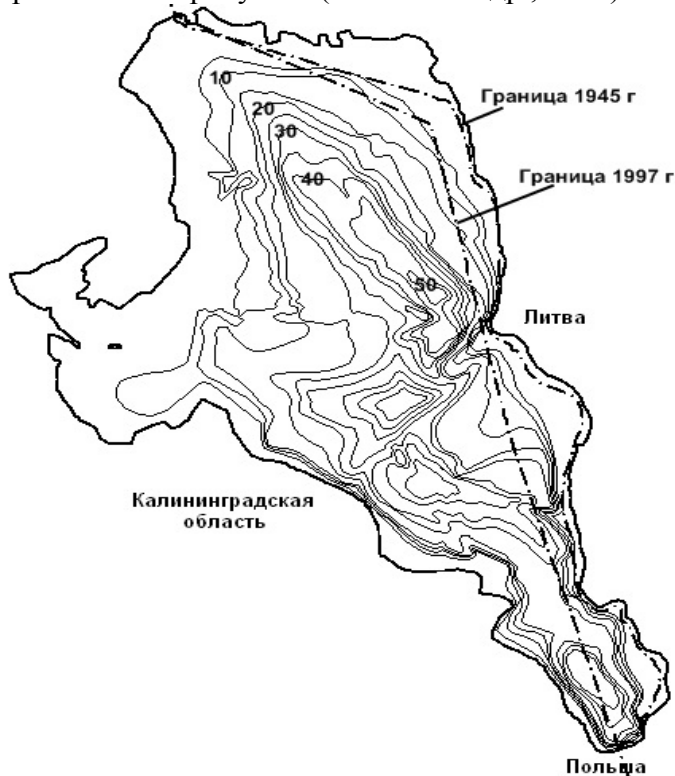


Рисунок 1 – Карта-схема Виштынецкого

улова (рисунок 2). Межгодовые колебания были связаны с погодными условиями конкретного года, организацией промысла и, вероятно, с непостоянством численности пополнения. Начиная с 1990-х годов уловы всех видов рыб в озере, в том числе и ряпушки, резко снизились. Это было связано с развалом рыбной отрасли, как в Калининградской области, так и в целом в России. Лишь в последние годы рыбаки начали проявлять к данному виду больший интерес. Вместе с тем, попытки увеличения вылова ряпушки с использованием традиционного способа лова – ставными пелагическими сетями с шагом ячеи 18 мм оказались мало результативными. Уловы на единицу промыслового усилия были в несколько раз меньше, чем наблюдавшиеся в годы оптимального промысла (Озеро Виштынецкое..., 2008). В связи с этим в 2007-2009 гг. были проведены специальные исследования состояния популяции ряпушки с целью разработки рекомендаций по оптимизации ее промысла. Решались три задачи:

1. Оценка размерной структуры популяции ряпушки с помощью набора разноячейных жаберных сетей из мононити высотой 5,2 м с шагом ячеи 12, 14, 16, 18, 20, 22 и 24 мм. Данный набор сетей позволял улавливать все размерные группы ряпушки, начиная с 7 до 19 см. Всего было проведено 343 сетепостановки в различных участках водоема. В качестве индекса численности использовался показатель улова на единицу промыслового усилия – улов на 25 м сети за сутки.

2. Изучение характера горизонтального распределения ряпушки по акватории водоема с использованием гидроакустического комплекса «Аскор» (Дегтев, 2004) и оценка плотностей.

3. Исследование вертикального распределения ряпушки в суточном и сезонном аспектах и оценка возможности учета характера распределения для повышения эффективности промысла.

Все эти направления исследований ранее не имели места, как в связи с отсутствием необходимости специальных исследований данного вида из-за достаточно высоких уловов, так и вследствие неотработанности соответствующих методик. В результате оказалось не всегда возможным сопоставить наблюдаемые значения популяционных параметров с теми, которые имелись ранее, что могло бы способствовать более точному анализу закономерности их динамики.

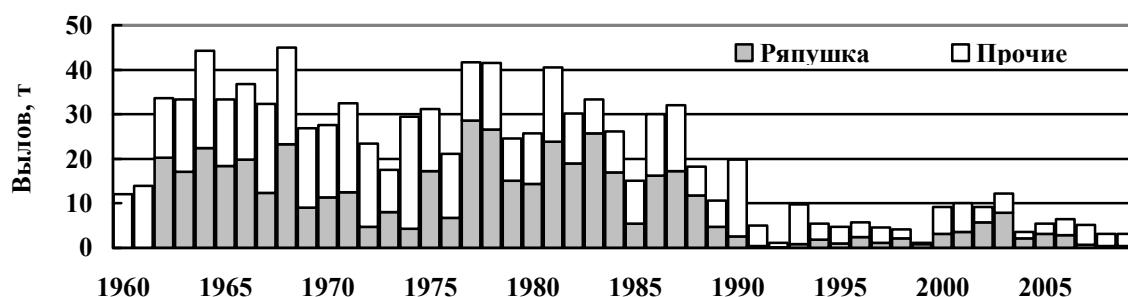


Рисунок 2 – Многолетняя динамика вылова ряпушки в Виштынецком

Использование набора разнояченных сетей показало, для сетей с шагом ячеи 12, 14, 16, 18 мм имеются характерные кривые селективности (рисунок 3), с закономерным изменением модальной группы – соответственно 11, 12, 13, 14 см. Это позволяет судить о размерной структуре популяции ряпушки на основе анализа кривых уловов. Уловы более крупноячееных сетей оказались очень нестабильными вследствие случайного запутывания рыб мелких размеров, поэтому значение моды в них меньше, чем в сетях с более мелкой ячеей.

Ввиду того, что к настоящему времени ни селективные свойства используемых сетей, ни их уловистость не изучены, нами был применен способ получения размерной характеристики популяции ряпушки в виде индексов численности размерных групп в уловах каждого шага ячеи (рисунок 3б). Оказалось, что полученная кривая имеет форму, типичную для собственной размерной структуры популяций, и поэтому ее изменчивость может

характеризовать динамику самой популяции. Как видно, в течение трех лет исследований, размерная структура популяции ряпушки довольно стабильна.

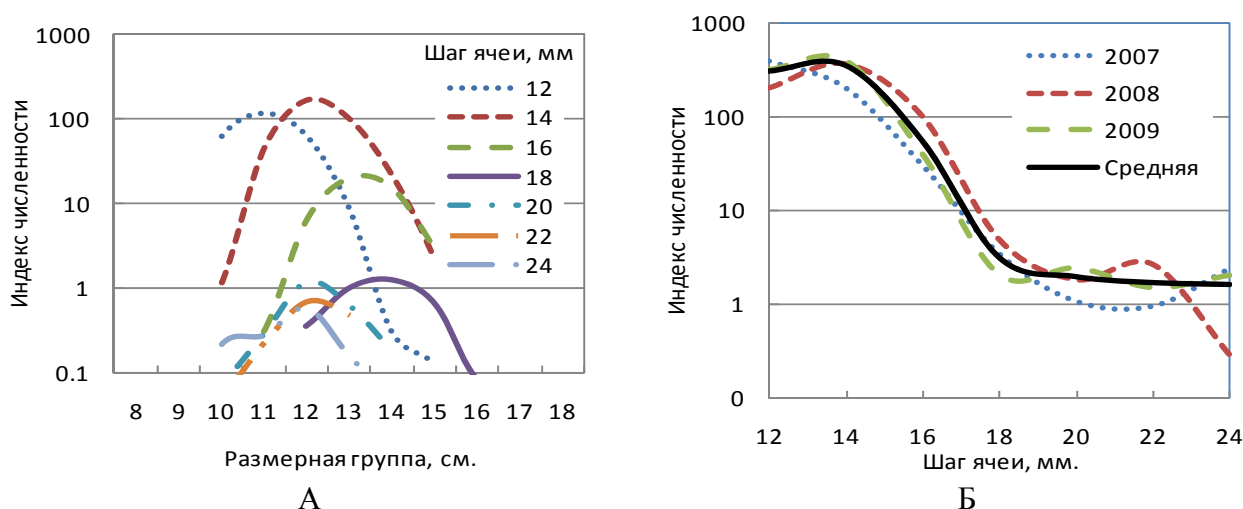


Рисунок 3 – Кривые селективности (А) и размерная структура популяции ряпушки (Б), выраженная в уловах на усилие разноячейных сетей

Несмотря на стабильность популяции ряпушки в современных условиях, можно констатировать, что по сравнению с предшествующим периодом в ней произошли резкие изменения в направлении уменьшения размерных показателей. Так, если в 1970-е годы по свидетельству рыбаков суточные уловы 25-метровой капроновой сети с шагом ячеи 18 мм достигали 5-10 кг, то в настоящее время уловы более уловистых сетей из мононити с таким же шагом ячеи примерно в 10 раз меньше и составляют $0,11 \pm 0,02$ кг/сетесутки (рисунок 4). Данное обстоятельство, очевидно, и обусловило снижение эффективности ведения промысла традиционными орудиями. При этом, уловы ряпушки более мелкими сетями оказываются существенно выше: $5,28 \pm 1,24$ кг/сетесутки для шага ячеи 12 мм и $8,23 \pm 0,28$ кг/сетесутки для шага ячеи 14 мм. Причина измельчания вида в настоящее время неизвестна, однако сходная ситуация отмечена в озерах Литвы и Белоруссии.

В Виштынецком горизонтальное распределение ряпушки определяется термическими условиями, которые закономерно изменяются в течение года. В период весенней гомотермии основные концентрации ряпушки приурочены к акватории глубиной более 8 м, и формируют плотные скопления в слое 8-12 м. Летом в пелагиали озера происходит образование слоя температурного скачка на глубине около 15 м, и ряпушка, предпочитающая более низкие температуры, не выходит за пределы данной изобаты (рисунки 5 и 6).

В среднем, согласно материалам гидроакустики, концентрация ряпушки колеблется в пределах 9,5-47,0 тыс. экз./га. Такой высокий размах колебаний связан с разной степенью доступности рыб для учета с помощью гидроакустики. Ночные оценки оказываются гораздо выше, чем дневные.

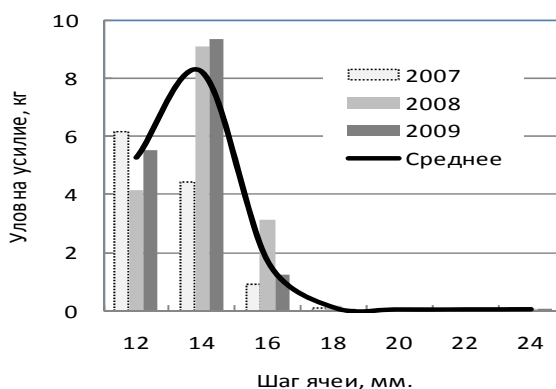
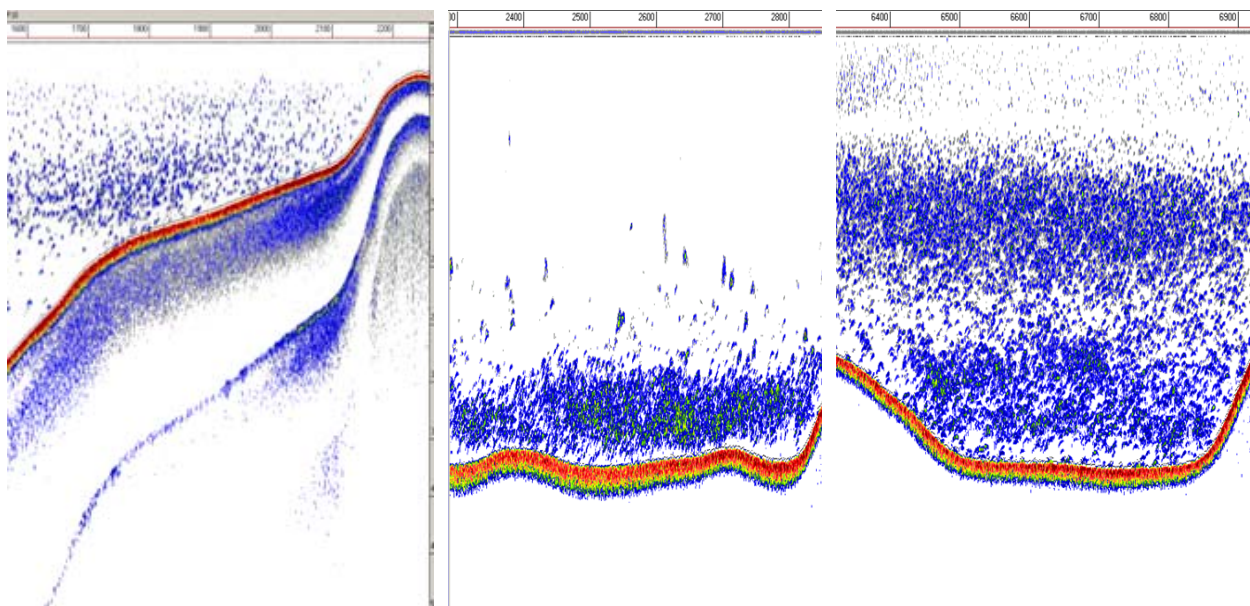


Рисунок 4 – Эффективность лова сетями с разной ячеей

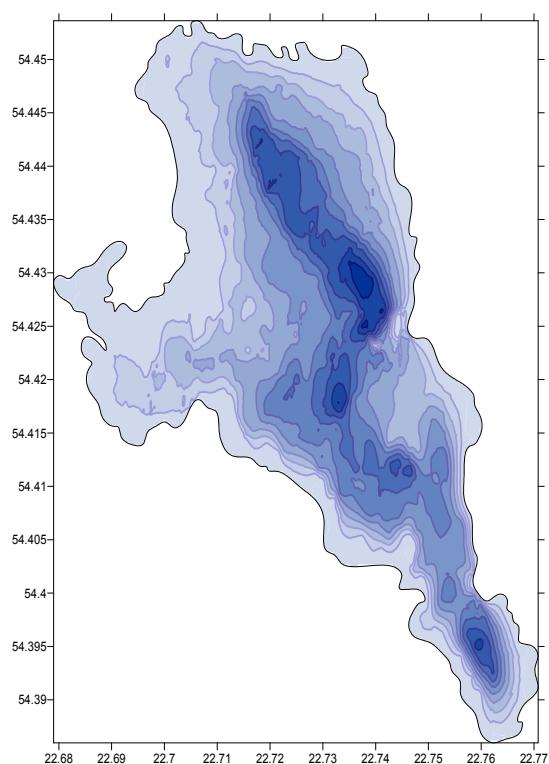


Май 2009, день

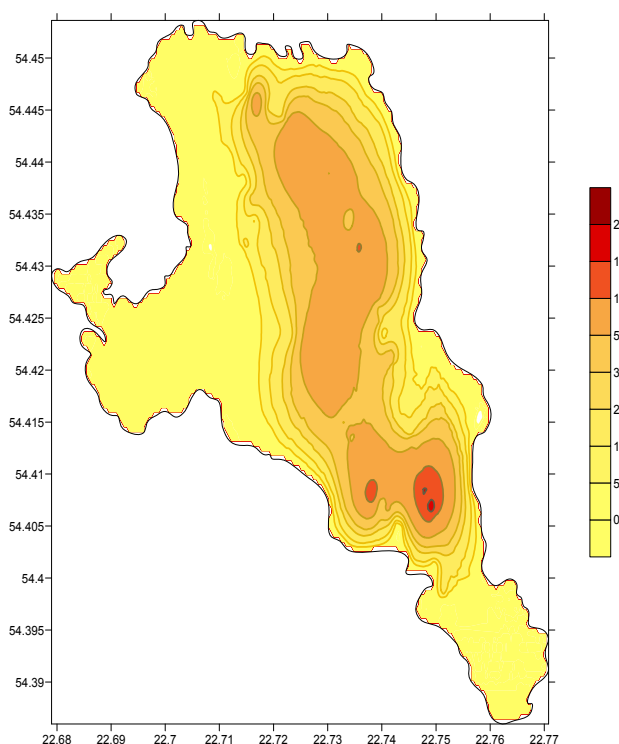
Июль 2008, день

Июль 2008, ночь

Рисунок 5 – Типичные картины вертикального распределения ряпушки



Карта глубин



Карта распределения плотностей

Рисунок 6 – Пространственное распределение ряпушки в Виштынецком (июль, 2008 г.)

Полученные материалы позволяют дать предварительные рекомендации по оптимизации промысла ряпушки. Представляется целесообразным внедрить в практику применение пелагических сетей из мононити с шагом ячеи 14-16 мм, которые должны выставляться в весенний период в горизонте 8-12 м, в летний – 15-20 м. Акватория промысла должна располагаться на глубинах, предотвращающих возможность установки сети ближе, чем 1 метр ко дну. В этом случае возможно массовое попадание ерша, что существенно затрудняет переборку сетей. Применение данного режима позволит в несколько раз поднять уловы ряпушки в Виштынецком.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Алексеев Н.К., Демидова А.Г., Берникова Т.А. и др. Озеро Виштынецкое. – Калининград, 1976. – 46 с.

Дегтев А.И. 2004. Программно-техническая реализация гидроакустического метода количественной оценки плотности водных биомасс: дис. канд. техн. наук. – Петрозаводск: Из-во ПГУ. – 24 с.

Озеро Виштынецкое / отв. ред. К.В.Тылик, С.В.Шибяев. – Калининград: Изд-во «ИП Мишуткина», 2008. – 144 с.

БИОЛОГИЯ СИГОВЫХ РЫБ

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ЗАЛЕГАНИЯ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ИКРЫ БАЙКАЛЬСКОГО ОМУЛЯ НА НЕРЕСТИЛИЩАХ СЕЛЕНГИ (БАССЕЙН ОЗЕРА БАЙКАЛ) ПО ДАННЫМ МОНИТОРИНГОВЫХ РАБОТ (1997-2008 гг.)

Базов А.В.¹, Базова Н.В.²

¹ Байкальский филиал ФГУП «Государственный научно-производственный центр рыбного хозяйства» (БФ ФГУП «Госрыбцентр»)

² Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН (ИОЭБ СО РАН)

Байкальский омуль относится к озерно-речным проходным сиговым, нагуливается в оз. Байкал, на нерест идет во впадающие в него реки. В озере омуль представлен тремя морфо-экологическими группами: пелагической, прибрежной и придонно-глубоководной (Смирнов, Шумилов, 1974). Река Селенга (главный приток оз. Байкал с длиной 1453 км, в том числе 410 км на территории РФ) является местом воспроизводства пелагического омуля, доля которого в нерестовом стаде составляет 97% (Воронов, 1993), на нерест заходит от 1,0 до 3,7 млн экз. омуля (Соколов, Калягин, 2001). Нерестовая миграция омуля в Селенге начинается в конце августа – начале сентября. В течение полутора месяцев косяк продвигается вверх по реке и распределяется на разных участках нерестилищ (20-500 км от устья). Нерест проходит во второй половине октября, выклев личинок наблюдается в апреле-мае следующего года.

В Селенге икра омуля впервые найдена в 1935 г. (Селезнев, 1942). В 1944-1952 гг. было выяснено, что омуль полностью осваивает в качестве нерестилищ отрезок реки от устья до п. Ганзурино (204 км от устья) с максимумом залегания икры на 20-113 км (неопубликованные данные, фонды Востсибрыбцентра). В 1962-1973 гг. определена потенциальная площадь нерестилищ (150 км²), а также показано, что омуль совершает в разные годы миграции различной протяженности, откладывая икру в отдельные годы в нижнем течении (до г. Улан-Удэ), в другие – в верхнем течении реки (выше г. Улан-Удэ). Показано, что выживаемость икры на загрязненном участке значительно ниже (2%), чем на верхних нерестилищах (94%). Площадь нерестилищ, подверженных промерзанию и обсыханию, оценена в пределах 20-30% (Сорокин, 1967, 1981). В 1984-1989 гг. разработана профильная методика съемки нерестилищ (Воронов, 1989), определена их потенциальная площадь (60 км²), получены данные по фонду отложенной икры и его распределению по разным участкам.

Многие вопросы, связанные с воспроизводством байкальского омуля остаются недостаточно изученными в связи со значительной трудоемкостью исследований в условиях сибирской зимы. В задачи исследования входили: изучение распределения икры в зависимости от основных абиотических факторов среды; оценка протяженности нерестовой миграции; определение доли браконьерского изъятия стада во время нерестовой миграции омуля в реке.

Анализ распределения икры байкальского омуля на нерестилищах Селенги выполнен при обработке 3171 количественной пробы, отобранной на 24 профильных разрезах, расположенных через 10-20 км на российском участке. Пробы отбирали после ледостава в декабре 1987-2008 гг. Выполнена оценка распределения икры по грунтам (2301 проба), глубине (2525 проб) и скорости течения (368 проб). В 2005, 2007, 2008 гг. определяли скорость течения реки на расстоянии ~1 м от нижней кромки льда, а также оценивали зависимость гранулометрического состава грунта от этого показателя (362 пробы).

При проведении съемок нерестилищ применяли методику, разработанную М.Г. Вороновым (1989). На каждом разрезе, проходящем через поперечное сечение реки в основном русле, в шахматном порядке в два ряда размещали 10 станций, т.е. по 5 станций в каждом ряду. Расстояние между станциями одного поперечного профиля было одинаковым, величина его зависела от ширины реки, но не превышала 40 м. В отборах проб икры использовали количественный скребок кругового вращения площадью захвата грунта

0,196 м² (Дулькейт, 1939). Вымывание икры производили в растворе NaCl. Слив пробы осуществляли через газ-сито № 8, икру подсчитывали на месте. На каждой станции измеряли глубину (ее диапазон составил 0,5-7,0 м), толщину льда (диапазон – 0,1-1,4 м), устанавливали характер грунта. Тип грунта определяли визуально до промывки пробы по преобладающим в нем размерным фракциям. В декабре 2007 г. на 175 км от устья реки проведены подводные фото- и видеосъемки нерестилищ, где получено представление об условиях залегания икры на дне Селенги.

Распределение икры в зависимости от абиотических факторов среды. По М.Г. Воронову (1993), определяющим фактором для литореофильных рыб, к которым отнесен омуль Селенги, является наличие соответствующих **грунтов** при скоростях течения не ниже критических, соответствующих процессу заиливания. Наиболее предпочитаемыми оказываются валунно-галечные грунты с небольшой примесью крупного песка. Коэффициент корреляции характера грунта и распределения икры составил 0,92 (Воронов, 1993).

Известно, что икра омуля в течение первых 2-3 дней обладает клейкостью с наибольшими ее показателями в первые 15 минут после нереста, когда, вероятно, и происходит инкрустация речного песка в оболочку икринки (Тюрин, Сосинович, 1937; Мишарин, 1937). По данным подводных видеосъемок следует, что потерявшая клейкость и по удельному весу более тяжелая, нежели вода, икра омуля вращается в вихревых потоках в полуподвешенном состоянии за различными неровностями дна (крупные и мелкие камни, песчаные наносы и др.). Часть икры, попавшая на дно после оседания, находится в прикрепленном состоянии на крупных камнях и валунах, другая часть лежит в неподвижном состоянии в глубоких местах и укрытиях, некоторое количество икры вращается в вихревых потоках за различными препятствиями. Дополнительный вес икринкам придают прикрепленные к оболочке песчинки.

В русле Селенги из-за промерзания мелководного заиленного побережья в подледный период преобладают гравийно-галечно-песчаные грунты (85% исследованной площади), 6% занимает песок и 9% приходится на илистые грунты и крупнообломочную горную породу. Гравийно-галечные грунты оказываются и наиболее предпочтительными для икры (51 шт./м²). Немногим более низкая плотность икры на валунных грунтах (24 шт./м²) связана, вероятно, с недоучетом икры скребком, предназначенным для работы на более рыхлых грунтах. Илистые грунты практически непригодны для икры из-за неудовлетворительного газового режима и заиливания ее поверхности (1,4 шт./м²). Песок из-за высокой подвижности также не может служить надежным субстратом в течение периода инкубации (9,7 шт./м²). В целом, с увеличением доли крупных фракций грунта возрастала и численность икры. Размах дисперсии был максимальным на заиленном гравии и снижался в ряду: заиленные → валунные → песчаные → гравийно-валунно-песчаные → гравийно-галечно-песчаные грунты ($p=0,020$).

Скорость течения реки оказывает большое влияние на формирование структуры грунта – возрастанию показателей этого фактора среды соответствует увеличение гранулометрического состава грунта. В декабре 1985 г. в условиях высокой водности скорость течения составляла 0,8-1,0 м/с на нижнем участке, немногим более высокие показатели отмечены на верхнем отрезке реки (Воронов, 1993). Коэффициенты корреляции плотности залегания икры и скорости течения составили 0,52 и 0,77 на нижних и верхних участках, соответственно.

В условиях малой водности в 2005, 2007, 2008 гг. на Селенге преобладали скорости течения от 0,1 до 0,5 м/с. В нижнем течении скорость изменялась от 0,01 до 0,78 м/с, составив в среднем 0,24 м/с, на верхнем отрезке реки этот показатель повышался от 0,10 до 0,78 (в среднем – 0,34 м/с). В наших исследованиях критическими для распределения икры омуля оказались значения от 0,0 до 0,01 м/с, что соответствует процессу заиливания – при этих показателях икра не обнаружена. Как правило, к таким участкам относятся заливы, затоны и прибрежные участки, тогда как омуль нерестится в основном русле реки. По

авторским данным корреляционной зависимости скорости течения и количества икры не выявлено ($r = 0,30$), вероятно, вследствие того, что икра находится на всех участках нерестилищ со скоростями течения выше критических. Размах дисперсии незначительно увеличивался только при минимальной и максимальной скорости потока (0,0 и 0,6-0,7 м/с), из чего можно предположить, что этот фактор не является определяющим в распределении изучаемого объекта.

Нерест омуля проходит в основном русле реки на **глубинах** не менее 1,5 м. Нерест на глубинах свыше 1,5 м, по-видимому, является адаптацией к условиям инкубации икры в Селенге. Икра в массе залегает на глубинах, не подверженных обмерзанию и обсыханию из-за падения уровня воды во время зимней межени и нарастания льда на побережье. В результате действия этих факторов под угрозой промерзания находятся глубины до 1,5 м и занимаемая этими глубинами площадь реки. Залегание икры на таких участках, вероятно, является случайным вследствие ее заноса течением.

В начале ледостава доля глубин от 2 до 4 метров составляла в Селенге 64%. На долю глубин до 1,5 метров, т. е. на потенциально промерзаемые и обсыхаемые площади, приходилось 12% (15% – по: Воронов, 1993). Количество икры на глубинах до 1,5 м не превышает 12 шт./м². На глубинах свыше 1,5 м плотность залегания в несколько раз выше и возрастает с глубиной. Отсутствие икры на глубинах более 6 м объяснимо недостаточностью данных в связи с редкой встречаемостью таких глубин (1%). В целом, на основании анализа большого количества материала можно заключить, а также и подтвердить вывод (Воронов, 1993) о том, что омуль откладывает икру на всех глубинах за исключением мелководных промерзаемых участков, основная же масса икры залегает на глубине от 2 до 5 м (44-86 шт./м²). В целом, в декабре 1984-2006 гг. связь глубины и плотности икры оказалась довольно значительной, что подтверждено результатами дисперсионного анализа ($p=0,083$).

Распределение икры омуля в продольном профиле Селенги. В среднем на нерестилищах Селенги байкальским омулем ежегодно откладывается 2,6 млрд икринок с изменениями в широких пределах от 0,6 до 5,7 млрд шт., что зависит от мощности нерестового косяка, вылова производителей в рыболовных целях и степени браконьерского изъятия стада. Распределение фонда икры на нерестилищах зависит от характера нерестовой миграции стада, значительно отличающейся по протяженности в разные годы, что зависит как от гидрометеорологических условий года, так и от биологических параметров нерестового стада. Так, например, М.Г. Вороновым (1993) выявлена обратная связь между степенью зрелости половых продуктов омуля в момент захода в реку и удаленностью нерестилищ – чем меньше индекс зрелости, тем удаленнее миграция. В другом статистическом анализе различной протяженности нерестилищ по значимости факторы определены в следующем порядке: дата захода в реку, уровень воды, температурный режим, численность нерестовых стад, индекс зрелости половых продуктов (Соколов, Калягин, 2001).

В данном исследовании выявлена обратная зависимость между протяженностью нерестовой миграции омуля и средним уровнем воды в августе и сентябре ($r = -0,64 - -0,74$; $p=0,001$), т. е. чем выше уровень воды, тем нерестилища менее удалены от устья реки. Очевидно, что при продвижении рыбы против течения, энергетические затраты увеличиваются в соответствии с повышением уровня воды в реке и соответствующим увеличением общей скорости потока.

В целом, можно выделить два типа нерестовой миграции байкальского омуля в р. Селенге:

1. Нерестовый ход с низким миграционным потенциалом, когда омуль не поднимается выше г. Улан-Удэ и осваивает участок 60-140 км от устья. К таким годам следует отнести 1984-1994, 1998, 2000 гг., когда 88% икры откладывалось на загрязненных промышленными стоками участках нерестилищ, характеризующихся низкой выживаемостью эмбрионов. Пик протяженности нерестовой миграции омуля в это время составил 110 ± 2 км. Средний уровень реки в августе и сентябре этих лет составлял 348 ± 18 см и 340 ± 12 см, соответственно.

2. Нерестовый ход с высоким миграционным потенциалом, когда омуль поднимается выше г. Улан-Удэ и основная часть икры (84% фонда) откладывается на верхних участках реки вплоть до границы с Монголией (175-410 км от устья). В этом районе с незагрязненной промышленными стоками водой и высокой выживаемостью икры омуль нерестился в 1996, 1999, 2001-2008 гг. Средняя протяженность массовой миграции в эти годы увеличилась почти в два раза по сравнению с первым типом нерестового хода (240 ± 26 км, $p=0,000$). Средний уровень Селенги в августе и сентябре этих лет составлял 245 ± 15 см и 244 ± 15 см, соответственно, что почти на целый метр ниже этих показателей в годы с первым типом нерестовой миграции омуля. Следует отметить, что часть стада в такие годы может зайти на нерест в р. Чикой – крупный правобережный приток Селенги (285 км от устья) – и подняться вверх по течению еще на 200 км.

Миграция омуля к местам нереста проходит на протяжении полутора месяцев по довольно густонаселенному району Бурятии. На берегах Селенги проживает около полумиллиона человек. Исторически сложилось, что во время нерестового хода часть рыбы изымается из реки. По результатам мониторинговых наблюдений за нерестовым стадом и дальнейшим подсчетом икры на нерестилищах оказалось возможным определение масштаба браконьерского изъятия производителей из реки. Потенциальный фонд икры всех заходящих на нерест производителей омуля (то есть, количество икры, которое могло бы быть отложено при условии, что все самки отнерестятся) был определен по результатам учета заходящей рыбы в нижнем течении реки. Разница в количестве между отложенной икрой и потенциальным фондом икры явилась недостаточной, вызванной браконьерским изъятием производителей во время миграции (при этом учтена икра, элиминированная при воздействии различных абиотических и биотических факторов, а также икра производителей, отловленных для рыбоводных целей). Браконьерский вылов производителей омуля во время нерестовой миграции в Селенге в среднем за 1987-2008 гг. составил 55% стада с тенденцией к его увеличению в последние годы.

По итогам исследования можно сделать следующие выводы:

1. После нереста икра теряет клейкость, опускается на дно и занимает участки дна с определенным характером грунта. Часть икры находится в прикрепленном состоянии, другая часть с инкрустированными песчинками занимает места в укрытиях за подводными препятствиями. Некоторое количество икры вращается в вихревых потоках и может перемещаться вниз по течению. Русло Селенги в подледный период на 85% сложено гравийно-галечно-песчаными грунтами, доля илистых грунтов и крупнообломочной породы незначительна. Результаты исследований при наименьшей дисперсии выявили высокое соответствие характера грунта и количества отложенной на нем икры. Икра омуля располагается на преобладающих в русле гравийно-галечно-песчаных грунтах, наименее подходят для инкубации икры илистые и песчаные субстраты.

2. Омуль избегает откладывать икру на глубинах до 1,5 м, что следует отнести к его поведенческой реакции на предстоящее падение уровня реки за период продолжительной суровой зимы, когда промерзают и обсыхают прибрежные мелководные участки, занимающие до 12% площади дна реки. Основная масса икры залегает на глубинах от 1,5 до 5,0 м (64% площади нерестилищ).

3. Скорость течения реки, вероятно, не является определяющим фактором в распределении икры. Не выявлено разницы в залегании икры при разной скорости течения. Средняя скорость течения в подледный период на момент съемки нерестилищ в последние годы с низкой водностью составляет 0,29 м/с.

4. Освоение омулем нерестилищ Селенги происходит в зависимости от способности нерестового косяка продвигаться вверх по течению. В годы с протяженной миграцией омуль уходит на нерестилища, расположенные вплоть до 500 км от устья, в годы с низкой миграцией основная масса косяка не поднимается выше 113 км от устья. Выявлена обратная зависимость между протяженностью нерестовой миграции омуля и средним уровнем воды в августе и сентябре – чем выше уровень воды, тем нерестилища менее удалены от устья реки.

Связано это, вероятно с увеличением энергетических затрат рыбы в соответствии с повышением уровня воды в реке и соответствующим увеличением общей скорости потока. Низкий уровень воды в последние годы (1995-2008 гг.) способствовал увеличению миграционного пути нерестового косяка.

5. Браконьерский вылов в Селенге за время нерестовой миграции в 1987-2008 гг. составил 55% нерестового стада омуля.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Воронов М.Г. К методике съемки нерестилищ омуля // Биопродуктивность, охрана и рациональное использование сырьевых ресурсов рыбохозяйственных водоемов Восточной Сибири: Тез. докл. регион. конф. – Улан-Удэ, 1989. – С. 18-20.

Воронов М.Г. Эколого-биологические основы повышения эффективности воспроизводства омуля в р. Селенге в современных условиях: автореф. дисс... канд. биол. наук. – СПб, 1993. – 18 с.

Дулькейт Г.Д. Вращающийся количественный скребок // Информ. бюлл. консультационного бюро ВНИОРХ. – 1939. – № 5. – С. 12-14.

Мишарин К.И. К биологии нереста омуля в речках средней и южной части Байкала // Изв. Биол.-геогр. н.-и. ин-та при Вост. Сиб. гос. ун-те. – 1937. – Т. 7. – Вып. 3-4. – С.236-282

Селезнев В.Н. Байкальский омуль, его естественное размножение и перспективы искусственного разведения // Изв. Биол.-геогр. н.-и. ин-та при Вост.-Сиб. ун-те. – Иркутск, 1942. – Т. 9. – Вып. 1-2. – С. 24-38.

Смирнов В.В., Шумилов И.П. Омули Байкала. – Новосибирск: Наука, 1974. – 160 с.

Соколов А.В., Калягин Л.Ф. Общая оценка уровня воспроизводства байкальского омуля // Состояние и проблемы искусственного воспроизводства байкальского омуля. – СПб: ИП Комплекс, 2001. – С. 7-15.

Сорокин В.Н. О нерестилищах байкальского омуля в р. Селенге // Отчет Байкальской лаборатории Сибирского отделения ГосНИОРХа. – Мурзино, 1967. – С. 1-15.

Сорокин В.Н. Условия естественного воспроизводства омуля в р. Селенге // Экология, болезни и разведение байкальского омуля. – Новосибирск: Наука, 1981. – С. 34-44.

Тюрин П.В., Сосинович П.И. Материалы к познанию нереста байкальского омуля в р. Кичере // Изв. Биол.—геогр. н.-и. ин-та при Иркут. гос. ун-те. – 1937. – Т. 7. – Вып. 3-4. – С. 198-235.

К ХАРАКТЕРИСТИКЕ НЕРЕСТОВОГО СТАДА НЕЛЬМЫ *STENODUS LEUCICHTHYS NELMA* (PALLAS) ЕНИСЕЙСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ

Белов М.А., Заделёнов В.А.

ФГНУ «Научно-исследовательский институт экологии рыбохозяйственных водоемов»(ФГНУ «НИИЭРВ»)

Нельма – ценный представитель семейства сиговых *Coregonidae*. По мнению Ф.В. Вовка, в р. Енисее этот вид представлен двумя экологическими формами – жилой и полупроходной, слабо различающимися в морфологическом отношении (Вовк, 1948). Жилая нельма постоянно обитает на речных участках, известна в ряде крупных притоков Енисея – Подкаменной и Нижней Тунгусках, Курейке, Хантайке и других. Полупроходная нельма нагуливается в низовьях Енисея (дельте, губе и прибрежной части залива), для нереста поднимается вверх по реке на расстояние до 1,5 тыс. км (и более) от мест нагула. Сроки и места нереста жилой и полупроходной форм совпадают, основные нерестилища расположены на участке Ворогово-Сумароково.

В настоящей публикации использованы результаты наблюдений за нерестовым стадом нельмы енисейской популяции 1979-1982 гг. (архивные материалы) и сборы авторов

1993-1996 и 2006-2008 гг. (Туруханский район, д. Сумароково). Сборы проведены согласно стандартным ихтиологическим методикам (Правдин, 1966). Для исследования роста использовано 3473 экз. нельмы, на плодовитость – 450 экз., для характеристики питания – 52 желудка.

Нерестовая миграция полупроходной нельмы из низовьев Енисея начинается после распаления льда, максимум хода в районе г. Дудинки наблюдается во второй-третьей декадах июля, нерестилищ (Сумароково) производители достигают спустя 2,0-2,5 месяца – в сентябре-начале октября.

В районе д. Сумароково производители появляются в начале сентября, вылов на притонение в это время не превышает 1-2 экз. В 90-е годы наиболее интенсивный ход наблюдается в вечернее (18-22 часов) и ночное (2-6 часов) время суток. Во второй пятидневке сентября вылов на притонение увеличивается до 3-5 экз., интенсивность хода высока как в дневные (14-20), так и в ночные (0-4) часы. Пик хода нельмы в районе д. Сумароково обычно отмечается во второй-третьей декадах сентября, когда средний вылов на притонение достигает 7-8 экз. (максимальный – до 20 экз.). Интенсивность хода нельмы в период его максимума высока в дневное (12-20 часов) и ночное (22-4 часа) время. Температура воды во время хода, по нашим данным, изменяется от 14-15°C в начале сентября до 10-6°C в третьей декаде и 5-3°C к середине октября. Обычно наибольшая интенсивность хода производителей совпадает с падением температуры воды (ниже 10°C) и некоторым повышением её уровня (Заделёнов, 1999).

В 2006-2008 гг. число отлавливаемых в контрольных целях производителей сократилось практически на порядок (Заделёнов, Белов, 2008). Но интенсивность хода осталась прежней. Так, во 2-й декаде сентября вылавливается до 19% от общего числа рыб, 3-й декаде сентября – до 41%, 1-й декаде октября – до 35%. Половое созревание нельмы довольно позднее, самцы впервые становятся половозрелыми в возрасте 5-6 лет при достижении длины 51 см и массы 2,0 кг, самки – в 8-9 лет при длине 71 см и массе 4,5 кг. Эти показатели характерны для жилой формы, так как в низовьях Енисея не встречаются зрелые самцы длиной менее 68 см (масса 3,2 кг) и самки меньше 80 см. Массовое созревание полупроходной нельмы происходит у самок в возрасте 16-18 лет, у самцов – в 14-16 лет. Зрелые самки значительно крупнее одновозрастных самцов по длине (в среднем на 5-12 см) и массе тела (на 2,0-3,5 кг).

Средние значения длины тела (промысловой) и массы производителей нельмы на подходе к нерестилищам за 30-летний период практически не менялись (таблица 1).

Таблица 1 – Размеры нельмы по возрастам (р. Енисей, д. Сумароково)

Возраст, лет	1978-82 гг.		1993-96 гг.		2006-08 гг.	
	Длина, см	Масса, г	Длина, см	Масса, г	Длина, см	Масса, г
4+	72,5	4790	63,0	3560	-	-
5+	63,2±0,6	3160±73	63,5±1,0	2890±140	58,9	2298
6+	66,5±0,3	3560±60	67,8±1,1	3660±180	64,6±0,7	3520±57
7+	68,1±0,4	3920±70	67,4±1,4	3650±140	66,8±1,6	3640±260
8+	69,4±0,4	4050±70	71,4±1,4	4410±270	70,0±2,3	4150±440
9+	73,3±0,5	5030±130	74,4±1,7	4390±340	67,2±0,6	3670±140
10+	76,2±0,7	5540±170	76,5±1,4	5100±310	74,1±1,3	4860±270
11+	76,9±0,6	5610±150	77,9±1,1	5570±370	75,7±1,5	5200±260
12+	79,5±0,6	6110±170	79,7±0,9	5900±280	80,8±1,1	6140±260
13+	80,1±0,6	6150±150	81,1±0,8	6080±220	82,1±0,9	6330±300
14+	83,5±0,6	6850±170	82,0±0,5	6200±130	83,7±0,9	6700±220
15+	84,3±0,5	6920±140	84,2±0,6	6920±160	83,1±0,6	6650±180
16+	85,3±0,4	7030±130	85,9±0,6	7470±160	88,1±1,0	8020±240
17+	87,8±0,4	7700±120	89,2±0,9	8370±290	90,9±2,2	9140±380
18+	89,8±0,4	8200±110	93,0±1,0	9690±290	94,7±1,1	10400±400
19+	92,3±0,4	8960±120	93,9±1,2	9820±440	96,3±1,0	11200±440

Продолжение таблицы 1

Возраст, лет	1978-82 гг.		1993-96 гг.		2006-08 гг.	
	Длина, см	Масса, г	Длина, см	Масса, г	Длина, см	Масса, г
20+	95,0±0,4	9760±150	97,2±1,5	11000±500	94,6±2,6	10600±400
21+	97,1±0,6	10500±200	99,8±1,3	12300±500	98,4±4,6	11400±2200
22+	98,0±0,8	10900±300	101±2	11900±500	-	-
23+	99,8±0,9	11400±300	105±2	13900±400	-	-
24+	102±2	11700±700	102±2	12900±800	-	-
25+	104±1	13300±600	104±3	13600±700	-	-
26+	108±1	14400±300	109	16150	-	-
27+	106	14140	105	13300	-	-
28+	110	15600	106	13860	-	-

Основу нерестового стада составляют самцы длиной 75-90 см в возрасте 14-19 лет и самки размером 87-102 см в возрасте 17-22 лет.

Возрастной состав нельмы на нерестилищах (Сумароково) с 1978 по 2008 гг. представлен 24 возрастными группами – 4+-28+ лет. Основную долю в уловах 1978-82 гг. составляли рыбы в возрасте от 6+ до 21+ лет. Наиболее массовая возрастная группа 18+ лет – 9,6 %. В 90-е годы возрастной состав представлен практически теми же группами (таблица 2).

Таблица 2 – Возрастной состав нельмы (р. Енисей, д. Сумароково), %

Возраст	1978-1982 гг.		1993-1996 гг.		2006-2008 гг.	
	Самки	Самцы	Самки	Самцы	Самки	Самцы
4+	-	0,1	-	0,2	-	-
5+	-	1,8	-	1,0	-	1,0
6+	-	3,1	-	1,1	-	2,6
7+	0,2	4,2	-	1,8	-	6,2
8+	0,2	4,0	0,2	1,9	-	3,6
9+	1,4	3,7	-	1,3	-	2,1
10+	1,6	2,3	0,3	1,6	-	2,6
11+	1,4	2,4	0,3	1,9	-	4,6
12+	1,5	2,3	0,3	4,2	0,5	8,7
13+	1,6	2,8	0,5	7,3	1,0	5,6
14+	2,0	3,1	1,0	12,7	3,6	8,7
15+	2,1	4,7	2,8	11,2	0,5	10,8
16+	2,7	5,4	5,0	8,6	7,7	6,2
17+	3,7	5,7	5,5	4,5	7,2	2,1
18+	5,2	4,4	6,5	2,3	8,7	-
19+	5,0	4,2	3,4	0,5	3,1	-
20+	4,5	2,0	3,7	0,2	1,5	-
21+	3,6	1,4	2,9	0,2	1,5	-
22+	1,9	0,9	1,8	-	-	-
23+	1,3	0,4	0,6	-	-	-
24+	0,4	0,2	1,6	-	-	-
25+	0,4	0,0	0,5	-	-	-
26+	0,4	-	0,2	-	-	-
27+	0,04	-	0,2	-	-	-
28+	0,04	-	0,2	-	-	-
Всего	41,0	59,0	37,5	62,5	35,4	64,6

Основная масса рыб приходится на группы от 12+ до 18+ лет, доминируют в уловах рыбы в возрасте 15+ лет – 14 %. В середине 90-х годов прошлого века резко возросло незаконное изъятие полупроходных видов фауны Енисея, связанное с социальными

преобразованиями в стране (Заделёнов, 1999). Основная часть мужского населения побережья Енисея, оставшись без средств существования, переключилась на «подножный корм», как правило – добычу рыбы. Как следствие, к середине первого десятилетия 21 столетия нерестовое стадо нельмы представлено уже только 16 возрастными группами (5+-21+ лет), т.е. выпали старшевозрастные группы рыб. Особенно отчетливо это проявляется среди самок, составлявших в 80-х и 90-х годах в возрастных группах старше 21+ лет около 5 % от числа всех самок. Кроме того, необходимо отметить, что в 2006-2008 гг. отсутствовали в уловах самки в возрасте до 12+ лет, что может свидетельствовать и о выпадении пополнения в нерестовом стаде нельмы.

В половом составе нерестового стада нельмы во все годы исследований несколько преобладали самцы, составляя от 59 (1978-1982 гг.) до 64,6% (2006-2008 гг.).

В течение нерестового хода у нельмы отмечаются изменения экстерьерных показателей: средняя масса тела одноразмерных производителей в начале хода заметно выше, чем в конце (у самцов разных размерных категорий – на 2,5-7,8%, у самок – на 3,7-9,2%). Таким образом, особи, отличающиеся лучшим экстерьером достигают нерестилищ раньше, чем производители со «средними» показателями.

Индивидуальная абсолютная плодовитость (ИАП) нельмы по обобщённым материалам 1977-1982 гг. колеблется от 53 до 416 тыс. икринок, она функционально зависит от длины и массы тела самок (Куклин, Лопатин, 1983). По материалам 1994 г. ИАП нельмы колебалась от 130 тыс. шт. (длина самки 80 см) до 395 тыс. шт. (длина самки 110 см). Плодовитость нельмы в 2006-2008 гг. составляла от 70 до 249 тыс. шт. и в среднем составляет 150 тыс. икринок. Средние величины плодовитости, рассчитанные с учётом размерного состава самок, изменялись по годам следующим образом (таблица 3).

Таблица 3 – Средние величины плодовитости нельмы (р. Енисей, д. Сумароково), тыс. шт.

Годы	1978	1979	1980	1981	1982	1994	2006	2007	2008
ИАП	168	160	173	183	187	180	162	157	150

Относительная плодовитость нельмы в среднем составляет 23-25 икринок на 1 г массы тела (без гонад). Масса икринок у нельмы изменяется от 6-7 мг в начале хода до 11-13 мг в конце хода, отмечается положительная корреляция между массой тела самок и весом икринок (Куклин, Лопатин, 1983).

До настоящего времени отсутствовала информация о питании нельмы во время нерестовой миграции. Наблюдения 2006-2008 гг. показали, что мигрирующая нельма питается. Из 195 половозрелых особей зарегистрировано 52 экземпляра, в желудках которых обнаружены кормовые объекты. Основным компонентом питания нельмы во время нерестовой миграции является ряпушка (48%), вид, у которого совпадают сроки нереста с нельмой. Следующие по значимости объекты питания – тугун, плотва, елец.

Таким образом, установлено, что в течение последних 3-х десятилетий на местах нереста в Туруханском районе (Сумароково) отмечается постоянное снижение численности производителей нельмы. Сравнивая общее количество пойманных производителей (отлов проводился при стандартных условиях), очевидно, что с каждым последующим десятилетием, уловы производителей нельмы существенно сокращаются (Заделёнов, Белов, 2008).

Наряду с сокращением уловов произошло и качественное изменение нерестового стада. Если в 1994 г. уловы состояли из рыб в возрасте от 5 до 29 лет, то в 2006 г. возрастной ряд был представлен рыбами в возрасте 7-20 лет. Как следствие омоложения стада происходит и уменьшение значений плодовитости.

У полупроходной нельмы в Енисее отмечен факт питания. Кормовые объекты – наиболее массовые представители ихтиофауны, т.е. можно утверждать, что в районе нерестилищ какого либо предпочтения в пище нельмы нет.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Вовк Ф.И. Нельма р. Енисея (пром. ихтиологич. очерк) // Тр. СО ВНИОРХ. – Красноярск, 1948. – Т. 7. – Вып. 2. – С. 81-109.

Заделёнов В.А. Характеристика структуры нерестового стада и условий воспроизводства енисейской нельмы // Проблемы и перспективы рационального использования рыбных ресурсов Сибири. – Красноярск: изд-во КГТУ, 1999. – С.41-47.

Заделёнов В.А., Белов М.А. Антропогенное влияние на нельму *Stenodus leucichthys nelma* (Pallas) енисейской популяции // Современное состояние водных биоресурсов. Материалы Международ. конф. – Новосибирск, 2008. – С. 228-233.

Куклин А.А., Лопатин В.В. Структура нерестовой части популяции енисейской нельмы // Биологические проблемы Севера. Тезисы 10 Всесоюз. симпозиума. – Магадан, 1983. – Ч. 2. – С. 187-188.

Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищепромиздат, 1966. – 376 с.

ОСОБЕННОСТИ ВОСПРОИЗВОДСТВА СИГОВЫХ РЫБ

Богданов В.Д.¹, Решетников Ю.С.²

¹*Институт экологии растений и животных УрО РАН (ИЭРиЖ УрО РАН)*

²*Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н.Северцова РАН (ИПЭЭ РАН)*

Вопросы воспроизводства имеют важное значение в оценке воспроизводительной способности вида в целом или отдельных его популяций; в первую очередь, это время наступления половой зрелости, возрастной и половой состав нерестового стада, периодика развития гонад и нереста, плодовитость, выживание молоди и другие. Известно, что сиговые рыбы при их обитании в водоемах Крайнего Севера имеют свои специфические особенности воспроизводства (Решетников, 1967, 1979, 1980, 2007; Богданов, 1983, 1987, 1997, 2007 и др.).

Обычно каждый вид сиговых рыб нерестится в свое время. Так, в р. Анадырь (бассейн Берингова моря) поочередность нереста разных видов сиговых была следующей: нельма – валец – ряпушка – сиг-горбун – чир – сиг-востряк. Массовый нерест нельмы приходится на вторую – третью декады сентября на плесах глубиной 2-3 метра с песчано-галечным дном при температурах воды 3-6°C. А сиг-востряк нерестится уже подо льдом при температурах воды около 0°C, причем его нерестилища, также как и у валька, расположены в верхних участках реки с быстрым течением и глубинами 1-2,5 м (Шестаков, 1998). В р. Оби поочередность нереста следующая: тугун – нельма – пелядь – ряпушка и сиг-пыжьян – чир.

Отметим специфику воспроизводства сиговых по сравнению с лососевыми и хариусовыми рыбами.

У *лососевых рыб* нерест бывает осенью и весной при температуре воды 1-14°C, во время нереста рыбы приобретают яркую брачную окраску, икра крупная (4-10 мм), сильно пигментированная и чаще закапывается в грунт. Развитие эмбриона в икре при весеннем нересте длится 15-50 суток, при осеннем – 50-150 суток. Из икры выходят крупные личинки (12-25 мм), которые уже хорошо сформированы и сначала малоподвижны; основной органогенез (формирование плавников) приходится на период эндогенного питания.

У *хариусовых рыб* нерест бывает только весной при температуре воды 3-15°C, брачный наряд выражен слабее, икра мелкая (2,5-3,5 мм) и слабо пигментированная, самки откладывают икру в специально построенные гнезда. Эмбриональный период короткий (10-14 суток), вылупление дружное, личинки имеют небольшой желточный мешок и длину 8-16 мм. Они довольно быстро переходят на внешнее питание.

Большинство видов *сиговых рыб* нерестует в осенне-зимний период. Это обычно бывает осенью, в начале или в середине зимы и происходит как по открытой воде, так и подо льдом. Лишь у немногих видов и форм сиговых рыб нерест сдвигается на весеннее или даже

летнее время (Черняев, Пичугин, 1999). Брачный наряд у сиговых не имеет ярких красок и обычно выражается в развитии белых эпителиальных бугорков на голове и по бокам тела у самцов. По сравнению с лососевыми и хариусовыми рыбами у них выше плодовитость, но нет заботы о потомстве, икра откладывается на грунт. У сигов с осенне-зимним нерестом инкубация длится 70-260 суток или 260-360 градусо-дней. Вылупление в природе дружное, личинки подвижные имеют длину 7-16 мм и небольшой желточный мешок; основной органогенез – в период смешанного и внешнего питания.

Нерест многих видов сиговых рыб растянут по причине неодновременности созревания разноразмерных и разновозрастных особей, что характерно для рыб с осенне-зимним периодом размножения, однако массовый нерест речных сиговых рыб протекает за 2-4 суток.

Периодика нереста. Многие исследователи отмечали, что в уловах перед нерестом среди рыб старшего возраста часто встречаются особи с гонадами во II и II-III стадиях зрелости; по возрасту, размерам и массе эти особи значительно превышали впервые нерестующих рыб. Таких рыб относили к особям, которые пропускали нерестовый сезон. Подобные данные имеются по осетровым рыбам, лососю, кумже, форели и арктическому гольцу, а из сиговых рыб – по нельме, белорыбице, сигу, муксуну, чирю, омулю, пеляди, европейской и сибирской ряпушкам. Помимо косвенных данных о возможных пропусках нереста, имеются и прямые наблюдения за развитием половых желез многих сиговых (сига-лудог, пыжьяновидного сига, муксуна, сибирской ряпушки, пеляди), которые прямо доказывают факт пропуска нереста. Подробно описаны методики определения рыб, пропускающих нерест, как в полевых условиях (Решетников, 1980, 2007; Решетников и др., 1989 и др.), так и контроль полевых наблюдений гистологическим анализом гонад (Крохалевский, 1983; Кошелев, 1984 и др.). Накопленные в литературе данные о пропусках нерестовых сезонов в водоемах Севера отмечены для осетровых, лососевых, сиговых, карповых, окуневых и тресковых (налим) рыб, т.е. это обычное явление для рыб Севера и связано, скорее всего, со спецификой кормовой базы. При сильной промысловой нагрузке повторно созревающих рыб в нерестовых стадах почти нет.

За короткий период нагула на Севере рыба после нереста не успевает восстановиться в полной мере. Наиболее длительные периоды «отдыха» после нереста отмечены у осетровых рыб: у белуги они достигают 5 лет, у русского осетра – 5-8 лет, у севрюги – 3-7 лет. В водоемах Севера цикл развития гонад у сиговых рыб может длиться не один год, а более; при ежегодном нересте всей популяции некоторые особи могут пропускать один или несколько нерестовых сезонов. В реках Сибири нельма нерестится с перерывами в 3-4 года, в бассейне Волги у белорыбицы они сокращаются до 2-3 лет. Обычно в течение всей жизни белорыбица нерестится 1-2 раза, лишь в исключительных случаях самки откладывают икру трижды. У чира пропуски нереста составляют 2-3 года. У остальных сиговых рыб перерывы между икрометаниями, видимо, равняются 2 годам, т.е. особь пропускает один нерестовый сезон. По нашим данным, пропуски нереста у малотычиновых сигов составляют 15-30% от числа всех половозрелых рыб в популяции. В годы с затяжной весной и холодным летом количество особей, пропускающих нерест, увеличивается. Периодика икрометания у сиговых рыб тесно связана с условиями питания, роста и характера жиронакопления (Решетников, 1980). Пропуски нереста у сиговых рыб в северных водоемах – обычное явление.

Гибель икры от перемерзания. Следует особо отметить развитие икры сиговых рыб в «пагоне». Некоторые авторы придают этому факту большое значение, чуть ли не как основной путь инкубации икры у сиговых рыб. В случае попадания набухающей икры в смесь снега и воды или прилипшей к камням шуги икринка набухает, раздвигая кристаллы льда и инкапсулируется в него, осуществляя дальнейшее развитие вплоть до вылупления личинок, будучи замороженной в лед – в «пагоне». Наши исследования (Богданов, 1983) подтвердили предположение И.Г. Юданова (1939) и экспериментальные проработки Ж.А. Черняева (1971, 1982) о возможности развития икры сиговых, замороженной в лед. Если

раньше это было известно для сибирской ряпушки и байкальского омуля, а возможно и для вальки, то по нашим наблюдениям, сюда можно добавить чира, пелядь и сига-пыжьяна. Известно, что нерест чира происходит во время ледостава, во время шуги, и часть икры оказывается вмороженной в лед. В 1980-1988 гг. (Богданов, 2007) отмечалось благополучное развитие икры в замерзшей шуге (82-95% живых эмбрионов). Затопы шуги предохраняют икру от врагов и болезней. При минимальной температуре воздуха до -36°C и снеговом покрове 0,2 м температура нижних слоев льда в течение всей зимы стабильна и равна 0°C . При такой температуре льда икра в "пагоне" развивается. В поверхностных слоях льда (он формируется в основном наледями), имеющих отрицательную температуру, икры почти нет. В икре сиговых рыб нет специальных антифризных гликопептидов, что найдено у антарктических рыб, поэтому сохранение икры живой в "пагоне" при замораживании невозможно. При быстром охлаждении организма внешняя кристаллизация ограничивает степень переохлаждения внутриклеточной протоплазмы, повышает вязкость протоплазмы и снижает порог переохлаждения.

Ледяной покров на северных реках держится до середины мая – начала июня, при зимнем спаде воды лед ложится на грунт, и в случае нереста сиговых на малой глубине лед иногда покрывает большую часть поверхности нерестовых площадей в виде толстой наледи. Перемерзают перекаты и образуются локальные заморные зоны. В этих случаях наблюдается массовая гибель икры от перемерзания или замора. В суровые и малоснежные зимы в низовьях Оби возможно возникновение обширных заморов на нерестилищах сиговых, в результате которых увеличивается гибель икры почти до 100%. Отметим, что выживание икры в уральских притоках может меняться от 0 до 93%, составляя в среднем 20-30% (Богданов, 1987). Гибель икры сиговых возможна по следующим причинам: неполное оплодотворение, нарушение развития в процессе эмбриогенеза, поедание икры рыбами и беспозвоночными, паразитарные заболевания, а также перемерзание нерестилищ и вынос икры за их пределы (Богданов, 1987, 2007). В последние годы появился новый фактор – загрязнение промышленными стоками и заиление из-за проведения горных работ. В условиях озер к этому прибавляется гибель икры от дефицита кислорода, заиления, закисления и загрязнения воды (Решетников, 1980; Решетников и др., 2000).

В 1960-1980 гг. в водоемах Европы и России начались большие изменения в экосистемах под влиянием, так называемого, антропогенного или «культурного эвтрофирования». Вслед за обогащением водоемов биогенами увеличивалась продукция и биомасса начальных звеньев трофической цепи (бактерии-, фито- и зоопланктона), в озерах отмечается «цветение воды», а в гипolimнии появляется дефицит кислорода и образуются заморные зоны. Вслед за этим наблюдаются существенные изменения в структуре рыбного населения (Решетников, 1979, 1980; Решетников и др., 1989 и др.). Вначале эвтрофирование положительно сказывается на темпе роста и созревании сиговых рыб, поскольку возрастает кормовая база. Однако скоро начинается усиленное заиление нерестилищ, а дефицит кислорода в придонных слоях приводит к гибели икры. Рыбы с ранне-весенним нерестом и коротким сроком инкубации икры (щуковые, окуневые и карповые) получают предпочтение в выживании при эвтрофировании водоема. Лососевые и сиговые рыбы с их осенним нерестом, длительным периодом осенне-зимней инкубации икры при усиленном заилении грунтов и донных заморах фактически обречены на вымирание. Смертность икры сигов за время инкубации возрастает до 80-92%. Отметим лишь, что после глобального эвтрофирования водоемов Европы с пиком этого процесса в 1960-1980 гг. наметился обратный процесс в сторону ре-олиготрофирования, но чаще всего структура рыбного населения не возвращается в первоначальное состояние (Решетников, 2004).

Выживание икры и личинок. На всех нерестилищах сиговых рыб в уральских притоках Нижней Оби дрейф икры происходит с определенной закономерностью: снос икры начинается с нереста сиговых рыб и заканчивается весной с окончанием ската личинок. В дрейфе присутствуют живые, мертвые и выведенные беспозвоночными икринки (пустые оболочки), соотношение которых меняется. Живая икра доминирует в дрейфе в период

массового нереста, оболочки со следами выедания – всю зиму, а мертвая икра – в период весеннего освежения воды.

Несмотря на высокую смертность во время инкубации икры за счет высокой плодовитости сиговых рыб до вылупления доживает довольно много личинок, которые за счет эндогенных запасов питательных веществ в виде желточного мешка успевают скатиться с нерестилищ, достигнуть мест нагула и перейти на активное экзогенное питание. Однако и личиночный период развития сопряжен с высокой смертностью, которая компенсируется лишь значительной пластичностью молоди сиговых рыб.

Считается, что для каждого вида рыб специфична не только общая величина смертности, но и ее распределение по отдельным этапам развития (Никольский, 1974). У сиговых рыб Нижней Оби наибольшая смертность обычно наблюдается в эмбриональный период развития, но в исключительных случаях возможна массовая гибель личинок при переходе на питание внешней пищей.

На основании проведенных исследований жизненного цикла сиговых рыб Нижней Оби, нами были выделены три типа *стратегии выживания* на ранних этапах развития (Богданов, 1997):

- первый тип (поздняя смертность) – очень высокое выживание икры (90%) и повышенная смертность покатных личинок (30%). Этот тип характерен примерно для 25% популяции чира, 14 – тугуна, 18 – пеляди и 6% – сига-пыжьяна (горные притоки р. Ляпина);
- второй тип (равномерная смертность) – выживает 20-30% икры, гибнет 20% покатных личинок. Охватывает большую часть популяций сиговых Нижней Оби: 86% тугуна, 93% сига-пыжьяна, 82% пеляди, 50% чира (рр. Ляпин, Войкар и Сыня, при отсутствии замора в последней);
- третий тип (ранняя смертность) – очень высокая смертность икры (более 90%) и низкая смертность покатных личинок (менее 10%). Этот тип характерен в основном для популяций чира (20%), в меньшей степени пеляди (0,1%) и сига-пыжьяна (1%) (рр. Собь, Харбей, Лонготъеган).

В случае зимнего замора в р. Сыне увеличивается доля популяций, воспроизводящихся по третьему типу: на 60% у сига-пыжьяна, на 15% – у чира и пеляди, на 3% – у тугуна. При всех типах гибнет 69-98% нагульных личинок за 10-суточный период от начала нагула на мелководьях соров (Богданов, 1997, 2006, 2007).

Механизмы, обеспечивающие обязательное выживание части особей в популяции полупроходных сиговых рыб в первый год жизни и ее устойчивость, с нашей точки зрения, следующие: 1) наличие нескольких центров размножения и перераспределение производителей по нерестилищам внутри каждого центра всегда гарантируют выживание определенной части отложенной икры; 2) массовое вылупление за короткий период (3-4 суток) и скат большинства личинок на места нагула на "гребне" паводковой волны с наибольшей скоростью обеспечивают максимальное выживание покатных личинок; 3) отставание начала нагула личинок от начала вегетации соров обеспечивает достаточное количество кормовых организмов; 4) разновременное массовое вылупление личинок в различных центрах размножения, определяемое их широтной и вертикальной зональностью, приводит к расширению вариативности личинок по размерам и стадиям развития. В результате состав рыбного населения на местах нагула в пределах ареала в значительной степени становится разнородным по степени развития (одни начинают, а другие в это же время могут заканчивать личиночное развитие), что повышает выживаемость и устойчивость популяции в целом при разном сочетании абиотических факторов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Богданов В.Д. Выклев и скат личинок сиговых рыб уральских притоков Нижней Оби // Биология и экология гидробионтов экосистемы Нижней Оби. – Свердловск, 1983. – С. 55-79.

Богданов В.Д. Изучение динамики численности и распределения личинок сиговых рыб реки Северной Сосьвы. Препринт. – Свердловск, 1987. – 60 с.

Богданов В.Д. Экология молоди и воспроизводство сиговых рыб Нижней Оби.: автореф. дис. ... доктора биол. наук. – М.: ИПЭЭ РАН, 1997. – 50 с.

Богданов В.Д. Эмбриональное развитие сиговых рыб на естественных нерестилищах в уральских притоках Нижней Оби. Экология растений и животных севера Западной Сибири // Науч. вестник Ямало-Ненецкого автоном. округа. – Салехард, 2006. – Вып. 6, (2) (43). – С. 3-17.

Богданов В.Д. Выживание икры сиговых рыб на нерестилищах в уральских притоках Нижней Оби. Современное состояние и динамика природных сообществ Севера // Научн. вестник Ямало-Ненецкого автоном. округа. – Салехард, 2007. – Вып. 2 (46). – С. 42-49.

Кошелев Б.В. Экология размножения рыб. – М.: Наука, 1984. – 309 с.

Крохалевский В.Р. Половые циклы, созревание и периодичность нереста обской пеляди // Биология и экология гидробионтов экосистемы Нижней Оби. – Свердловск: Средне-Урал. кн. изд-во, 1983. – С. 93-110.

Никольский Г.В. Теория динамики стада рыб. – М.: Пищевая промышленность, 1974. – 447 с.

Решетников Ю.С. Периодичность размножения у сегов // Вопросы ихтиологии. – 1967. – Т. 7. – Вып. 6. – С. 1019-1031.

Решетников Ю.С. Сеговые рыбы в северных экосистемах // Вопросы ихтиологии. – 1979. – Т. 19. – Вып. 3. – С. 419-433.

Решетников Ю.С. Экология и систематика сеговых рыб. – М.: Наука, 1980. – 301 с.

Решетников Ю.С. Проблема ре-олиготрофирования водоемов // Вопросы ихтиологии. – 2004. – Т. 44. – № 5. – С. 709-711.

Решетников Ю.С. Ихтиофауна Арктики // Современные исследования ихтиофауны арктических и южных морей. Апатиты. – ММБИ Кол. НЦ РАН, 2007. – С. 7-33.

Решетников Ю.С., Акимова Н.В., Попова О.А. Аномалии в системе воспроизводства рыб при антропогенном воздействии // Изв. Самарского НЦ РАН. – 2000. – Т. 2. – № 2. – С. 274-282

Решетников Ю.С., Мухачев И.С., Болотова Н.Л. и др. Пелядь *Coregonus peled* (Gmelin, 1788) (*PISCES: Coregonidae*. Систематика, морфология, экология, продуктивность. – М.: Наука, 1989. – 302 с.

Черняев Ж.А. О возможности развития икры байкальских сеговых рыб в переохлажденном состоянии пагона // Биологические проблемы Севера Севера. – Магадан, 1971. – Вып. 42. – С. 67-73.

Черняев Ж.А. Воспроизводство байкальского омуля. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 128 с.

Черняев Ж.А., Пичугин М.Ю. Особенности раннего онтогенеза весенне-нерестующего баунтовского сига // Вопросы ихтиологии. – 1999. – Т. 39. – Вып. 1. – С. 78-88.

Шестаков А.В. Биология молоди сеговых рыб бассейна реки Анадырь. – Владивосток: Дальнаука, 1998. – 112 с.

Юданов И.Г. Условия нереста и развития икры ряпушки в заморной зоне Обской Губы // Рыбное хозяйство. – 1939. – №4. – С. 34.

СОСТОЯНИЕ ВОСПРОИЗВОДСТВА И ДИНАМИКА ГЕНЕРАЦИЙ СИГОВЫХ РЫБ НИЖНЕЙ ОБИ

Богданов В.Д.

Институт экологии растений и животных УрО РАН (ИЭРиЖ УрО РАН)

Условия воспроизводства и нагула сиговых рыб в Обском бассейне зависят от водности года – длительности и высоты затопления пойменных площадей (Богданов, Агафонов, 2001). В зависимости от гидрологической ситуации продолжительность нагула рыб в сорах поймы нижней Оби изменяется от 34 до 100, редко более, дней. Рекордные по продолжительности стояния воды в пойме были 1979 и 2007 гг.

Популяции отдельных видов сиговых рыб Оби имеют различное демографическое состояние. Виды, наиболее предпочитаемые для промысла (муксун, пелядь, чир, нельма) испытывают очень сильную промысловую нагрузку и снижают свою численность. В то же время ряпушка имеет высокую численность. Тугун – высокоценный объект промысла, также, сохраняет свою природную численность.

Для контроля состояния промыслового запаса, необходимо проводить учеты численности рыб, в том числе молоди. Наиболее точные оценки численности рожденных генераций полупроходных сиговых рыб можно получить при проведении учетов численности покатных личинок. В этом случае ясно виден результат естественного воспроизводства.

Институт экологии растений и животных УрО РАН тридцать лет проводит исследования воспроизводства сиговых рыб Нижней Оби в уральских нерестовых реках. Продолжительность мониторинга на р. Северной Сосьве – с 1979 г., на р. Сыне – с 1992 г., на р. Войкаре – с 1986 г., на р. Соби – с 1975 г. В 2008 и 2009 гг. исследования проведены в бассейнах нерестовых притоков нижней Оби – рр. Северная Сосьва, Манья, Сыня, Войкар, Танью и Собы. Собраны пробы личинок в период их ската с нерестилищ и в период нагула в пойме Нижней Оби, пробы зоопланктона – в ссорах. Проведен лов рыб в период нерестового хода.

При сборе материала по скату личинок применяли метод учета стока (Павлов и др., 1981; Богданов, 1987). Для оценки распределения покатной молоди независимо от скорости течения потока пользовались формулой, имеющей вид:

$$M_{100} = \frac{m * 100}{Q_{\text{лова}}},$$

где M_{100} – количество рыб в 100 м³;

m – среднее число рыб в пробах за расчетный период времени;

$Q_{\text{лова}}$ – расход воды через сетку = $S * V / t$, м³/с;

S – площадь входного отверстия, м²;

V – скорость течения в сетке, м/с;

t – время лова, секунды.

Абсолютную численность личинок, прошедших через учетный створ, определяли по формуле:

$$N = \frac{Q_p * m * T}{Q_{\text{лова}}},$$

где N – общее число личинок;

Q_p – средний расход воды в реке за расчетный период времени, м³/с;

T – расчетный период времени в секундах, составляющий обычно 6, 12 или 24 часа.

Общая погрешность применяемого метода не превышала 40%, чаще была близка к 30% (Богданов, 1987).

Получены уникальные сведения о численности генераций, выявлены основные закономерности формирования поколений (Экология рыб..., 2006). В обобщенном виде

была установлена цепь событий, приводящих к появлению многочисленных генераций пеляди и чира: высокое и длительное стояние воды за год до нереста и в год нереста – повышение темпа весового роста – повышение популяционной плодовитости – размножение на верхних нерестилищах – повышенное выживание икры – вылупление многочисленного потомства.

В 2008 и 2009 гг. численность личинок пеляди и сига-пыжьяна на Северной Сосьве была средней многолетней, а в северных притоках (рр. Войкар и Сось) – выше средней многолетней (таблица). Численность личинок тугуна – средняя на всех нерестовых притоках, кроме р. Войкар. Численность личинок чира низкая на всех притоках. В целом, произошел существенный рост численности генераций пеляди, размножающихся в уральских притоках Оби (рисунок). В Войкаре даже отмечена рекордная численность за период наблюдений.

Ведущая роль в воспроизводстве пеляди, чира и тугуна осталась у Северной Сосьвы, сига-пыжьяна – у Сыни. Три последних года наблюдается повышение роли северных нерестовых притоков в воспроизводстве сиговых рыб. Особенно выделяется Сось – в 2008 гг. ее значение в воспроизводстве чира достигло 30%. Впервые в ней появилось относительно много пеляди.

Значительный рост численности обской ряпушки, имевший место в середине 2000-х годов, способствовал её распространению в уральских притоках. Ряпушка впервые за 30 лет наблюдений зашла на нерест даже в Северную Сосьву. С 2006 г. экспансия нерестовой части популяции «щучьереченской» ряпушки закончилась – ее не было последних два года на нерестилищах в реках Северная Сосьва, Сыня и Сось. Лишь в Войкаре отмечались единичные особи. В Соби в период ската в 2007 г. была поймана только одна личинка ряпушки. В 2008 г. личинки ряпушки в рассматриваемых реках не встречались.

В последние 15 лет в популяции обской пеляди сократилась амплитуда колебания численности генераций за счет повышения в фазу депрессии и понижения в фазу подъема. Общее снижение численности за 30 лет – четырехкратное. В 2009 г. наблюдался существенный рост численности генерации пеляди – численность превысила 3,5 млрд, чего не было с 1988 г.

Популяция чира устойчиво сокращает свою численность. Начиная с 1997 г. его генерации имеют численность меньше средней многолетней. Появление в Оби в 2004-2006 гг. особей тазовской популяции, вступление в воспроизводство относительно многочисленной генерации 1999 г. рождения (в 1,5 раза выше средней многолетней) и многоводный период во время нерестового хода, способствующий слабому изъятию промыслом, снизили темпы спада численности обской популяции (в основном за счет размножения в Войкаре и Соби). Произошло небольшое увеличение численности генераций, появившихся в 2006 и 2007 гг. В 2008 и 2009 гг. продолжился спад численности популяции чира. В дальнейшем произойдет еще более сильный спад численности, так как в период маловодья в пойме Оби существующие негативные демографические явления будут только развиваться.

Состояние популяции сига-пыжьяна сохраняется более благоприятное, чем чира, но и у него происходило значительное снижение численности. С 2002 по 2006 гг. даже в Сыне (центр воспроизводства сига-пыжьяна) появлялись генерации в три-четыре раза меньше средней многолетней. Вступление в воспроизводство многочисленной генерации 1999 г. рождения и снижение нагрузки промысла несколько улучшило демографическую ситуацию, особенно за счет вклада Войкара. Слабое влияние промысла на производителей и хорошие условия развития икры привели к тому, что генерация 2007 г. рождения оказалась в 1,5 раза выше средней. В 2008 г. начался новый спад численности сига-пыжьяна.

Таблица – Численность покатных личинок сиговых рыб на уральских нерестовых притоках Нижней Оби, млн экз.

Год	Пелядь	Сиг-пыжьян	Чир	Тугун	Ряпушка
р. Северная Сосьва					
2008 г.	1653,0	8,1	22,5	66,2	0
2009 г.	2473,0	12,5	39,5	75,3	0
Средняя за 1981 - 2008 гг.	1799,1	5,6	80,8	57,1	0
р. Сыня					
2008 г.	686,4	37,4	5,6	1,8	0
Средняя за 1992 - 2008 гг.	359,1	59,8	27,6	2,3	1,7
р. Войкар					
2008 г.	420,5	24,8	5,3	0,01	0
2009 г.	537,0	56,0	3,0	4,0	0
Средняя за 1986–92, 1999 – 2008 гг.	128,8	21,8	51,0	2,6	0,5
р. Сосьва					
2008 г.	7,5	14,0	20,0	6,5	-
2009 г.	2,0	6,2	7,6	0,3	-
Средняя за 1976–77, 1984–88, 1996–98, 2006-08 гг.	0,15	1,8	18,9	0,9	0,05
Общая средняя за период наблюдений	2555,2	122,8	182,7	63,2	0,6

Состояние популяций тугуна Северной Сосьвы продолжает оставаться относительно благоприятным – численность девяти последних генераций высокая, что связано не только с хорошими условиями воспроизводства, но и с низким влиянием промысла. В остальных нерестовых реках численность популяций тугуна традиционно низкая. В ближайшие годы резкого снижения численности тугуна в Северной Сосьве не предполагается, но при низкой водности, улучшающей промысловую обстановку, снижение возможно. Наблюдается рост численности тугуна в Соби, и при возникновении нормальных условия для инкубации икры и зимовки молоди, популяция может увеличить свою численность. Численность популяций тугуна во всех нерестовых реках, кроме Северной Сосьвы, никогда не будет настолько большой, чтобы можно было организовывать специализированный промысел.

Воспроизводство обских сиговых рыб естественными факторами лимитируется в меньшей степени, нежели антропогенными. Наиболее значимые абиотические факторы – перемерзание нерестилищ и сильное ветровое волнение в период нагула ранних личинок. Фактор "перемерзание" имеет решающее значение для воспроизводства сиговых рыб только в реках Сыне (редко), Соби, Харбее, Лонготъегане. В последние годы роль этого фактора снизилась благодаря теплым зимам. Из биотических факторов наиболее значимый – трофический по отношению к ранним личинкам. В последние четыре года личинки появляются в сорах спустя 6-10 суток после их залития, когда кормовые организмы еще не развиты. Такие трофические условия нагула неблагоприятны для выживания личинок.

Наиболее существенный антропогенный фактор – промысел, тогда как загрязнение, производство горных работ и водопотребление в масштабах Нижней Оби оказывают второстепенное влияние. Из уральских притоков наиболее сильное антропогенное влияние оказывается на Сосьву – водопотребление г. Лабытнанги (р. Ханмей зимой пересыхает), сброс загрязненных вод с хромитовых карьеров и с поселка Харп, добыча ПГС. Однако появление большого глубокого канала-выработки привлекает рыб для нагула и зимовки, и его значение в настоящее время скорее положительное, чем отрицательное (в 80-х годах были уничтожены нижние нерестилища). Для обеспечения нормальной зимовки рыб необходимо сохранение 200-метрового мелководного устьевых участка русла, который препятствует проникновению заморных обских вод вверх по Соби.

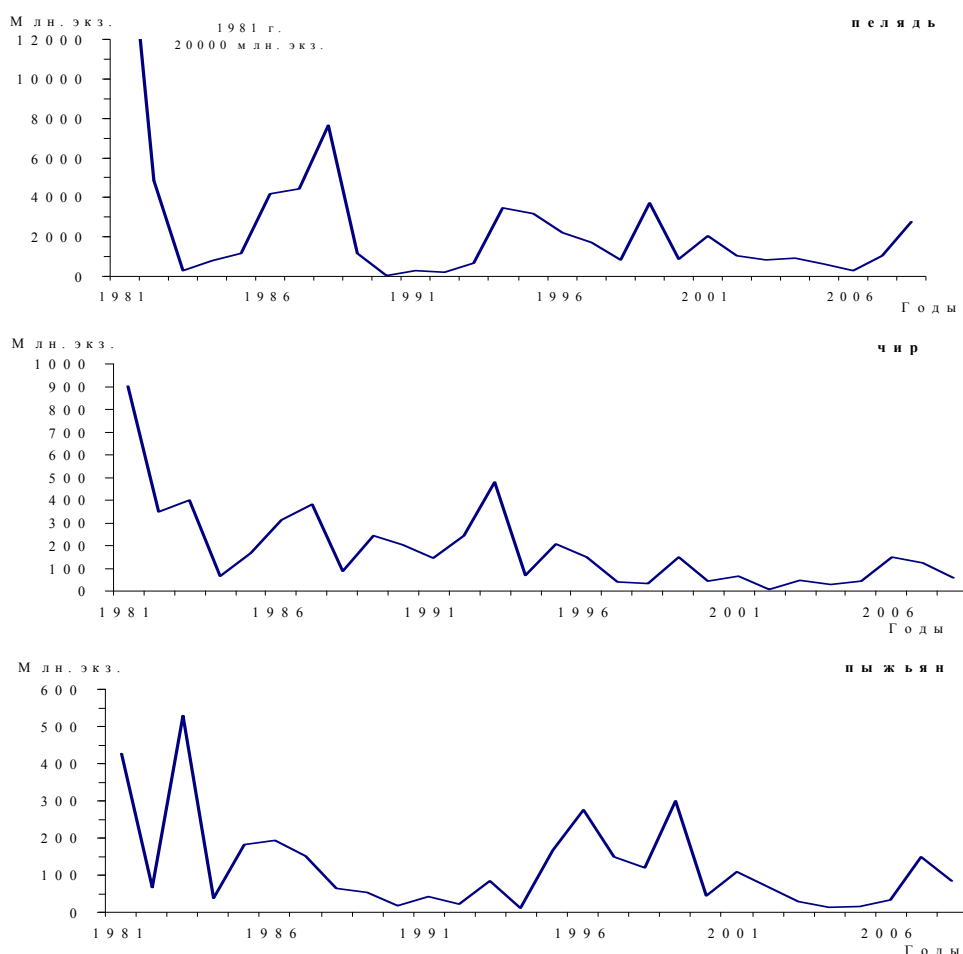


Рисунок – Динамика численности генераций пеляди, чира, пыжьяна нижней Оби

Многоводный период 1998-2002 гг. способствовал значительному росту численности генераций всех видов рыб, кроме ликвидных, тогда как и эти виды в силу своих биологических особенностей должны были увеличить численность, особенно пелядь и чир. Этого не произошло только из-за чрезмерного промысла. В 2007 г. изъятие потенциальных производителей промыслом из-за высокого уровня и длительного стояния воды оказалось ниже обычного, что способствовало проходу большего числа рыб на нерестилища. Такие уникальные гидрологические условия, как в 1979 и 2007 гг. в значительной мере способствуют пропуску производителей на нерестилища и в буквальном смысле спасают популяции обских сиговых рыб. У пеляди рекордный по водности год определяет формирование "волн жизни", которые постепенно затухают до следующего аналогичного года.

Сохранение высокого уровня воспроизводства сиговых рыб нижней Оби в основном зависит от сохранения нетронутости экосистем нерестовых притоков и рационального ведения промысла, обеспечивающего естественную структуру нерестовых стад и пропуск необходимого числа производителей на нерестилища. Для решения этой проблемы необходимо создавать на местах размножения сиговых рыб особо охраняемые природные территории (ООПТ). Тем более, что предстоящее освоение Приполярного и Полярного Урала может существенно нарушить экосистемы нерестовых рек.

Кроме того, необходимо ежегодно осуществлять мероприятия по искусственному воспроизводству сиговых рыб Обского бассейна. Важно скорее построить рыбозавод в п. Харп, ориентирующийся на зарыбление Оби, озер Полярного Урала и Ямала. Для искусственного воспроизводства сиговых рыб нижней Оби необходимо использовать производителей, зашедших на нерест в реки, в которых отмечены высокая естественная

смертность икры на нерестилищах и значительные антропогенные нагрузки (реки Сосьва, Харбей, Лонготъеган). Идея использования производителей для рыбоводных целей из северных участков репродуктивного ареала основывается на концепции популяционного единства полупроходных сиговых рыб Оби.

В последние годы возросла роль уральских нерестовых рек Войкара, Соби и Лонготъегана в воспроизводстве сиговых рыб, особенно чира, а в северных притоках выживание икры гораздо хуже, чем в южных (притоки Северной Сосьвы). Поэтому усиление роли северных притоков в размножении сиговых рыб нежелательно – неизбежно увеличится общая смертность икры в популяции.

Экологическое состояние среды обитания на местах нереста и зимовки сиговых рыб в целом относительно благоприятное (Экологическое состояние..., 2002, 2005) и не оказывает решающего влияния на эффективность воспроизводства. Основная причина снижения численности – в чрезмерной промысловой нагрузке, в том числе незаконной.

В последние годы наблюдаются фенологические сбои в воспроизводстве сиговых рыб, связанные с климатическими изменениями – смещаются сроки нерестового хода и вылупления личинок, приводящие к повышенной смертности. Выявленные факты свидетельствуют об отрицательном влиянии глобальных изменений климата на существование пресноводных рыб, относящихся к арктическому фаунистическому комплексу.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Богданов В.Д. Изучение динамики численности и распределения личинок сиговых рыб реки Северной Сосьвы // Препринт. – Свердловск: УНЦ АН СССР, 1987. – 60 с.

Богданов В.Д., Агафонов Л.И. Влияние гидрологических условий поймы Нижней Оби на воспроизводство сиговых рыб // Экология. – 2001. – №1. – с. 50-56.

Богданов В.Д. и др. Экологическое состояние притоков нижней Оби (реки Сыня, Войкар, Сосьва). – Екатеринбург: изд-во УрО РАН, 2002. – 135 с.

Богданов В.Д. и др. Экологическое состояние притоков нижней Оби (реки Харбей, Лонготъеган, Щучья). – Екатеринбург: изд-во Урал. ун-та, 2005. – 236 с.

Павлов Д.С., Нездолий В.К., Ходоревская Р.П. и др. Покатная миграция молоди рыб в реках Волга и Или. – М.: Наука, 1981. – 320 с.

Экология рыб Обского бассейна / под науч. ред. Д. С. Павлова, А. Д. Мочека. РАН, Ин-т проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова, Тобол. биол. станция. – М.: КМК, 2006. – 596 с.

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НЕРЕСТОВЫХ СТАД СИГОВЫХ РЫБ РЕКИ УСЫ ПЕЧОРСКОГО БАССЕЙНА (ПО МАТЕРИАЛАМ СБОРОВ 2008 г.)

Боровской А.В., Новоселов А.П.

Северный филиал ФГУП "Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича" (СевПИНРО)

Известно, что структура популяций является свойством, отражающим характер взаимосвязей видов со средой обитания, и обладает известной стабильностью (Никольский, 1974). В конкретном выражении в разных точках ареала она представлена соотношением возрастных и размерных групп, характером и сроками наступления половой зрелости, соотношением половозрелой и неполовозрелой части популяций как в целом, так и по отдельным возрастным группам и стадиям зрелости половых продуктов. При анализе популяционной структуры рассматриваются основные биологические параметры рыб, такие как размерно-весовой, возрастной и половой состав, а также соотношение полов (Новоселов, 2000).

Бассейн р. Усы является правобережным притоком первого порядка р. Печоры, и именно здесь располагаются основные нерестилища проходных (омуль) и полупроходных (нельма, пелядь, сиг, ряпушка) видов печорских сиговых рыб. В основу работы положен материал, собранный в преднерестовый период 2008 г. (сентябрь-октябрь) в нижнем течении реки (рисунок 1).

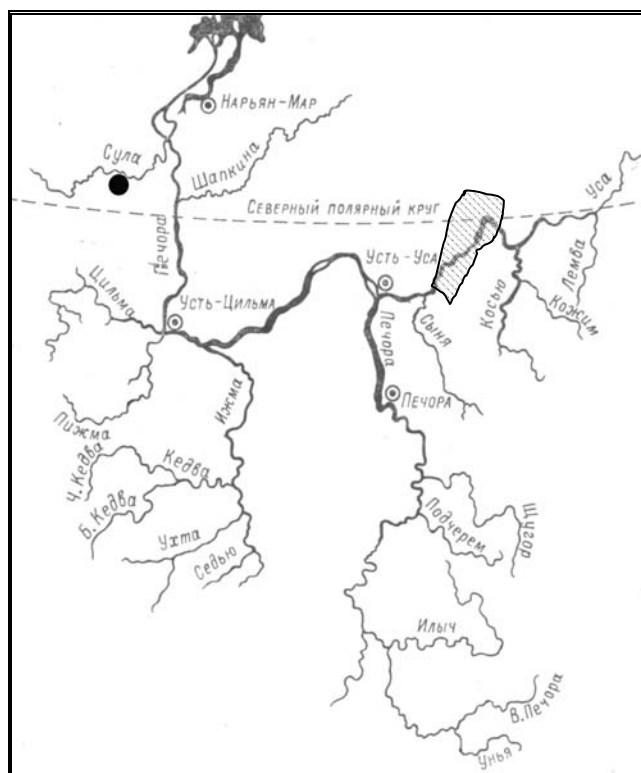


Рисунок 1 – Места преднерестовой концентрации сиговых рыб в бассейне Усы

При сборе полевого материала использовали тягловый невод (длиной 150 м с размером ячеи в кутке 18 мм) и плавная сеть (длиной 150 м и ячеей 40 мм). Проанализировано состояние нерестовых стад пеляди, сига, омуля и ряпушки, при этом было собрано и обработано 1016 экз. разных видов рыб. Систематический статус рыб представлен в соответствии с "Атласом пресноводных рыб России" (2003). Биологический анализ проведен на свежем материале по методике И.Ф. Правдина (1966). У пойманных рыб измеряли промысловую длину тела (AD) в см, взвешивали массу тела, визуально определялся пол и стадию зрелости гонад в баллах. Возраст рыб просмотрен по чешуе, которую отбирали из 2-3 рядов над боковой линией перед спинным плавником. Определение возраста и измерение радиусов годовых колец по переднему краю чешуи проведено при помощи бинокля МБС-9. Темп линейного и весового роста анализировали по традиционным методикам (Чугунова, 1959) с использованием методических указаний М.В. Мины (1973). При этом определяли разницу между величиной последнего прироста тела рыбы и величиной прироста предыдущего сезона. В работе использованы методы вариационно-статистической оценки собранного материала (Плохинский, 1971). Обработку статистической информации проводили на персональном компьютере IBM с применением стандартных программ.

Размерно-весовой состав. Размерный и весовой состав популяций анализируемых промысловых видов сиговых рыб включает расчет средних значений по длине и массе, а также определение величины вариации анализируемых показателей (их минимальные и максимальные значения).

Выборка **пеляди** была представлена особями со средней длиной тела 34,7 см при колебании крайних значений от 25,4 см до 44,0 см. Масса рыб изменялась в пределах от 223 г до 1 428 г, составляя в среднем 657,8 г (таблица 1).

Таблица 1 – Размерно-весовые параметры производителей сиговых видов рыб в Усе

Показатели	Значения	Виды рыб			
		Пелядь	Сиг	Омуль	Ряпушка
Длина АД, см	Среднее	34,7	31,4	36,9	16,7
	Минимальное	25,4	24,7	28,5	13,3
	Максимальное	44,0	41,4	45,8	26,6
Масса, г	Средний	657,8	408,3	487,2	48,2
	Минимальный	223	195	300	21
	Максимальный	1428	931	1468	144
Величина выборки, экз.		154	104	434	300
Средний возраст, лет		5,1	6,1	5,0	3,0

Средняя длина **сига** составляла 31,4 см, изменяясь в пределах от 24,7 см до 41,4 см; масса выловленных рыб колебалась от 195 г до 931 г, составляя в среднем 408,3 г. Выборка **омуля** была представлена особями со средней длиной тела 36,9 см при колебании крайних значений от 28,5 см до 45,8 см. Масса рыб изменялась в пределах от 300 г до 1468 г, составляя в среднем 487,2 г. Средняя длина **ряпушки** составляла 16,7 см, изменяясь в пределах от 13,3 см до 26,6 см; масса рыб колебалась от 21 г до 144 г, составляя в среднем 48,2 г.

Возрастная структура характеризуется протяженностью возрастного ряда и доминированием тех или иных возрастных групп. Наиболее коротким возрастным ряд характеризуется **пелядь** – от 4+ до 6+ лет, при этом подавляющее большинство проанализированных рыб имели возраст 5+ (63%) (рисунок 2).

У **сига** в пробах наблюдалось некоторое удлинение возрастного ряда за счет появления старших возрастных групп – 8+-9+ лет, при этом доминировали особи в возрасте 5+ (32,8%) и 6+ (39,9%) лет. В выборке **омуля** были представлены возрастные группы от 4+ до 7+ лет, при этом основную их часть составляли рыбы в возрасте 5+ лет (более 80%). Особи **ряпушки** имели возраст от 2+ до 5+ лет с выраженным преобладанием в нерестовом стаде рыб в возрасте 3+ лет (более 80%). Средний возраст составил у пеляди – 5,1 года, у сига – 6,1 года, у омуля – 5,0 лет и у ряпушки – 2,9 лет.

Половая структура. Половой состав нерестовых стад сиговых рыб был представлен самцами и самками в преднерестовой (IV) и нерестовой (V) стадиях зрелости половых продуктов. Соотношение полов практически у всех видов характеризовалось значительным преобладанием самцов. Двукратным преобладанием самцов характеризовалось нерестовое стадо ряпушки (таблица 2). Различия в количестве самцов и самок возрастают до 4-5 раз у пеляди и сига, достигая максимального значения у омуля – на одну самку приходится 9 самцов.

Таблица 2 – Соотношение полов в нерестовых стадах сиговых видов рыб в Усе

Пол	Половой состав выборок, %			
	Пелядь	Сиг	Омуль	Ряпушка
Самцы	80,5	83,7	91,2	65,7
Самки	19,5	16,3	8,8	34,3
Соотношение полов (♂ : ♀)	1:0,2	1:0,2	1:0,1	1:0,5

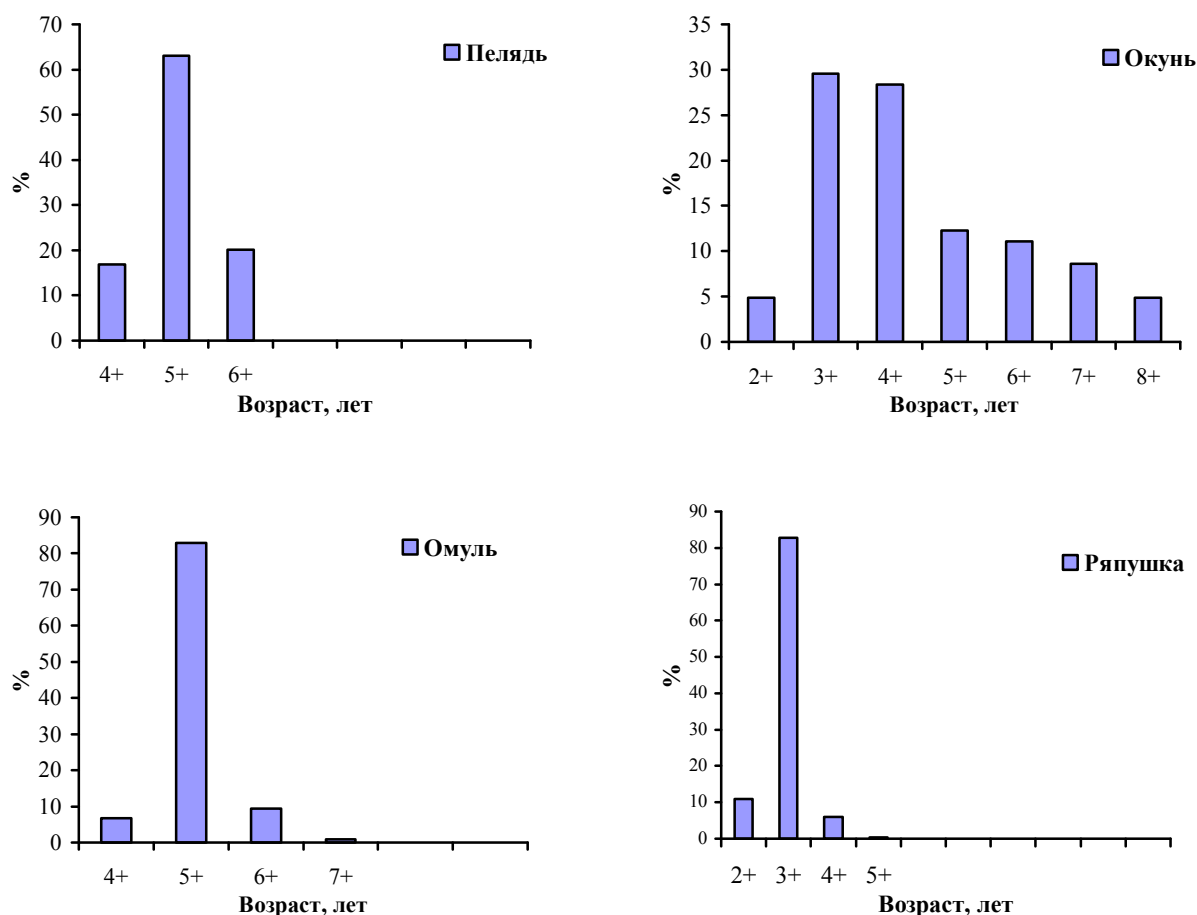


Рисунок 2 – Возрастная структура нерестовых стад сиговых рыб в Усе

Линейный и весовой рост. Известно, что рост рыб является суммарным выражением многих сторон экологии особей, своеобразным индикатором биологического состояния популяций. Он тесно связан с обеспеченностью пищей, выражается в увеличении по мере роста размеров и массы тела в каждой возрастной группе, и может в первом приближении отражать как условия обитания в целом, так и физиологическое состояние особей в момент исследований. Численные показатели линейного и весового роста производителей сиговых рыб в р. Усе представлены в таблице 3.

Линейные и весовые приросты. При расчетах ежегодных линейных и весовых приростов использовались обобщенные данные по рыбам обоих полов из всех выборок, поскольку в каждой из выборок выпадают одна или несколько групп, или же они представлены единичными особями. Анализ эмпирических данных показал, что абсолютные линейные приросты у пеляди были примерно одинаковыми и составляли 5,3-5,5 см в год. У сига они варьировали в разные годы от 3,0 до 3,3 см в год, у омуля от 1,0 до 4,2 см в год и у ряпушки – от 2,0 до 3,3 см в год (таблица 4).

Абсолютные весовые приросты всех проанализированных видов увеличивались у пеляди с 256,7 г/год на 5-м году жизни до 360,3 г/год на 6-м году жизни; у сига – с 87,2 г/год (на 6-м году) до 197,9 г/год (на 9-м году). Весовые приросты омуля возрастали с 27,6 г/год на 5-м году жизни до 347,8 г/год на 7-м году. И, наконец, весовые приросты ряпушки изменялись от 16,7 г/год на 3-м году до 56,1 г/год на 5-м году жизни. Это объясняется тем, что после наступления половой зрелости происходит интенсивный процесс отложения в организме резервных веществ, что влечет за собой нарастание весовых приростов.

Таблица 3 – Линейный (см) и весовой (г) рост производителей сиговых рыб в Печорском бассейне (р. Уса)

Показатели	Возраст, лет								Средние значения
	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	
Пелядь									
Средняя длина АД, см	-	-	28,4	33,7	39,2	-	-	-	34,7
Средний вес, г	-	-	333,4	599,9	959,4	-	-	-	657,8
Средний возраст, лет									5,1
Сиг									
Средняя длина АД, см	-	-	-	28,2	31,2	34,3	36,2	39,5	31,4
Средний вес, г	-	-	-	288,6	375,8	543,2	604,1	802,0	408,3
Средний возраст, лет									6,1
Омуль	-	-	33,3	34,3	37	41,2	-	-	36,9
Средний вес, г	-	-	445,7	473,3	608	955,8	-	-	487,2
Средний возраст, лет									5,0
Ряпушка									
Средняя длина АД, см	14,8	16,8	20,1	22,6	-	-	-	-	16,7
Средний вес, г	30,6	47,3	87,9	144,0	-	-	-	-	48,2
Средний возраст, лет									2,9

Таблица 4 – Абсолютные линейные (см/год) и весовые (г/год) приросты у производителей сиговых рыб в Усе

Показатели	2+-3+	3+-4+	4+-5+	5+-6+	6+-7+	7+-8+	8+-9+
Пелядь							
Линейные приросты (см/год)	-	-	5,3	5,5	-	-	-
Весовые приросты (г/год)	-	-	265,7	360,3	-	-	-
Сиг							
Линейные приросты (см/год)	-	-	-	3,0	3,1	1,9	3,3
Весовые приросты (г/год)	-	-	-	87,2	167,4	60,9	197,9
Омуль							
Линейные приросты (см/год)	-	-	1,0	2,7	4,2	-	-
Весовые приросты (г/год)	-	-	27,6	134,7	347,8	-	-
Ряпушка							
Линейные приросты (см/год)	2,0	3,3	2,5	-	-	-	-
Весовые приросты (г/год)	16,7	40,6	56,1	-	-	-	-

В целом, данные по биологическим параметрам нерестовых стад сиговых рыб на местах преднерестовых концентраций в Усе могут быть использованы для оценки их современного состояния в условиях продолжающегося загрязнения Печорского бассейна. Полученные данные могут служить основой для расчета численности, формирования на оптимальном уровне промыслового запаса сиговых рыб, а также разработки путей их рационального использования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Атлас пресноводных рыб России / под ред. Ю.С. Решетникова. – М.: Наука, 2003. – Т.1. – 378 с.

Мина М.В. Рост рыб (методы исследования в природных популяциях) // Рост животных. Зоология позвоночных: итоги науки и техники. – М.: ВИНТИ, 1973. –Т.4. – С. 68-115.

Никольский Г.В. Теория динамики стада рыб. – М.: Пищевая промышленность, 1974. – 445 с.

Новоселов А.П. Размерно-возрастной состав, питание и распределение сига *Coregonus lavaretus* в период летнего нагула в дельте реки Северной Двины и приустьевом взморье // Вопросы ихтиологии. – 2000. – Т.40. – № 2. – С. 212-218.

Плохинский Н.А. Биометрия. – Новосибирск: Наука, 1971. – 364 с.

Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищепромиздат, 1966. – 376 с.

Чугунова Н.И. Руководство по изучению возраста и роста рыб. – М.: Изд-во АН СССР, 1959. – 164 с.

ИХТИОКОТИЛЮРОЗ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ СИГОВЫХ РЫБ РЕКИ СЫНИ (НИЖНЯЯ ОБЬ)

Гаврилов А.Л.

Институт экологии растений и животных УрО РАН (ИЭРиЖ УрО РАН)

При изучении воспроизводства рыб наименее изученным остается вопрос о влиянии паразитов на половозрелых особей. В сложившихся природных системах влияние паразитов на взрослых рыб незначительно и редко приводит к их гибели. Обычно успешное завершение жизненного цикла паразита зависит от выживания хозяина. При длительной коэволюции паразита и хозяина возбудители менее патогенны, а паразитарные системы более равновесны (Беэр, 2005).

Из литературных источников (Титова, 1965; Размашкин и др., 1981; Гаврилов, 2005) у сигов Сыни известен 21 вид паразитов, среди которых широко распространены метацеркарии трематоды *Ichthyocotylurus erraticus*.

Для пеляди из Сыни отмечено массовое поражение сердечной мышцы личинками трематоды *I. erraticus* (таблица 1). За период наблюдений установлено, что экстенсивность инвазии пеляди составляла 100% в разные по экологическим условиям годы.

Таблица 1 – Многолетняя динамика зараженности личинками трематоды *Ichthyocotylurus erraticus* и биологические показатели пеляди на нерестилищах в Сыне

Год	Н, экз.	Индекс обилия, экз.	Колебание	Кф	Промысловая длина тела рыб, см	Масса тела рыб, г	Средний возраст рыб, лет
1992	15	194,6	142 – 210	-	29,0	-	6
1994	8	116,1	20 – 247	1,49	28,6	407,3	5,6
1996	34	212,0	38 – 1266	1,46	28,9	335	5,2
1998	27	150,0	79 – 206	1,46	31,4	464	6,7
1999	31	78,0	1 – 614	1,63	31,4	505	5,2
2000	52	40,0	2 – 326	1,48	33,1	554	5,5
2003	11	71,0	4 – 517	1,56	26,9	686	6,1
2004	27	73,0	6 – 260	1,43	29,5	386	5,1
2007	19	131,3	16 – 1402	1,53	30,0	427,1	5,4

Примечание: Кф (коэффициент упитанности по Фультону)

Изучение динамики интенсивности заражения наиболее многочисленных в нерестовом стаде шести- и семилетних производителей пеляди показало, что количество цист трематоды возрастает в маловодные годы (1992 г. – 195 цист, 1996 г. – 212 цист) и уменьшается в периоды многоводья (1999-200 гг. – годы после максимума залиitia обской поймы – 78-40 цист). Во всех возрастных группах пеляди в периоды повышения водности Оби (1994, 1998, 1999, 2002 гг.) возрастала доля рыб с меньшей интенсивностью инвазии (до

50 цист на сердце). В 2007 г. интенсивность заражения личинками трематоды *I. erraticus* у преобладающих среди производителей шести- и семилетних рыб снизилась до 53,4 экз. Этому, по-видимому, способствовали многоводность года и, как следствие, ослабление связи второго промежуточного хозяина паразита – пеляди с первыми промежуточными хозяевами трематоды – моллюсками. По мнению специалиста по экологии трематод С.А. Беэра (2005), на уровень зараженности рыбы влияют плотность популяции моллюсков и непосредственная близость церкарий к рыбе, которые способны заражать ее, находясь лишь в непосредственной близости. Исследование корреляционных связей между условиями водности года и интенсивностью инвазии личинками эндопаразита показало слабую зависимость этих показателей (рисунок 1).

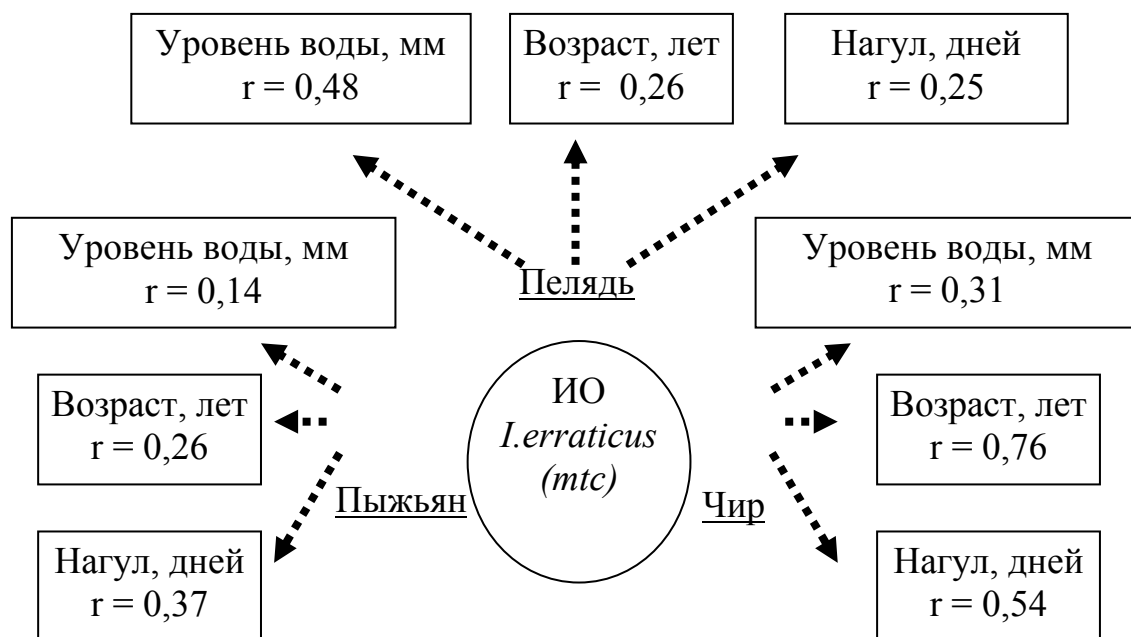


Рисунок 1 – Зараженность сигов Сыни трематодой *I. erraticus* в зависимости от возраста рыб и гидрологических условий

Для оценки влияния личинок трематоды на упитанность особей независимо от их массы тела и линейных размеров рыб использовался удельный индекс обилия (УИО) – число цист, приходящееся на 1 мг сердечной мышцы. Для пеляди из Сыни не выявлена положительная взаимосвязь ($r = - 0,05$) между УИО и упитанностью рыб. У особей с минимальной степенью инвазии коэффициент упитанности колебался в пределах 1,31-1,51. При максимальной пораженности рыб паразитом коэффициент упитанности достигал 1,85. Линейные размеры тела сильно пораженных особей не отличались от размеров слабо зараженных рыб. Низкое обилие паразита у обской пеляди не влияет на упитанность рыб при увеличении интенсивности инвазии и благоприятных условиях нагула в сравнении с другими видами сигов (таблица 2).

Интенсивность инвазии была наибольшей среди исследованных видов сигов и достигала более 2000 личинок паразита на сердце рыб за период наблюдений с 1992 по 2007 гг. (таблица 3).

У чира, в сравнении с пелядью и пыжьяном, чаще встречаются рыбы с пораженностью более 600-800 личинок трематоды на сердце. Высокая интенсивность поражения перикарда чира личинками паразита проявляется в снижении упитанности и массы тела рыб. Средний индекс упитанности десятилетних чиров (по Фультону) при уровне инвазии более 200 цист на сердце составлял 1,58, а масса тела – 1140 г. Максимум поражения

(более 1000 цист) приводил к снижению индекса упитанности до 1,46 и массы тела до 890 г (таблица 4).

Таблица 2 – Влияние интенсивности заражения личинками трематоды *I. erraticus* на упитанность и рост пеляди 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+	<u>1,36</u> 22,8	<u>1,29</u> 23,7			
4+	<u>1,41</u> 27,8		<u>1,55</u> 29,8		
5+	<u>1,43</u> 28,9	<u>1,56</u> 28,0	<u>1,67</u> 29,5		
6+	<u>1,48</u> 30,3	<u>1,40</u> 30,5	<u>1,32</u> 29,2	<u>1,24</u> 30,0	<u>1,85</u> 29,0
7+	<u>1,54</u> 31,0	<u>1,53</u> 32,0	<u>1,50</u> 34,2		
8+	<u>1,31</u> 35,4	<u>1,31</u> 33,0	<u>1,58</u> 34,2		
9+	<u>1,51</u> 32,0		<u>1,39</u> 40,0		

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

Таблица 3 – Многолетняя динамика зараженности личинками трематоды *I. erraticus* и биологические показатели чира из Сыни

Год	N, экз.	Индекс обилия, экз.	Колебание	Кф	Промысловая длина тела, см	Масса тела, г	Средний возраст, лет
1994	7	874,4	72 - 2000	1,64	40,5	1103	7,7
1998	7	733,3	110 - 2111	1,55	41,2	1090	8,9
1999	10	426,0	43 – 1142	1,63	41,5	1198	7,8
2000	11	624,4	16 – 2619	1,61	41,7	1189	8,4
2004	13	117,5	25 – 375	1,58	43,1	1278	7,2
2005	30	160,0	11 – 1084	1,64	43,3	1354	6,6
2006	4	150,0	60 – 310	1,61	40,1	1038	6,8
2007	19	186,0	29 - 587	1,49	41,4	1070	7,3

Примечание: Кф (коэффициент упитанности по Фультону)

Таблица 4 – Влияние интенсивности заражения личинками трематоды *I. erraticus* на упитанность и массу тела чира из 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+	<u>1,83</u> 1455	-	-	<u>1,73</u> 1040	-
8+	<u>1,61</u> 1380	<u>1,67</u> 1470	<u>1,77</u> 990	-	-
9+	<u>1,58</u> 1140	<u>1,48</u> 1100	<u>1,63</u> 1035	<u>1,45</u> 1070	<u>1,46</u> 890

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

Наибольшая положительная корреляция ($r = 0,76$) выявлена между возрастом чира и относительным количеством личинок паразита, локализованных в 1 мг сердечной мышцы рыбы, так как с возрастом происходит аккумуляция личинок трематоды (см. рисунок 1). Интенсивность поражения чира личинками трематоды *I. erraticus* в последние годы уменьшилась (см. таблицу 3) и составила в среднем в 2007 г. 186 личинок трематоды на особь. Чир в настоящее время в Сыне малочислен и в пробах мала доля рыб старших возрастных групп. У чира зараженность личинками трематоды максимальна среди исследованных сиговых рыб.

Отмечается массовое поражение сердца сига-пыжьяна метацеркариями трематоды *I. erraticus*. Интенсивность поражения перикарда достигала 2694 экз. на всей поверхности сердца рыбы. У большинства рыб в сердечной мышце локализуется от 100 до 200 цист трематоды (около 70 %). Межгодовая зараженность рыб паразитом отражает, как правило, возрастную динамику производителей, идущих на нерест в Сыню. Обычно среди половозрелых пыжьянов доминируют две возрастные группы 5+ и 6+ лет, но при повышении доли рыб в возрасте 7+ и 8+ лет (1992-1998 гг.) интенсивность инвазии достигает 300-600 цист. При омоложении нерестового стада наблюдается снижение зараженности рыб. В 2004, 2005 гг., когда четырех-пятилетние рыбы составляли 24-30% производителей пыжьяна, отмечено снижение показателей зараженности в целом (таблица 5).

Таблица 5 – Многолетняя динамика зараженности личинками трематоды *I. erraticus* и биологические показатели сига-пыжьяна Сыни

Год	N, экз.	Индекс обилия, экз.	Колебание	Кф	Промысловая длина тела, см	Масса тела, г	Средний возраст, Лет
1992	11	129,0	20-330	-	27,3	-	5,2
1994	8	120,0	5-413	-	-	316	5,9
1996	13	306,2	7-1263	1,26	29,0	324	5,2
1998	8	614,5	16-2694	1,44	31,5	454	6,3
1999	10	156,0	30-350	1,64	31,2	502	6,6
2000	24	163,6	11-873	1,50	30,9	440	6,5
2003	26	159,0	2-671	1,51	29,5	363	5,9
2004	29	75,4	4-356	1,34	27,1	260	5,0
2005	30	163,1	3-621	1,33	27,5	284	5,0
2006	24	139,3	21-450	1,29	27,3	266	5,5
2007	16	212,4	22-817	1,27	28,0	285	5,4

Примечание: Кф (коэффициент упитанности по Фультону)

Увеличение инвазии с возрастом приводит к снижению упитанности сига (Петрушевский, Когтева 1954).

У тугуна было проанализировано поражение *I. erraticus* разных органов. Личинки трематоды концентрируются преимущественно 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 таблице 6 приведены показатели пораженности перикарда тугуна, как и у других видов сиговых рыб из Сыни.

Производители ряпушки заходят в Сыню на нерест не ежегодно, а лишь в периоды подъема численности (Госькова и др., 2006). Основные нерестилища ряпушки в Обском бассейне расположены в р. Щучья и в бухте Новый Порт (Экология рыб ..., 2006).

Ряпушка заражена в массе метацеркариями трематоды. Интенсивность поражения сравнима с зараженностью тугуна, но в среднем в несколько раз выше (таблица 7).

Таблица 6 – Многолетняя динамика зараженности личинками трематоды *I. erraticus* и биологические показатели тугуна

Год	N, экз.	Индекс обилия, экз.	Колебание	Кф	Промысловая длина тела, см	Масса тела, г	Средний возраст, 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 7 – Показатели зараженности личинками трематоды *I. erraticus* и биологические показатели сибирской ряпушки из Сыни

Год	N, экз.	Индекс обилия, экз.	Колебание	Кф	Промысловая длина тела, см	Масса тела, г	Средний возраст, лет
2005	15	22,6	7 - 37	1,06	21,2	106	5,3

Примечание: Кф (коэффициент упитанности по Фультону)

Полученные в результате исследования данные свидетельствуют, что интенсивность поражения личинками трематоды изменялась в зависимости от вида сиговых рыб, их биотопического распределения, и гидрологических условий года. Обширный замор, охвативший Сыню зимой 1997-1998 гг., стал причиной массовой гибели икры и производителей сиговых рыб на нерестилищах. Замор в последующие годы не отразился на зараженности производителей, так как сиговые рыбы нижней Оби представлены едиными популяциями и поражаются паразитом ежегодно в период летнего нагула. Район нагула разных видов сиговых рыб в бассейне нижней Оби совпадает (Экология рыб..., 2006). Поскольку церкарии трематоды активно проникают в промежуточного хозяина, то интенсивность инвазии личинками паразита не зависит от типа питания сиговых рыб. Интенсивность инвазии личинками данной трематоды особенно велика у чира и пыжьяна, ведущих придонный образ жизни.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Безр С.А. Биология возбудителя описторхоза. – М.: КМК, 2005. – 336 с.
- Гаврилов А.Л. Динамика зараженности сиговых р. Сыня метацеркариями трематоды *Ichthyocotylurus erraticus* Rudolphi, 1809 // Паразитологические исследования в Сибири и на Дальнем Востоке: материалы II Межрегиональной науч. конф., 15-20 сентября 2005 г. – Новосибирск: Арт-Авеню, 2005. – С. 38-40
- Госькова О.А. и др. О воспроизводстве сибирской ряпушки в Обском бассейне на южной границе ареала // IX съезд Гидробиологического общества РАН. Тольятти, 18-22 сентября 2006. Тез. докл. – Т. 1. – С. 117
- Петрушевский Г.К., Когтева Е.П. Влияние паразитарных заболеваний на упитанности рыб // Зоологический журнал. – 1954. – Т. 33. – Вып. 2. – С. 395-405.
- Размашкин Д.А. и др. Паразитофауна сигов Нижней Оби и ее уральских притоков // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. – 1981. – Вып. 171. – С. 72-83.
- Титова С.Д. Паразиты рыб Западной Сибири. – Томск: ТГУ, 1965. – 172 с.
- Экология рыб Обского бассейна. / под науч. ред. Д. С. Павлова, А. Д. Мочека. – М.: КМК, 2006. – 596 с.

МОРФОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУГУНА РЕКИ ЮРИБЕЙ (ЗАПАДНЫЙ ЯМАЛ)

Гаврилов А.Л.

Институт экологии растений и животных УрО РАН (ИЭРиЖ УрО РАН)

Биология и распространение тугуна в водоемах п-ова Ямал мало изучены. По литературным данным самая северная точка распространения тугуна – р. Сеяха Зеленая, впадающая в Обскую губу (Атлас..., 1971; Петкевич, 1972). Отрывочные сведения о встречаемости тугуна в оз. Ярото-2 (бассейн р. Юрибей) представлены в работе В.И. Кубышкина, В.С. Юхневой (1971). В водоемах бассейна Байдарацкой губы тугун впервые обнаружен в оз. Нгосавэйто. В среднем течении Юрибея тугун ранее не отмечен.

Исследования рыбного населения в бассейне Юрибея проводили с 14 по 26 июля 2004 г. на протяжении 130 км, от оз. Таркато в устье Юрибея до левобережного притока Хутыяха. Изучался видовой состав, распределение, биологические показатели и относительная численность рыб. Тугун обнаружен в оз. Ярокато и Сараюрахато, имеющих постоянную связь с рекой и расположенных в районе левобережного притока Юрибея р. Хутыяха. Их координаты: 68°53' N, 70°42' E (рисунок 1).

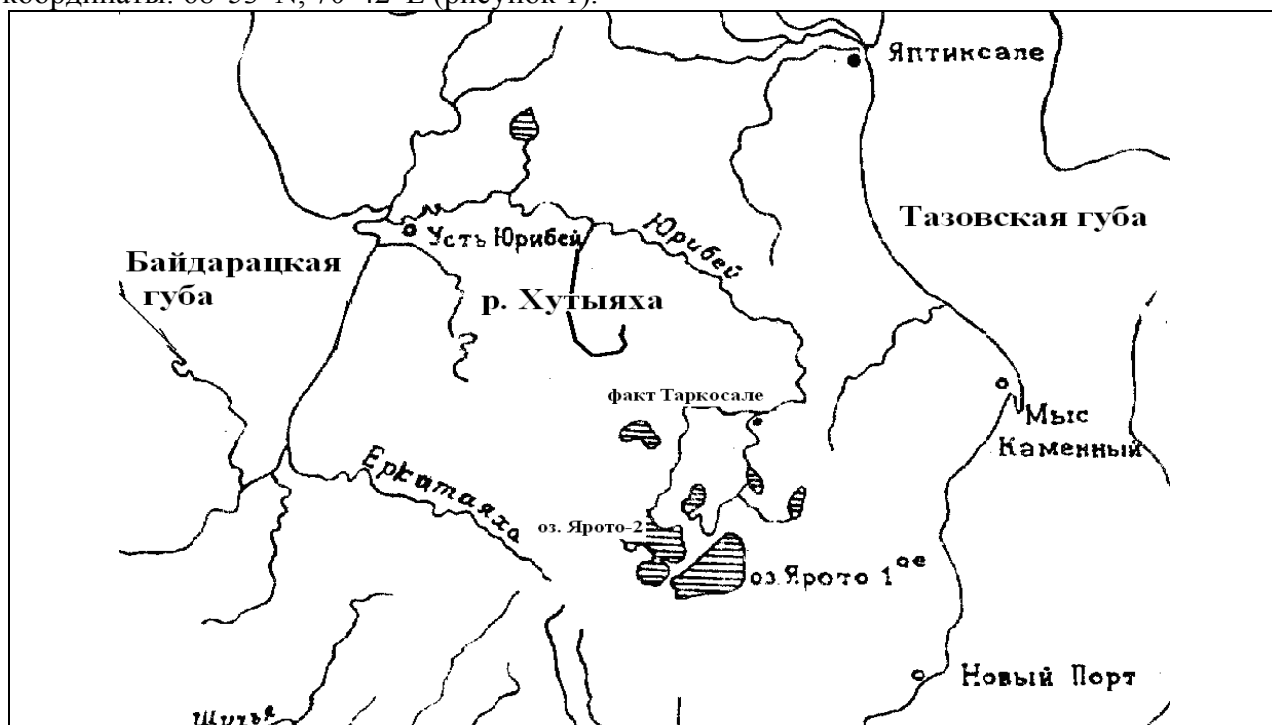


Рисунок 1 – Карта-схема района исследований

Река Юрибей образуется слиянием рр. Левого и Правого Юрибея, вытекающих из крупных озер среднего Ямала (Ярото-1 – площадью 300 км² и Ярото-2 – 170 км²), впадает в Юрибейский залив Байдарацкой губы. Протяженность реки от мыса Таркосале до слияния Левого Юрибея с оз. Ярото 462,5 км. Река имеет равнинный характер, скорость течения невелика (от 0,5-0,6 в верховьях до 0,1-0,2 м/с в нижнем течении). Ширина реки достигает в нижнем течении 180-250 м, берега низкие заболоченные. Низовье реки (до 60 км) подвержено влиянию приливно-отливных течений и сгонно-нагонных ветров, приводящих к колебанию уровня на 1-1,5 м, а при их совпадении до 2-3 м, и осолонению пресных речных вод (Ретроспектива..., 2000).

Тугун встречался в неводных уловах из крупных озер Яракато и Сараюрахато, имеющих постоянную связь с рекой. Единично присутствовал в уловах в Юрибее, в районе устья левобережного притока Хутыяха. В озерах встречаемость тугуна составляла от 3 до 12,7% (рисунки 2, 3).

Возрастной состав тугуна представлен 4-мя возрастными группами. Большинство особей (64 %) составляли двухлетки. Приросты на чешуе рыб в июле в период нагула еще не были выражены. Масса тела тугунов в среднем – 16,5 г, длина тела по Смитту – 11,0 см. У четырехлетних рыб длина тела составляла 19,8 см и масса 78 г (таблица 1).

Самки тугуна во второй декаде июля имели гонады II-III стадии зрелости, вес которых составлял 3,2 (1,8-3,9%) от веса тела.

В бассейне Юрибея в отличие от бассейна Оби распространена озерно-речная форма тугуна. Тугун, обитающий как в озерах, так и в реке описан ранее в оз. Нгосавэйто на западном побережье Байдарацкой губы (Биоресурсы..., 2004). Морфологическая характеристика озерно-речной формы тугуна из Норильских озер приведена в работе В.А. Красиковой (1967).

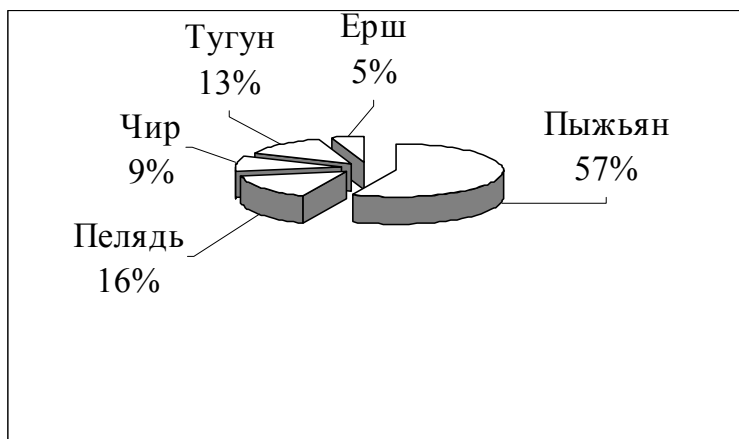


Рисунок 2 – Соотношение видов рыб в уловах из оз. Сараюрохато, июль 2004 г.

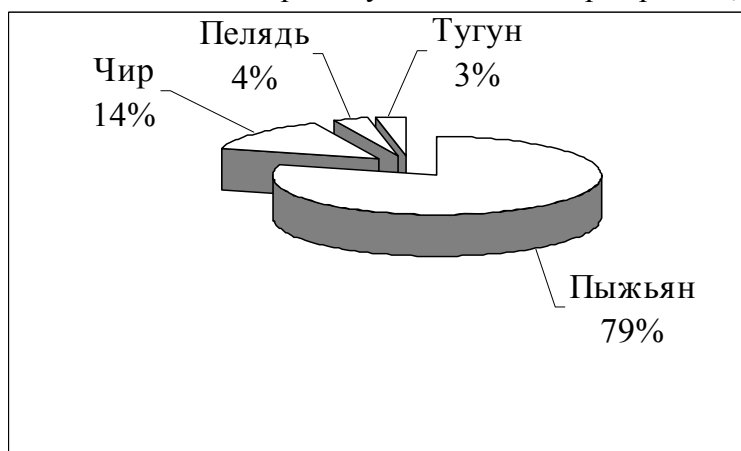


Рисунок 3 – Соотношение видов рыб в уловах из оз. Ярокато, июль 2004 г.

Морфологические признаки тугуна из Юрибея и оз. Ярокато и оз. Сараюрохато представлены в таблице 2 и сходны с отмеченными ранее для этого вида в пределах его ареала (Решетников, 1980; Характеристика..., 1990).

Таблица 1 – Размерно – возрастной состав тугуна из Юрибея, июль 2004 г.

Возраст, лет	Масса тела, г	lim	Длина тела по Смитту, см	Lim	Кол-во рыб, экз.
1	7,2	4 – 11	9,2	7,7 – 11	16
2	16,7	10 – 27	11,7	10,8 – 14	6
3	48,0	–	17,7	–	1
4	74,5	71 – 78	19,6	19,5 – 19,8	2

Таблица 2 – Меристические признаки тугуна из Юрибея (n = 12), июль 2004 г.

Признаки	M ± m	lim
Число ветвистых лучей в плавниках: спинном (D)	9,5 ± 0,43	7 – 12
Анальном (A)	10,9 ± 0,35	10 – 13
Грудном (P)	13,9 ± 0,26	12 – 15
Брюшном (V)	9,7 ± 0,33	8 – 11
Число жаберных тычинок (sp.br.)	29,0 ± 1,13	26 – 29
Число позвонков (vert.)	52,2 ± 0,66	50 – 57
Число пилорических придатков (Pc)	23,4 ± 2,21	17 – 44

Методом кластерного анализа изучено сходство тугуна из бассейна Юрибея и других водоемов Обского бассейна и севера Сибири. На основании полученных результатов (рисунок 4) тугун по морфологическим признакам объединяется в два больших кластера. Первый сформирован озерно-речными рыбами из Норильских озер. Второй – речными рыбами из притоков Оби и озерно-речным тугуном из Юрибея. Таким образом, тугун из Юрибея по комплексу количественных морфологических признаков более сходен с рыбами из Оби, чем из Таймырских озер.

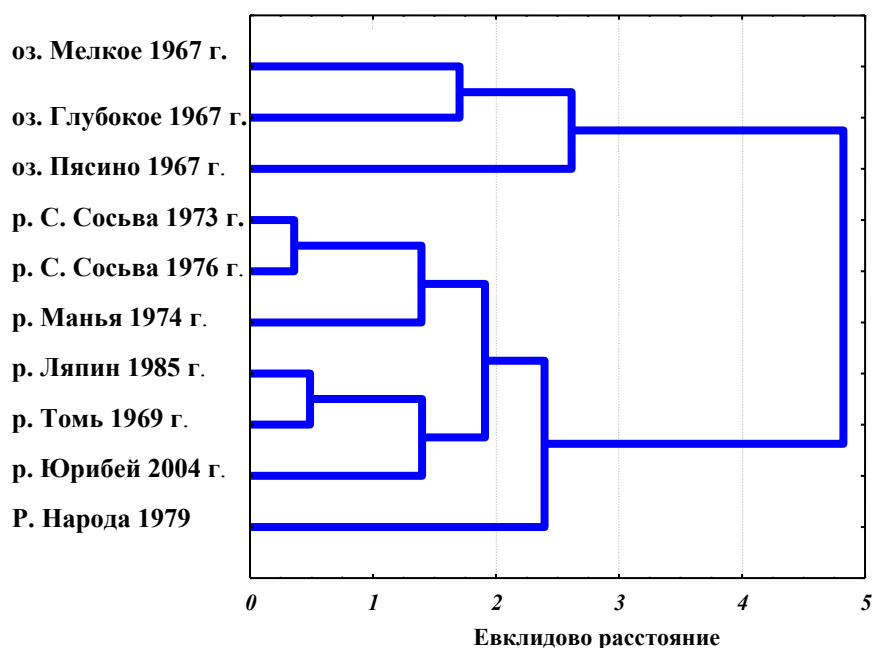


Рисунок 3 – Дендрограмма сходства выборок тугуна по меристическим признакам (D; A; P; V; Sp.br, vert; Pc) из притоков Оби (Характеристика..., 1990), р. Томи (Гундризер, 1969), р. Юрибея (наши данные) и Норильских озер (Красикова, 1967)

Сравнение морфологических признаков с помощью критерия Стьюдента также показало достоверные отличия в количестве жаберных тычинок и количестве позвонков ($p < 0,05$). У тугуна из Юрибея отмечено большее число позвонков и жаберных тычинок, чем у озерно-речного тугуна из Норильских озер. Счетные морфологические признаки рыб из бассейна Юрибея сближают их с речной экологической формой тугуна из Оби.

Пластические признаки приведены в таблице 3. В бассейне Юрибея для тугуна характерны больший относительный размер головы (C), высота спинного плавника (hD), более короткий анальный плавник (lA) и, соответственно, более длинный хвостовой стебель,

что, по-видимому, свидетельствует о замедленном темпе роста рыб в водоемах Ямала. Тугун, как более теплолюбивый вид среди сиговых рыб, отличается более замедленным ростом на северной границе распространения (Красикова, 1967; Разнообразие..., 1999).

Озерно-речная форма тугуна из Юрибея отличалась от рыб из Норильских озер по 2 из 7 исследованных меристических признаков. Из 24 пластических признаков отмечены достоверные отличия по 14 признакам.

Таблица 3 – Пластические признаки тугуна из Юрибея, июль 2004 г.

Признак	M ± m	lim
Длина тела по Смитту (Lsm)	10,5 ± 0,2	10,0 – 11,0
В % от длины тела по Смитту (L, sm)		
Длина основания спинного плавника (ID)	10,9 ± 0,8	11,8 – 13,0
Высота спинного плавника (hD)	17,1 ± 0,9	13,6 – 19,0
Длина основания анального плавника (lA)	12,3 ± 0,9	10,2 – 15,5
Высота анального плавника (hA)	10,5 ± 0,8	7,3 – 11,8
Длина грудного плавника (IP)	13,9 ± 0,7	10,5 – 15,5
Длина брюшного плавника (IV)	14,4 ± 0,6	12,4 – 15,7
Наибольшая высота тела (H)	19,5 ± 1,2	16,4 – 23,3
Наименьшая высота тела (h)	6,2 ± 0,3	5,5 – 6,9
Антедорсальное расстояние (aD)	43,0 ± 0,6	41,2 – 45,6
Постдорсальное расстояние (pD)	40,6 ± 0,8	37,9 – 43,6
Длина хвостового стебля (pA)	16,1 ± 1,1	12,6 – 19,6
Антевентральное расстояние (aV)	46,2 ± 0,9	43,5 – 49,0
Антеанальное расстояние (aA)	67,1 ± 0,7	65,5 – 69,9
Пектоventральное расстояние (PV)	26,2 ± 1,1	22,2 – 30,1
Длина головы (C)	21,3 ± 0,9	19,4 – 25,7
В % от длины головы		
Высота головы у затылка (HC)	70,1 ± 3,3	61,9 – 80,9
Высота головы через середину глаза (hC)	47,6 ± 1,4	42,9 – 52,4
Ширина лба (f)	23,0 ± 1,2	20,0 – 28,6
Длина рыла (Ao)	23,6 ± 1,5	20,0 – 30,4
Горизонтальный диаметр глаза (o)	30,6 ± 0,7	28,6 – 33,3
Заглазничное расстояние (po)	45,3 ± 1,2	40,9 – 47,8
Длина верхней челюсти (lm)	33,2 ± 1,8	28,6 – 39,1
Ширина верхней челюсти (m)	9,0 ± 1,1	7,7 – 13,0
Длина нижней челюсти (l dent)	40,4 ± 2,6	31,8 – 47,8

Наши исследования показали, что озерно-речная форма тугуна из Норильских и Ямальных озер отличается по морфологическим признакам сильнее, чем речная форма из притоков Оби и озерно-речная из Юрибея. Тугун из Юрибея по пластическим признакам наиболее сходен с речной формой тугуна бассейна Оби. Отличия по ряду признаков обусловлены долговременной изоляцией тугуна на Западном Ямале.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Атлас Тюменской области. – Москва-Тюмень, 1971. – Вып. 1. – С. 16(1-4), 18(3), 18(2), 25(3).
- Биоресурсы водных экосистем Полярного Урала. – Екатеринбург, 2004. – С. 167
- Гундризер А.Н. К систематике тугунов Сибири // Рыбное хозяйство водоемов южной зоны Западной Сибири. – Новосибирск, 1969. – С. 16 – 29.
- Красикова В.А. Тугун (*Coregonus tugun* (Pallas)) из Норильских озер // Вопросы ихтиологии. – 1967. – Т.7. – Вып.4 (45). – С. 601- 608.
- Кубышкин В.И., Юхнева В.С. Фауна Ярато 2-е п-ова Ямал // Биологические основы рыбохозяйственного использования озерных систем Сибири и Урала. – Тюмень, 1971. – С. 155-169.

Петкевич А.Н. Биологические основы рационального рыбного хозяйства в Обь-Иртышском бассейне: автореф. дисс. ... докт. биол. наук. – Томск, 1972. – 66 с.

Разнообразие рыб Таймыра: систематика, экология, структура видов как основа биоразнообразия в высоких широтах, современное состояние в условиях антропогенного воздействия / Д.С. Павлов и др. – М.: Наука, 1999. – 207 с.

Ретроспектива ихтиологических и гидробиологических исследований на Ямале / Богданов и др. – Екатеринбург, 2000. – С. 1-88.

Решетников Ю.С. Экология и систематика сиговых рыб. – М.: Наука, 1980. – 300 с.

Характеристика экосистемы реки Северной Сосьвы / Л.А. Добринская и др. – Свердловск: УрО АН СССР, 1990. – 252 с.

МАТЕРИАЛЫ ПО БИОЛОГИИ ОБЫКНОВЕННОГО ВАЛЬКА *PROSOPIMUM CYLINDRACEUM* И ТУГУНА *COREGONUS TUGUN* БАСЕЙНА РЕКИ ЧАРЫ

Горлачева Е.П., Афонин А.В.

Институт природных ресурсов экологии и криологии СО РАН (ИПРЭК СО РАН)

Река Чара – левый приток Олекмы. Она берет свое начало в оз. Б. Леприндо. Протяженность реки – 851 км. Природное своеобразие бассейна Чары определяется ее положением в пределах Верхнечарской котловины, которая является центральной частью обширной тектонической впадины. С севера Чарская котловина окаймлена хр. Кодар (высота 2800-3000 м), с юго-запада к ней подходят отроги Южно-Муйского хребта. Днище котловины вытянуто с юго-запада на северо-восток на 130 км при ширине 25-30 км. Для всей котловины характерно залегание вечной мерзлоты близко к поверхности (0,5-2,5 м). В реку впадают правые притоки: Лурбун, Ингамакит, Сангиях, Нерунгнакан, Намингакан, Кемен, Большая Икабья, Курунг-Юрях, а слева – Верхний Сакукан, Средний Сакукан, Апсат, Нижний Сакукан, Сулумат. Река Чара – это горная река, с быстрым течением, каменистым дном. Река имеет много перекатов, порогов, вода прозрачная. В пойме реки находится большое количество озер, которые соединяются протокой с рекой. Поэтому рыбы совершают миграции разного типа из одних озер в другие.

Ихтиофауна Чары представлена следующими видами рыб: тайменем *Hucho taimen*, ленком *Brachymystax lenok*, хариусом *Thymallus arcticus pallasii*, сигом *Coregonus lavaretus pidschian*, вальком *Prosopium cylindraceum*, тугуном *Coregonus tugun*, плотвой *Rutilus rutilus*, окунем *Perca fluviatilis*, налимом *Lota lota*, гольяном Лаговского *Phoxinus lagovskii*, сибирским гольцом *Barbatula toni*, пестроногим подкаменщиком *Cottus poecilopus*. Доминирует в составе ихтиофауны хариус (рисунок 1).

Валек и тугун типичные представители холодных быстрых рек. Так как они являются реофильными видами, то для своего развития требуют высокого содержания кислорода и низких температур воды. Однако, численность данных видов в водотоках Севера Забайкальского края незначительна, и они являются одними из наименее изученных видов сиговых рыб на территории края. Ареал распространения валька охватывает рр. Чару, Курунг-Юряху, Ингамакиту до притока р. Вакат. По данным рыбинспекции нерестовые скопления валька отмечаются в р. Каларе. Кроме Чары, данный вид обитает в притоках рек Джелинда, Торго и др. (Зюсько, Русанов, 1985; Зюсько и др., 1992). В бассейне Витима встречается от верховьев рек до устья (Калашников, 1978).

Тугун типично речная рыба, является эндемиком Сибири, населяет в основном реки, впадающие в Северный Ледовитый океан от Оби до Яны. Это самый мелкий представитель семейства сиговых рыб. По своей биологии тугун отличается от других видов сиговых рыб более коротким жизненным циклом, ранним половым созреванием. Установлено обитание его в Чаре, где он водится на участках с замедленным течением. В период нереста заходит в

притоки с песчано-галечными грунтами. В отличие от Чары, в верхнем течении рек Лены и Витима, тугун отмечается как в реках, так и озерах.

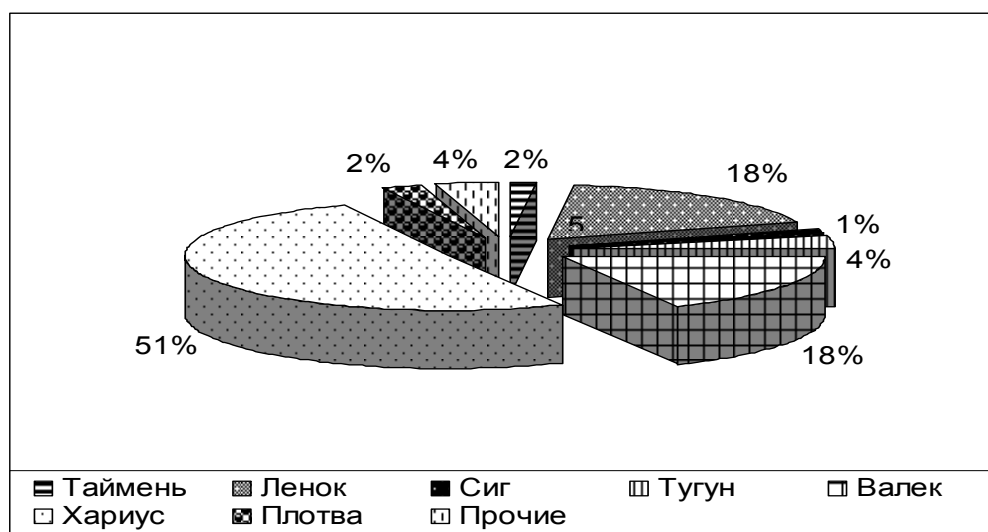


Рисунок 1 – Структура ихтиоценоза Чары

Возрастная структура валька Чары представлена в основном, рыбами в возрасте 4+-8+, однако она может изменяться, в зависимости от условий нагула и антропогенной нагрузки. В литературе имеются сведения о том, что репродуктивная часть популяции валька постоянно обитает в придаточной системе, и не покидает ее. В рр. Хантайке, Торго продолжительность жизни речного валька достигает 14 лет (Красикова, 1968; Романов, 1983; Зюсько и др., 1992). Тугун был представлен особями в возрасте 2+-7+. В уловах доминировали рыбы младших возрастов (рисунок 2).

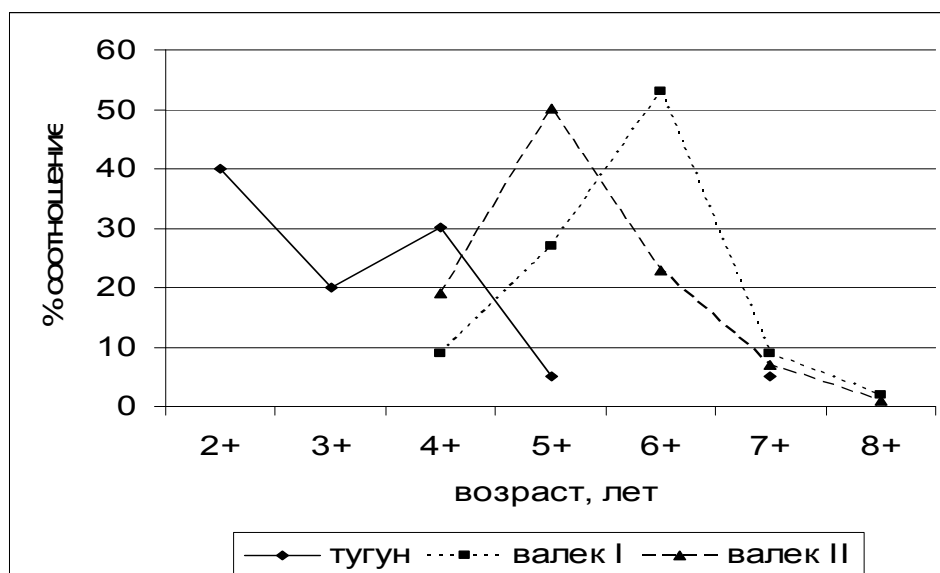


Рисунок 2 – Возрастная структура тугуна и валька Чары (вальк I – наши данные; вальк II – данные А.Я. Зюсько, 1992)

Рост валька Чары на протяжении ряда лет остается стабильным и определяется межгодовыми условиями развития кормовой базы. В рр. Ингамаките и Витиме, вальк несколько превосходил по линейно-весовым характеристикам одновозрастных рыб Чары. Это очевидно связано с лучшими условиями нагула (рисунок 3). С увеличением возраста упитанность валька возрастает от 1,15 до 1,26.

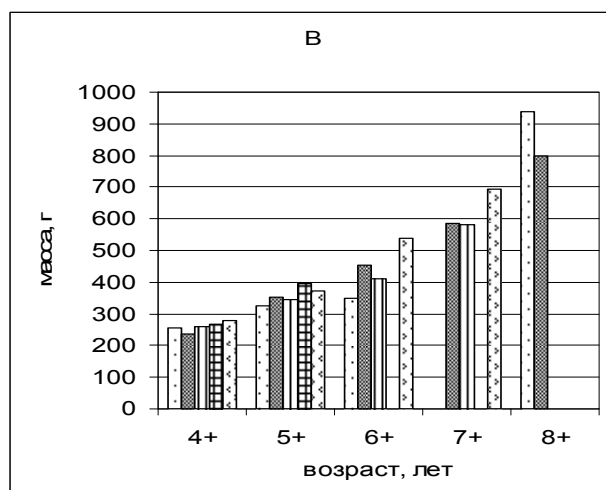
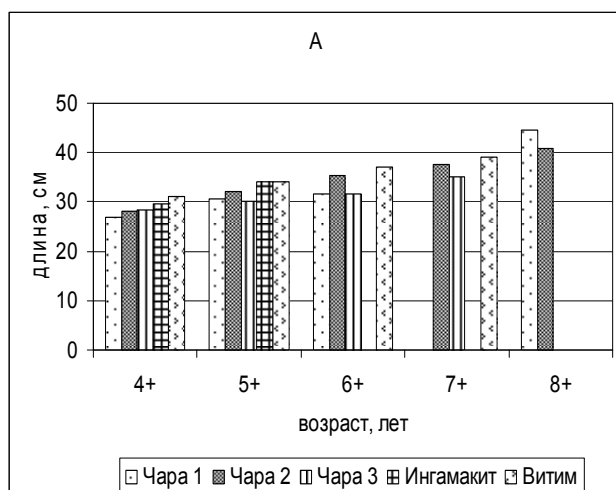


Рисунок 3 – Линейный (А) и весовой (В) рост валька в разных водотоках: Чара 1 – данные Г.Л. Карасева, (1987); Чара 2 – данные А.Я. Зюсько (1992); Чара 3 – наши данные; Витим – данные Ю.Е. Калашникова (1978)

Тугун Чары растет быстрее, чем в Витиме (рисунок 4). Это объясняется также, более лучшими условиями нагула. Упитанность рыб изменялась от 1,22 до 1,45. Рыбы младших возрастов имели меньшую упитанность. С возрастом она несколько возрастает.

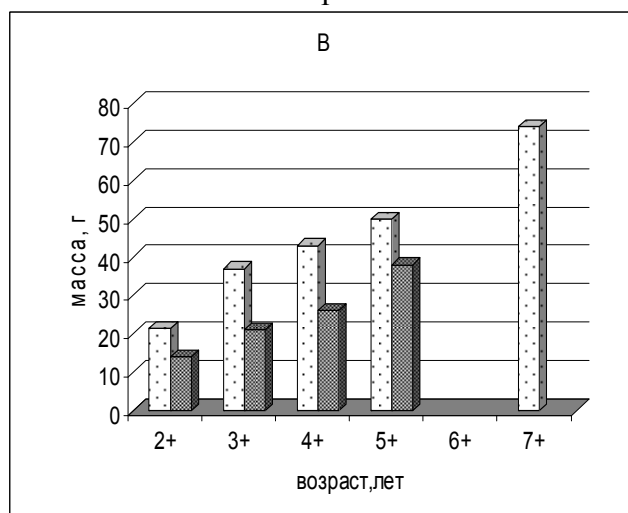
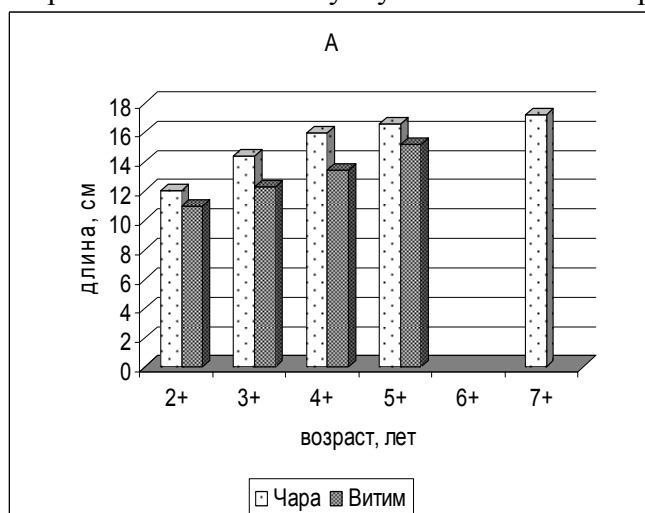


Рисунок 4 – Линейный (А) и весовой (В) рост тугуна в разных водотоках (Витим – данные Ю.Е. Калашникова (1978))

Валек и тугун бассейна Чары не отличаются высокими показателями абсолютной плодовитости самок. Она колеблется у валька от 3090 до 5180 икринок. У тугуна эти показатели изменяются от 1250 до 5380 шт. и имеют сходство с плодовитостью тугуна из рек бассейна Тавды (Лугасков, 2009). Коэффициент половой зрелости тугуна в августе составил 8,7-14% (таблица 1).

Таблица 1 – Плодовитость и коэффициент половой зрелости тугуна из Чары

Возраст	ИАП (шт. икринок)	ИОП (шт. икринок)	КПЗ (%)
2+	1238	55,4	8,7
3+	2128	51	9,2
4+	1936	45	9,7
5+	3218	64	14
7+	3565	48	13,8

Из таблицы 1 видно, что плодовитость и коэффициент половой зрелости тугуна увеличиваются с возрастом.

Питается валеком в основном бентосными организмами (таблица 2). При этом индекс наполнения кишечника был невысоким и составил 44,2‰.

Таблица 2 – Состав пищи валька из Чары

Состав пищи	В % по частоте встречаемости
Поденки	89,3
Ручейники	89,3
Личинки хирономид	25
Остатки насекомых	7,1
Веснянки	14,3
Грунт	10,7

Тугун, питается также как и валеком личинками хирономид, водными жуками, клопами, личинками поденок. Очень велика доля в питании рыб личинок мошек. Высокий темп роста тугуна говорит о хороших кормовых условиях. Индекс наполнения кишечника тугуна Чары достигал 62-94‰.

Таким образом, в ходе исследований было установлено, что численность валька и тугуна в бассейне Чары незначительна. Рост валька на протяжении ряда лет остается стабильным, но хуже чем в Витиме и Ингамаките. Рост тугуна Чары выше, чем в Витиме. Данные виды отличаются низкими показателями абсолютной плодовитости, что делает их легко уязвимыми.

Ввиду ухудшения экологической обстановки в бассейне Чары и массовым выловом валька и тугуна, особенно на путях нереста и нерестилищах, их природные популяции сокращаются, что вызывает необходимость принятия мер по их сохранению. Среди лимитирующих факторов, в последние годы все большее значение приобретают антропогенные, связанные со строительством автомобильных и железных дорог, загрязнением рек, добычей ПГС. Мероприятия по охране валька и тугуна в первую очередь должны быть направлены на снижение антропогенной нагрузки на речные экосистемы, восстановление и сохранение нерестилищ, разработку компенсационных рыбохозяйственных мероприятий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Зюсько А.Я., Русанов В.В. Валеки реки Чара / Тез. докладов III Всесоюзного совещания по биологии и биотехнике разведения сиговых рыб. – Тюмень, 1985. – С.66-68.

Зюсько А.Я., Русанов В.В., Черняев Ж.А. Особенности биологии валька *Prosopium cylindraceum* реки Чара // Вопросы ихтиологии. – 1992. – Т.32. – Вып. 5. – С. 68-71.

Калашников Ю.Е. Рыбы бассейна реки Витим. – Новосибирск: Наука, СО РАН, 1978. – 190 с.

Карасев Г.Л. Рыбы Забайкалья. – Новосибирск: Наука, 1987. – 295 с.

Красикова В.А. Материалы по биологии сига-валька (*Coregonus culindraceus* (Pallas et Pennant)) из Норильской озерно-речной системы // Вопросы ихтиологии. – 1968. – Т.8. – Вып.2. – С. 377-380.

Лугаськов А.В. Биология тугуна в бассейне р. Тавды // Проблемы и перспективы использования водных биоресурсов Сибири в XXI веке. Матер. всер. конф. с междунар. участием, посвященной 100-летию Енисейской ихтиол. лаборатории (ФГНУ, «НИИЭРВ»), 2009. – С. 327-332.

Романов В.И. К вопросу об экологической структуре валька – *Prosopium cylindraceum* (Pallas et Pennant) в пределах Азиатской части ареала // Биологические проблемы Севера. Тез. докл. X Всесоюз. Симпоз. Ч.2. Животный мир, 1983. – С. 205-206.

МЕЖГОДОВЫЕ КОЛЕБАНИЯ ЧИСЛЕННОСТИ ГЕНЕРАЦИЙ СИГОВЫХ РЫБ В РЕКЕ СЫНЕ (НИЖНЯЯ ОБЬ)

Госькова О.А.

Институт экологии растений и животных Уральского отделения РАН (ИЭРиЖ УрО РАН)

Река Сыня отличается от других крупных нерестовых притоков нижней Оби (пр. Северной Сосьвы и Войкара) неустойчивым характером воспроизводства сиговых рыб вследствие периодических зимних заморов, которые становятся причиной гибели икры на нерестилищах (Госькова, Гаврилов, 2001, 2007; Экология рыб..., 2006; Госькова, 2009). В предыдущие годы не проводилось количественной оценки численности генераций сиговых рыб и ее динамики, отмечалось лишь резкое снижение плотности нагульных скоплений молоди в пойме Сыни после зимнего замора (Богданов, 1987). Мониторинг воспроизводства сиговых рыб в Сыне, проводится нами с 1992 г.

Ежегодные учеты численности личинок сиговых рыб в период покатной миграции с нерестилищ на протяжении 17 лет позволили выявить видовой состав сиговых рыб, размножающихся в Сыне, оценить численность их генераций, ее флуктуации, влияние заморов на колебания численности, смертность покатных личинок в районе нерестилищ.

Для определения численности личинок, дрефта погибшей икры использован метод учета стока (Покатная миграция..., 1981; Богданов, 1987). Исследования проводили весной на постоянном учетном створе в 120 км от устья у нижней границы нерестилищ. Сбор материала в районе нерестилищ осложнен ледоходными явлениями. Створ выбирали с учетом возможности отбора проб в период движения льда (ниже участка русла, где обычно образуется затор). Лов дрефта осуществляли при помощи конусных ловушек длиной 2,5 м, с площадью входного отверстия 0,25 м², изготовленных из мельничного сита №20. Продолжительность взятия проб варьировали (от нескольких часов до 2 минут, обычно 5-20 минут) в зависимости от интенсивности миграции молоди и засоряемости ловушки. Периодичность отбора проб составляла от 1 до 6 раз в сутки.

В разные годы до начала ледохода максимальная скорость течения на створе в период ската личинок изменялась от 0,12 до 0,7 м/с; глубина и ширина русла в зависимости от уровня воды колебались от 0,9 до 2,2 м и от 80 до 90 м. После ледохода, с наступлением паводка, скорость течения, глубина и ширина реки увеличивались до 1,3-2 м/с, 8 м и 167 м, соответственно.

Результаты исследований показали, что в Сыне в период ската встречаются личинки пяти видов сиговых рыб. Среди них обычно преобладают пелядь и пыжьян, чир и тугун представлены не каждый год, наиболее редка ряпушка (таблица 1).

Пелядь. За годы исследований численность поколений пеляди в Сыне колебалась в пределах от 5 до 1989,2 млн экз. при средней численности поколения 376,6 млн экз. Наиболее низкая численность генерации отмечена после обширного замора зимой 1997-1998 гг.

С 1992 по 2000 гг., несмотря на три замора (два локальных в 1994, 2000 гг. и один обширный) на нерестилищах, численность покатных личинок пеляди трижды превышала среднюю многолетнюю в 1,7-5,3 раза. Самая высокочисленная генерация зарегистрирована в 1999 г.

В 2001-2008 гг. инкубация икры на нерестилищах в Сыне проходила в благоприятных условиях, но численность покатных личинок пеляди оставалась сравнительно невысокой: дважды была близка к средней и только один раз превысила ее в 1,8 раза.

В соответствии с колебаниями численности генераций изменялась доля пеляди в видовом составе покатной молоди сигов. Пелядь обычно доминировала, составляя в разные годы от 50,9% до 97,8% покатных личинок, но в 1993 г. ее было меньше (30,2%), чем чира (52,6%).

Таблица 1 – Численность покатных личинок сиговых рыб на учетном створе в Сыне в разные годы, млн экз.

Год	Пелядь	Пыжьян	Чир	Тугун	Ряпушка	Всего
1992	57,8	14,6	14,9	0,2	-	87,5
1993	119,2	64,3	207,3	2,8	0,6	394,2
1994	185,7	0,6*	3,5	-	-	189,8
1996	865,5	247,4	64,2	2,7	-	1179,8
1997	650,0*	31,0*	-*	-*	-	681,0*
1998	5,0*	-	-	-	-	5,0*
1999	1989,2	254,8	85,6	6,1	-	2335,7
2000	177,3	18,1	7,8	-	-	203,2
2001	378,4	36,1	0,5	-	-	415,0
2002	86,6*	65,0*	-	-	-	151,6*
2003	205,1	26,2	3,5	8,6	-	243,4
2004	118,9	12,7	0,4	4,1	-	136,1
2005	128,9	14,5	6,0	2,6	-	152,0
2006	40,5	14,0	2,9	0,7	21,5	79,6
2007	335,5	89,9	11,3	4,4	-	441,1
2008	686,5	37,4	5,6	1,8	-	731,3
Средняя	376,6	57,9	25,8	2,1	1,4	463,8

Примечание: * – учет проведен с большой погрешностью (100%)

Погибшие личинки пеляди встречались в дрифте в основном во время массового ската и ледохода, их количество варьировало от 0 (1997, 2005, 2006 гг.) до 8,8% (1999 г.) от общей (живые + погибшие личинки) численности генерации пеляди (рисунок 1).

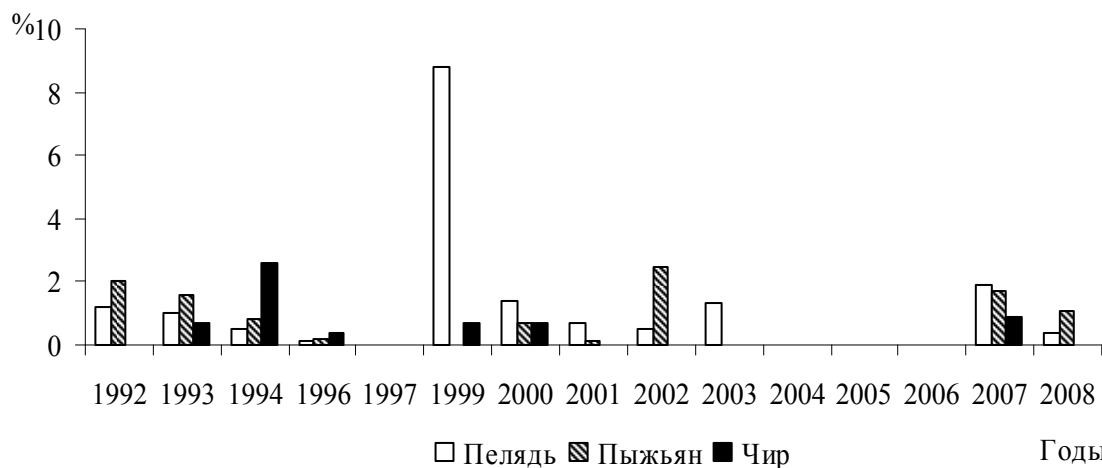


Рисунок 1 – Соотношение видов и относительное количество погибших на нерестилищах в период ската личинок сиговых рыб в Сыне в разные годы

Пыжьян. В Сыне личинки пыжьяна ежегодно отмечаются в течение миграции, обычно уступая по численности только пеляди. Как исключение, в 1993 и 1994 гг. среди покатной молоди сиговых рыб личинок пыжьяна было меньше, чем пеляди и чира, а в 2006 г. – меньше, чем пеляди и ряпушки. Численность личинок пыжьяна изменяется по годам, в среднем составляет 57,9 млн экз. За период наблюдений колебания численности составили более чем 400-кратную величину (от 0,6 – в 1994 г. после локального замора до 254,8 млн экз. – в 1999 г.). После обширного зимнего замора личинки пыжьяна в весеннем дрифте не встречались.

С 2000 г. в Сыне не отмечено генераций пыжьяна с высокой численностью, как в 1996 и 1999 гг. В 2002 г. численность личинок пыжьяна близка к средней многолетней, в 2007 г. – превышала ее в 1,6 раза. Количество погибших во время ската личинок пыжьяна у нижней

границы нерестилищ в разные годы не превышало 2,5% от численности поколения. В 1997, 2003-2006 гг. погибшие личинки в дрифте не встречались (рисунок 1).

Чир. Численность генераций чира в Сыне в среднем за ряд лет составила 25,8 млн экз. Она изменялась в пределах от 207,3 млн экз. в 1993 г., когда чир преобладал среди покатной молоди до 0,4 млн экз. в 2004 г. С 2000 г., высокочисленных генераций чира не отмечено. Личинки чира отсутствовали в пробах дрифта в 2002 г. впервые за весь период наблюдений, исключая весну 1998 г. после обширного замора. В последние годы численность чира была намного ниже средней многолетней что проявляется в тренде ее резкого падения и ставит под сомнение сохранение в будущем воспроизводства этого вида в Сыне (рисунок 2). Мертвые личинки чира в дрифте встречались преимущественно в пик миграции в 1993, 1996, 1999, 2000, 2007 гг., но их количество не превышало 2,6% от общей численности живых и погибших на скате личинок чира (рисунок 1). В 1992 г., с 2001 по 2006 гг. и в 2008 г. погибшие личинки в дрифте не выявлены. Вероятно, это связано не только с благоприятными условиями ската в эти годы, но и с невысокой численностью генераций чира в Сыне в эти годы.

Тугун. Покатные личинки тугуна в Сыне встречаются не каждый год, так как на численность поколений этого короткоциклового вида сильно влияют заморы. Воспроизводство тугуна в уральских притоках Оби зависит в основном от численности одной доминирующей возрастной группы производителей (Богданов, Мельниченко, 2007), поэтому после обширного замора в 1998 г. и гибели икры на нерестилищах покатные личинки тугуна не встречались в Сыне на протяжении трех лет. Численность личинок тугуна в Сыне в среднем в разы меньше, чем в р. Войкаре, и в десятки раз меньше, чем в р. Северной Сосьве (Богданов, 2008). Самая высокая численность поколения у тугуна в Сыне отмечена в 2003 г. – 8,6 млн экз. В последние пять лет она чаще была выше средней многолетней, что нашло отражение в тренде на небольшое увеличение численности генераций тугуна в Сыне (рисунок 3).

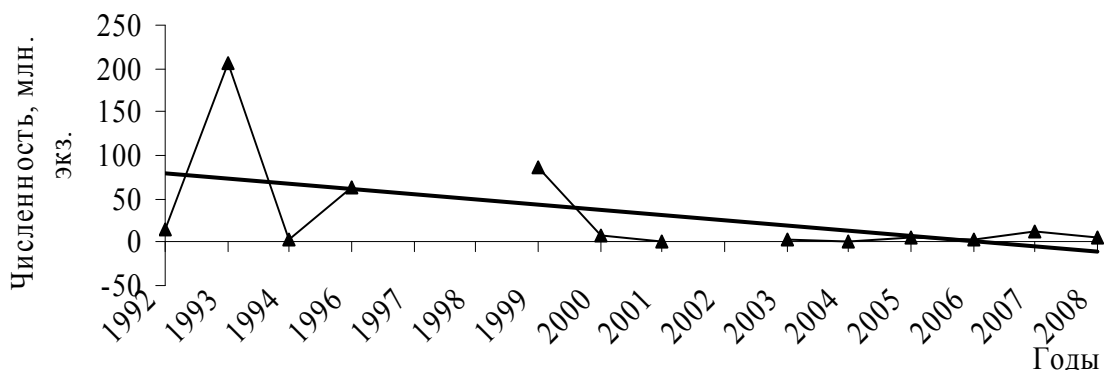


Рисунок 2 – Динамика численности поколений чира в Сыне и тренд ее изменений за годы исследований

За период исследований численность генераций тугуна в Сыне в среднем наиболее низкая по сравнению с пелядью, чиром и пыжьяном – 2,1 млн экз. Доля тугуна от общего количества покатной молоди сиговых рыб по годам не превышала 3,5%.

Погибшие во время ската личинки тугуна за все годы исследований в пробах не обнаружены.

Ряпушка. Покатные личинки ряпушки в Сыне встречались только в 1993 и в 2006 гг. Максимальная численность генерации ряпушки составила 21,5 млн экз., что составило 27% от общей численности покатной молоди, родившейся в Сыне в 2006 г. (см. таблицу 1). В Сыне ряпушка нерестится редко, так как основной центр воспроизводства полупроходной ряпушки в Обском бассейне – р. Щучья. В годы подъема численности обской ряпушки граница ее репродуктивного ареала может смещаться на юг. Ряпушка мигрирует на нерест в уральские притоки: Сось (150 км от устья р. Щучьей), Войкар (250 км), Сыню (300 км) и

Северную Сосьву (440 км) (Петкевич, 1971; Богданов, Кижеватов, 2000). В Войкаре производители ряпушки в массе поднимались на нерест в 1986 и в 2004 гг. (Госькова и др., 2006), с 2002 г. ежегодно в течение 4 лет весной на нерестилищах встречались ее личинки. В Сыне с 1992 г. по 2004 г. в период нерестовой миграции сиговых рыб ряпушка встречалась единично в 1998, 1999, 2003, 2007 гг. В начале октября 2004 г. ряпушка была многочисленна в низовьях Сыни у пос. Ямгорт в 70 км от устья, но выше по течению не поднималась. В низовьях реки нерест ряпушки для ее воспроизводства неэффективен, поскольку из-за зимних заморов икра погибает.

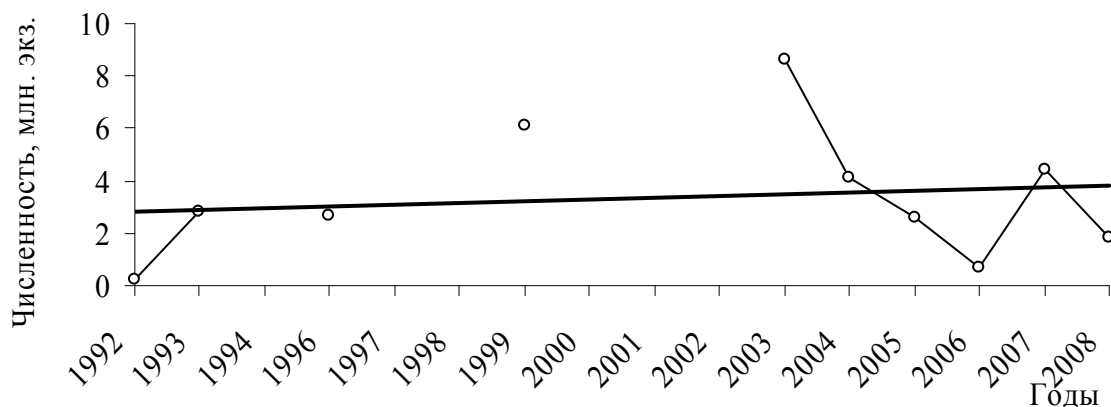


Рисунок 3 – Динамика численности поколений тугуна в Сыне и тренд ее изменений за годы исследований

В 2005 г. наблюдалась массовая миграция половозрелой ряпушки в Сыню. Производители сосредоточились преимущественно на нижних участках нерестилищ сиговых рыб вблизи пос. Оволынгорт, где в отдельные дни составляли свыше 35% сетных и неводных уловов, уступая по численности только пеляди.

За период наших исследований в Сыне смертность личинок обычно не превышала 2% от общей численности покатной молоди. В 1999 г. из-за большой толщины льда и бурного паводка в русле на поворотах возникали многочисленные заторы льда. В травмирующих условиях ската смертность личинок возросла и достигла 6,3%, что также отмечалось в этот год в Войкаре, где она достигла 54,5% от общей численности молоди сигов (Экология рыб..., 2006). В 1997 г. наблюдения начали после пика ската и ледохода, поэтому погибшие личинки в пробах отсутствовали. В 2004-2006 гг. к началу ледохода толщина льда не превышала 45 см, а уровень воды был высоким, поэтому ледовые заторы в русле отсутствовали. В эти годы погибшие на нерестилищах личинки сиговых рыб не обнаружены или встречались единично, как в 2004 г. (0,01%).

На основе результатов многолетних исследований показано значение реки в воспроизводстве разных видов сигов Нижней Оби (Госькова, Гаврилов, 2007; Богданов, 2008). По многолетним данным за период наблюдений в среднем в Сыне численность покатных личинок пеляди составляет 16,7%, пыжьяна – 64%, чира – 14%, тугуна – 3,3% от общей численности генераций разных видов сиговых рыб в уральских притоках Нижней Оби (рр. Северная Сосьва, Войкар, Собь, Сыня). Полученные данные по многолетним колебаниям численности покатных личинок сиговых рыб в Сыне свидетельствуют о благоприятных условиях инкубации икры, низкой смертности покатных личинок в районе нерестилищ в последние годы. Тем не менее, в Сыне у всех полупроходных видов сиговых рыб с 1999 г. не отмечены генерации с очень высокой численностью, амплитуда их колебаний снизилась. В последние годы численность чира была намного ниже средней многолетней, что ставит под сомнение сохранение в будущем воспроизводства этого вида в Сыне.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Богданов В.Д. Изучение динамики численности и распределения личинок сиговых рыб реки Северной Сосьвы. – Свердловск: УО АН СССР, 1987. – 59 с.
- Богданов В.Д. Современное состояние воспроизводства сиговых рыб Нижней Оби // Рыбное хозяйство. – 2008. – № 9. – С. 33-37.
- Богданов В.Д., Кижеватов Я.А. Динамика ихтиофауны р. Сось // Научный вестник. – Салехард, ЯНАО, 2000. – Вып. 4 (ч. 2). – С. 3-15.
- Богданов В.Д., Мельниченко И.П. Состояние популяции тугуна р. Северной Сосьвы // Научный вестник. – Салехард, ЯНАО, 2007. – Вып. 2(46). – С. 50-53.
- Госькова О.А. О влиянии гидрологических факторов на выживание икры сиговых рыб // X Съезд Гидробиологического общества при РАН: тез. докл., Владивосток, 28 сент.- 2 окт., 2009 г. – Владивосток, 2009. – С. 107-108.
- Госькова О.А., Гаврилов А.Л. Вклад р. Сыни в формирование численности сиговых рыб Оби // Биология и биотехника разведения и промышленного выращивания сиговых рыб. Материалы научно-производственного совещания 19-21 декабря 2001 г. – Тюмень, 2001. – С. 41-43.
- Госькова О.А., Гаврилов А.Л. Динамика воспроизводства сиговых рыб в р. Сыне (Нижняя Обь) // Состояние, охрана, воспроизводство и устойчивое использование биологических ресурсов внутренних водоемов. – Материалы международной науч.-практ. конф. – Волгоград: Волгоградское отд. ГосНИОРХ, 2007. – С. 83-86.
- Госькова О.А. и др. О воспроизводстве сибирской ряпушки в Обском бассейне на южной границе ареала // IX съезд Гидробиологического общества РАН. Тольятти, 18-22 сентября 2006. Тез. докл. – Т. 1. – С. 117.
- Павлов Д.С. Покатная миграция молоди рыб в реках Волга и Или. – М.: Наука, 1981. – 320 с.
- Петкевич А.Н. Биологические основы рационального рыбного хозяйства в Обь-Иртышском бассейне // Проблемы рыбного хозяйства водоемов Сибири. – Тюмень, 1971. – С. 3–60.
- Экология рыб Обского бассейна / под науч. ред. Д.С. Павлова, А.Д. Мочека. – М.: КМК, 2006. – 596 с.

СИГОВЫЕ РЫБЫ КЕНОЗЕРСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА

Дворянкин Г.А.

Северный филиал ФГУ «Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича» (СевПИНРО)

Кенозерский национальный парк (КНП) – это уникальный природный и историко-культурный комплекс, расположенный на юго-западе Архангельской области. С 2004 г. он входит во Всемирную сеть Биосферных Резерватов ЮНЕСКО. В водоемах на территории КНП встречается 30 видов рыб и рыбообразных, в т.ч. два вида сиговых – ряпушка и сиг.

Европейская ряпушка (*Coregonus albula* Linnaeus, 1758) образует на территории КНП четыре изолированных популяции. В оз. Лекшмозеро обитает самая большая в Архангельской области озерная популяция этого вида. Здесь добывают более 70 % всей ряпушки региона. Это второй по величине водоем КНП. Площадь его водного зеркала равна 54,4 км², средняя глубина составляет 7-8 м, максимальная глубина – 28 м. В наших уловах ряпушка представлена пятью возрастными группами и средними размерами от 12,4 см длины (AD) и массы 19 г у рыб в возрасте 1+ до 18,4 см и 68 г у особей в возрасте 5+ (таблица 1). Упитанность с возрастом практически не изменяется и колеблется от 1,00 до 1,09% по Фультону и от 0,82 до 0,86 % по Кларк.

Таблица 1 – Размерно-возрастная характеристика ряпушки Лекшмозера

Возраст, лет	Средняя длина (AD), см	Средняя масса, г	Количество исследованных рыб	
			экз.	%
1+	12,4	19	222	33,5
2+	13,2	23	351	52,9
3+	14,6	32	63	9,5
4+	16,5	47	19	2,9
5+	18,4	68	8	1,2
Всего			663	100

Вторая по численности популяция ряпушки КНП обитает в крупнейшем водоеме парка – Кенозере. Кенозерская ряпушка также представлена мелкой формой. В уловах нами выявлены представители четырех возрастных групп 0+-3+. Промыслом ряпушка начинает осваиваться с двух лет. Также как и в Лекшмозере, в уловах здесь доминируют 2-х и 3-х летние особи длиной (AD) 11-13 см и массой 15-30 г. Доля этих рыб составляет более 90 % промысловой части стада (таблица 2). Сравнение размерно-возрастных характеристик двух популяций ряпушки показывает, что, при практически идентичной массе, кенозерская ряпушка имеет более короткое тело. Это отразилось и на коэффициентах упитанности, которые у местной ряпушки выше. С возрастом упитанность несколько увеличивается от 1,02 до 1,26% по Фультону и от 0,87 до 1,19% по Кларк.

Таблица 2 – Размерно-возрастная характеристика ряпушки Кенозера

Возраст, лет	Средняя длина (AD), см	Средняя масса, г	Количество исследованных рыб	
			экз.	%
0+	8,7	7	42	31,6
1+	11,8	19	51	38,3
2+	12,9	25	36	27,1
3+	13,6	32	4	3,0
Всего			133	100

Наглимозеро находится в 4 км к северо-западу от Лекшмозера. Местная популяция ряпушки представлена в уловах особями в возрасте от 2+ до 5+ лет. Темпы ее роста значительно превосходят лекшмозерскую и кенозерскую ряпушку. Средняя длина (AD) ряпушки из уловов колеблется от 20 см у трехлеток до 26 см у рыб в возрасте 5+, масса – от 100 до 300 г, соответственно. Модальная группа в уловах хорошо выражена – более 61% приходится на долю особей в возрасте 4+ (таблица 3). Упитанность также больше, чем у мелкой ряпушки. По Фультону она с возрастом увеличивается от 1,29 до 1,58%, а по Кларк колеблется от 1,10 до 1,21%.

Таблица 3 – Размерно-возрастная характеристика ряпушки Наглимозера

Возраст, лет	Средняя длина (AD), см	Средняя масса, г	Количество исследованных рыб	
			экз.	%
2+	20,3	107	5	11,4
3+	21,9	141	10	22,7
4+	23,2	171	27	61,4
5+	26,3	286	2	4,5
Всего			44	100

Озерная система Масельгское-Вендозеро расположена в 3-8 км к северу от Лекшмозера и образуют одну водную систему. Ряпушка здесь также немногочисленна и тоже характеризуется высоким темпом роста. При этом ее размеры близки к максимальным

для представителей этого вида в регионе. Пойманная нами самка в возрасте 7+ имела длину (AD) около 31 см и массу 491 г (таблица 4). Ряпушка таких размеров на территории Архангельской области описана впервые. В уловах доминируют особи в возрасте 5+ длиной 22-25 см и массой 160-230 г. Упитанность по Фультону с возрастом увеличивается от 1,27 до 1,70, а по Кларку уменьшается от 1,23 до 1,13%.

Таблица 4 – Размерно-возрастная характеристика ряпушки системы Масельгское-Вендозеро

Возраст, лет	Средняя длина (AD), см	Средняя масса, г	Количество исследованных рыб	
			экз.	%
4+	20,8	114	1	5
5+	23,3	180	13	65
6+	27,4	329	5	25
7+	30,7	491	1	5
Всего			20	

Воспроизводство. Нерест у ряпушки КНП ежегодный, осенне-зимний, единовременный. Сроки размножения определяются температурным режимом водоемов. Начало нереста отмечается при температуре воды +3-+4°C, в 20-х числах октября. Основной подход текущих производителей ряпушки отмечается обычно в конце октября-начале ноября при температуре воды 1-2°C. Заканчивается нерест подо льдом в середине декабря. Нерестилища расположены на песчаных, песчано-галечных и каменистых грунтах.

Ряпушка оз. Лекшмозера созревает на втором году жизни. Абсолютная плодовитость ее относительно небольшая и колеблется, в среднем, от 2425 икринок у двухлеток до 6057 икринок у рыб в возрасте 5+. Также с возрастом становится крупнее икра, диаметр икринки увеличивается от 1,39 мм до 1,53, соответственно. Относительная плодовитость с возрастом уменьшается от 138-145 до 109 икринок. Коэффициент зрелости от возраста практически не зависит и составляет, в среднем, 19-21% (таблица 5). Соотношение самцов и самок равно 4 : 1.

Таблица 5 – Репродуктивная характеристика ряпушки Лекшмозера

Возраст, лет	Абсолютная плодовитость		Относительная плодовитость, экз.	Коэффициент зрелости, %	Кол-во исслед. рыб, экз.
	среднее	колебания			
1+	2425	936-4729	138	18,6	73
2+	2706	1911-4382	132	19,5	35
3+	3733	2494-6044	145	21,5	20
4+	4497	3120-5782	114	19,4	9
5+	6057	4455-7476	109	18,6	5

Ряпушка оз. Кенозера также созревает на втором году жизни. Ее абсолютная плодовитость несколько больше, чем у лекшмозерской и колеблется от 3075 икринок у двухлеток до 5517 икринок у рыб в возрасте 3+. Относительная плодовитость также больше – 190-216 икринок на 1 г массы рыбы. В то же время размер икринок меньше, диаметр одной колеблется от 1,15 до 1,4 мм. Коэффициент зрелости составляет в среднем 21-22% (таблица 6). Соотношение самцов и самок в уловах равно 1 : 3.

Ряпушка Наглимозера созревает на 3 году жизни. Ее абсолютная плодовитость намного выше, чем у мелкой ряпушки – от 14 тыс. икринок у 3-х леток до 22 тыс. икринок у рыб в возрасте 4+. Больше и размер икры – ее диаметр равен 1,4-1,5 мм. В то же время коэффициент зрелости местной ряпушки примерно такой же, как в Лекшмозере и Кенозере. Относительная плодовитость ее с возрастом уменьшается от 112 до 84 икринок (таблица 7). Соотношение самцов и самок в уловах равно 1 : 4.

Таблица 6 – Репродуктивная характеристика ряпушки Кенозера

Возраст, лет	Абсолютная плодовитость		Относительная плодовитость, экз.	Коэффициент зрелости, %	Кол-во исслед. рыб, экз.
	Среднее	колебания			
1+	3075	1904-4613	207	21,5	21
2+	3875	2860-5288	190	21,9	26
3+	5517	4644-6390	216	21,5	2

Таблица 7 – Репродуктивная характеристика ряпушки Наглимозера

Возраст лет	Абсолютная плодовитость		Относительная плодовитость, экз.	Коэффициент зрелости, %	Кол-во исслед. Рыб, экз.
	среднее	колебания			
3+	13680	-	112	21,6	1
4+	14592	11680-20553	106	20,6	6
5+	18385	14440-22330	84	16,4	2

Коэффициент зрелости самки пойманной в озерной системе Масельгское-Вендозеро (AD – 30,7 см, масса – 491 г, 8 лет). составил 31%, а абсолютная плодовитость – 54 тыс. 720 икринок, что 15-17 раз больше, чем у лекшмозерской ряпушки.

Сиг на территории Кенозерского национального парка обитает в двух крупнейших водоемах – Кенозере и Лекшмозере. По данным морфологического анализа, обе популяции сига КНП представлены малотычинковым сигом-пыжьяном *Coregonus lavaretus pidschian* (Gmelin).

В промысловых уловах сиг КНП представлен особями от 3 до 7 лет. Доминируют рыбы в возрасте 3+-4+ которые составляют более 93% всего добытого сига (таблица 8).

Самцы и самки сига становятся половозрелыми в возрасте 3+ при достижении длины тела (AD) 24-26 см и массы 180-250 г. Абсолютная плодовитость исследованных экземпляров сига колеблется от 3775 до 9645 икринок, составляя в среднем 5568 у 4-х леток и 6958 у рыб в возрасте 4+. Диаметр икры с возрастом увеличивается от 1,5 до 1,8 мм, а коэффициент зрелости – с 8,9 до 9,1% (таблица 9). Соотношение полов в нерестовых скоплениях сига КНП составляет примерно 1 : 1.

Таблица 8 – Размерно-возрастная характеристика сига КНП

Возраст, лет	Средняя длина (AD), см	Средняя масса, г	Количество исследованных рыб	
			экз.	%
2+	23,0	127	6	4,0
3+	25,6	214	87	58,8
4+	29,5	312	51	34,5
5+	35,2	582	3	2,0
6+	39,0	903	1	0,7
Всего			148	100

Таблица 9 – Репродуктивная характеристика сига Лекшмозера

Возраст, лет.	Абсолютная плодовитость, экз.		Коэффициент зрелости, %		Кол-во исслед. рыб, экз.
	Среднее	колебания	среднее	колебания	
3+	5568	3775-7061	8,9	7,8-9,9	6
4+	6958	4882-9645	9,1	6,5-11,9	17

Нерест сига начинается в начале ноября на песчано-галечных и каменистых грунтах на глубине от 3-4 м и продолжается до конца декабря. Температура воды в этот период составляет +1-0°C.

ТУГУН *COREGONUS TUGUN* (PALLAS, 1814) (*SALMONIFORMES*, *COREGONIDAE*) РЕКИ ПОДКАМЕННОЙ ТУНГУСКИ (БАССЕЙН ЕНИСЕЯ)

Заделёнов В.А., Шадрин Е.Н.

*ФГНУ «Научно-исследовательский институт экологии рыбохозяйственных водоемов»
(ФГНУ «НИИЭРВ»)*

Тугун распространен по всему Енисею, от пос. Шушенского до устья. Обитает во многих крупных притоках Среднего и Нижнего Енисея (рр. Кан, Ангара, Большой Пит, Подкаменная и Нижняя Тунгуски и др.) В р. Подкаменной Тунгуске – самый многочисленный вид. Встречается как в самой магистрали реки, так и ряде крупных притоков – Камо, Чуня, Вельмо.

Рыбу отлавливали в 2002 г. мальковым неводом с ячейей 10 мм на р. П. Тунгуске вблизи п. Суломай (70 км от устья) и в правом притоке реки – Чуне, впадающей на 555 км от устья. Пробы отбирались стандартными методами (Правдин, 1966; Методическое ..., 1974). Собрано и обработано для настоящей публикации: морфологическая характеристика – 100 экз. (таблица 1) в равном половом соотношении, рост и возраст – 266 экз., плодовитость – 98 экз., питание – 152 экз. разновозрастных рыб.

Таблица 1 – Меристические и пластические признаки тугуна в водотоках бассейна П. Тунгуски, 2002 г.

Признаки	Диапазон	M±m
Число жаберных тычинок	18-29	24,3±0,4
Чешуй в боковой линии	50-76	60,8±1,1
Число ветвистых лучей в D	7-10	9,6±0,1
Число лучей в А	11-14	13,7±0,1
В % длины тела		
Длина головы	18,3-22,1	19,8±0,1
Высота тела	15,4-26,2	18,8±0,3
Длина хвостового стебля	11,5-16,5	13,2±0,2
Антедорсальное расстояние	38,5-46,0	41,8±0,2
Постдорсальное расстояние	32,4-41,9	39,2±0,3
В % длины головы		
Длина рыла	18,7-28,7	24,3±0,3
Диаметр глаза	25,0-40,0	34,9±0,4
Заглазничное пространство	38,1-52,4	44,1±0,5
Высота головы через середину глаза	40,0-57,6	51,2±0,5
Высота головы у затылка	57,1-74,1	66,7±0,6
Длина верхней челюсти	24,4-33,0	29,4±0,4
Длина нижней челюсти	31,6-49,5	42,3±0,5

Рост и возраст. В наших уловах тугуны были представлены экземплярами с длиной тела от 64 до 154 мм, в среднем 110 мм, массой от 2 до 46 г, в среднем 16 г (таблица 2).

Основную долю в уловах составляли рыбы в возрасте двух-четырех летние особи, составляющие 92,8% от общего числа проанализированных рыб. Пятилетние особи

составляют 5,6%. Рыбы в возрасте 5+ и 0+ лет малочисленны и не превышали 0,8%. Соотношение самок и самцов близко к равному (таблица 3).

Длина самок в возрасте от 1+ до 5+ лет колеблется в пределах от 86 до 154 мм, масса – от 7 до 46 г, в то время как изменения линейных размеров одновозрастных (1+-4+ лет) самцов составляют 78-140 мм, масса – от 4 до 29 г. Тем не менее, при сравнении линейных размеров и массы тела самцов и самок достоверных различий во всех возрастных группах не обнаружено ($P < 0,05$).

Таблица 2 – Размеры тугуна в водотоках бассейна П. Тунгуски

Возраст, лет	Самки	Кол-во, экз.	Самцы	Кол-во, экз.	Оба пола	Кол-во, экз.
0+	-	-	-	-	$\frac{75,0 \pm 11,0}{4,00 \pm 0,05}$	2
1+	$\frac{93,2 \pm 1,0}{9,02 \pm 0,31}$	25	$\frac{93,5 \pm 1,3}{8,95 \pm 0,39}$	39	$\frac{9,34 \pm 0,9}{8,98 \pm 0,26}$	64
2+	$\frac{104 \pm 1}{13,8 \pm 0,4}$	45	$\frac{107 \pm 1}{13,6 \pm 0,4}$	58	$\frac{106 \pm 1}{13,7 \pm 0,3}$	103
3+	$\frac{130 \pm 2}{24,4 \pm 1,0}$	25	$\frac{123 \pm 1}{21,0 \pm 0,5}$	40	$\frac{126 \pm 1}{22,3 \pm 0,6}$	65
4+	$\frac{140 \pm 2}{30,7 \pm 1,8}$	9	$\frac{125 \pm 4}{27,2 \pm 1,0}$	9	$\frac{138 \pm 2}{29,4 \pm 1,2}$	18
5+	$\frac{149 \pm 6}{41,5 \pm 4,5}$	2	-	-	$\frac{149 \pm 6}{41,5 \pm 4,5}$	2

Примечание: над чертой – длина по Смитту, мм; под чертой – масса, г

Таблица 3 – Возрастной состав тугуна в уловах, П. Тунгуска, %

Возраст, лет	0+	1+	2+	3+	4+	5+	Кол-во, экз.	%
Самцы	-	28,2	41,6	26,7	3,5	-	142	56,8
Самки	-	22,6	42,5	24,5	8,5	1,9	106	42,4
Неполовозрелые	0,8	-	-	-	-	-	2	0,8
Оба пола	0,8	25,6	41,6	25,6	5,6	0,8	250	100

Ежегодные приросты тугуна уменьшаются с возрастом от 15 до 6% по длине и с 36 до 30% по массе. Самцы и самки растут примерно одинаково. Наиболее равномерно рост тугуна наблюдается до двухлетнего возраста, затем увеличение носит скачкообразный характер. Вероятно, это связано с наступлением полового созревания.

Максимальный возраст самок составляет 5+ лет, самцов – 4+ лет. Очевидно, это объясняется ранним половым созреванием самцов, которое приводит к сокращению жизненного цикла.

Половое созревание, плодовитость. Тугун в бассейне П. Тунгуски впервые созревает в возрасте 1+ лет, период полового созревания растянут до 3 лет (таблица 4), при этом размеры впервые созревающих самок составляют: длина – более 80 мм, масса – 8 г, самцов – 80 мм и 7 г, соответственно.

В течение исследований наблюдались сезонные изменения гонадосоматического индекса (ГСИ) тугуна. Увеличение значений ГСИ происходило в период с июля по сентябрь. За этот период он увеличивался в 2,5 раза. Это связано с увеличением массы гонад половозрелых рыб и переходом гонад в IV стадию зрелости. Максимальные значения ГСИ (37,5%) зарегистрированы у самки длиной 154 мм и массой 46 г в начале второй декады сентября.

Плодовитость тугуна невелика. Индивидуальная абсолютная плодовитость (ИАП) небольшая и колеблется в зависимости от возраста и размеров рыбы от 200 до 3700 икринок, в среднем составляет 1460 ± 30 икринок. Индивидуальная относительная плодовитость (ИОП) колеблется от 12,3 до 142 икринок ($75,0 \pm 2,8$) на 1 грамм массы тугуна (таблица 5).

Икринки желтоватого цвета с красноватым оттенком, диаметром до 2,0 мм. Средние значения ИАП по возрастам составляют от 516 до 2950 икринок. Наибольшую абсолютную плодовитость (3700 икринок) имела шестилетняя самка длиной 154 мм и массой 46 г.

Таблица 4 – Соотношение особей тугуна П. Тунгуски на разных стадиях зрелости с июля по сентябрь, %

Возраст, лет	Стадии зрелости гонад самцов			Кол-во экз.	Стадии зрелости гонад самок			Кол-во экз.
	II	III	IV		II	III	IV	
1+	13	18	69	39	6	58	36	17
2+	3	52	45	58	2	34	64	45
3+	-	35	65	40	-	4	96	25
4+	-	-	100	5	-	11	89	9
5+	-	-	-	-	-	-	100	2

У тугуна хорошо выражена положительная корреляция между индивидуальной абсолютной плодовитостью и массой тела, а также длиной и возрастом. С увеличением размеров происходит возрастание ИАП, что в наибольшей степени зависит от увеличения массы тела: значение коэффициента корреляции составляет $0,91 \pm 0,9$ ($P > 0,999$). Несколько слабее зависимость между длиной и плодовитостью: значение коэффициента корреляции – $0,90 \pm 1,7$ ($P > 0,999$).

Коэффициент корреляции между возрастом и плодовитостью представляет собой меньшую величину $0,82 \pm 0,09$ ($P > 0,999$).

Таблица 5 – Плодовитость тугуна р. П. Тунгуски

Возраст, лет	ИАП, шт.	ИОП, шт./г массы	Количество исследованных самок
1+	516 ± 60	$52,6 \pm 5,6$	17
2+	999 ± 70	$69,4 \pm 3,6$	45
3+	2290 ± 130	$94,4 \pm 4,8$	25
4+	2910 ± 190	$95,4 \pm 5,4$	9
5+	2950 ± 750	$70,0 \pm 10,5$	2
Среднее	1460 ± 30	$75,0 \pm 2,8$	98

Питание. По характеру питания тугун – эврифаг. Спектр питания тугуна Подкаменной Тунгуски включает в себя 29 групп пищевых организмов. Основу его рациона составляют мошки и имаго ручейников, лесные муравьи и зоопланктон (веслоногие рачки рода *Chydorus*). Наряду с перечисленными организмами в пищевом комке тугуна встречались личинки двукрылых, хирономид и жуки. Кроме животных организмов в желудке тугуна встречались домики ручейников. Соотношение компонентов питания варьирует, в рацион включаются объекты, питание которыми энергетически выгодно. Данное соотношение характерно для многих рек горного и предгорного характера, рыбопродуктивность которых определяется главным образом наличием и доступностью организмов.

По частоте встречаемости наиболее представлены были ветвистоусые рачки рода *Chydorus* (80,1%), имаго муравьев рода *Myrmica* (39,3%) и ручейников (29,6%).

С увеличением размеров и возраста тугуна прослеживается изменение качественного и количественного состава потребляемой пищи. В июле в питании мелкого тугуна (рыбы в возрасте 1+-2+ лет) в бассейне Подкаменной Тунгуски отмечены личинки ручейников, мошки. В августе преобладают лесные муравьи рода *Myrmica* (37,1 %), личинки ручейников, хирономид, мошек, имаго жуков. Осенний рацион включает 29 основных компонентов: в основном это ветвистоусые рачки рода *Chydorus* (83,8 %), мелкие формы личинок ручейников семейства *Hydropsychidae*, а также лесные муравьи.

Рацион крупных рыб (3+-5+ лет) включал в себя 18 компонентов. Среди них доминируют лесные муравьи рода *Myrmica* (100%), рода *Chydorus* (65,6%), семейства *Chironomidae* (40,0%), отряда *Trichoptera* (30,0%), рода *Cicadella*, семейства *Simuliidae*, семейства *Muscidae*. Аэробии встречаются исключительно в желудочно-кишечном тракте старших особей.

В целом индексы наполнения кишечника тугуна были не велики и составляли в среднем 96 ‰ (2,5-461 ‰).

С возрастанием длины тела и массы тугуна общий индекс наполнения желудка понижается равномерно (рисунки 1, 2) из-за изменения пищевого спектра.

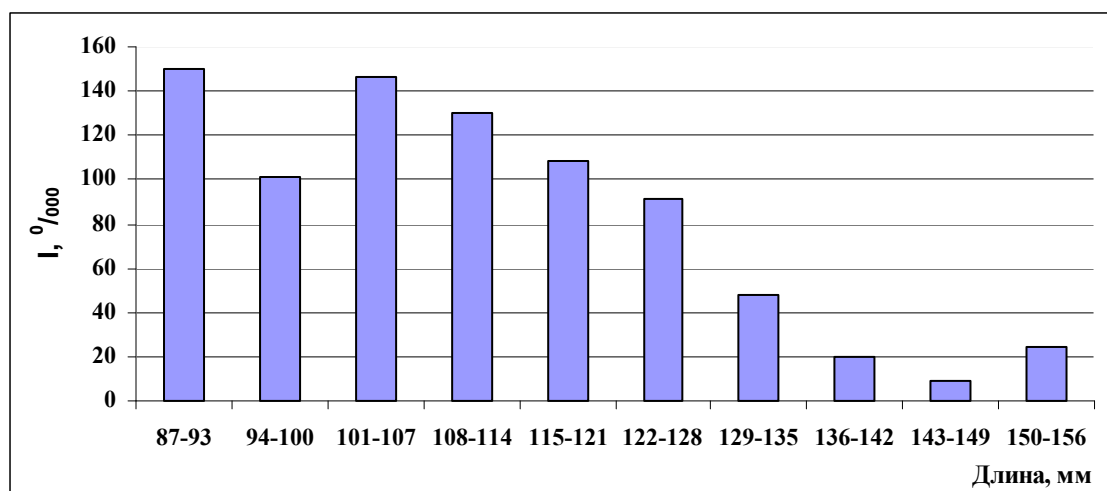


Рисунок 1 – Изменение индекса наполнения желудков тугуна в зависимости от длины тела, П. Тунгуска

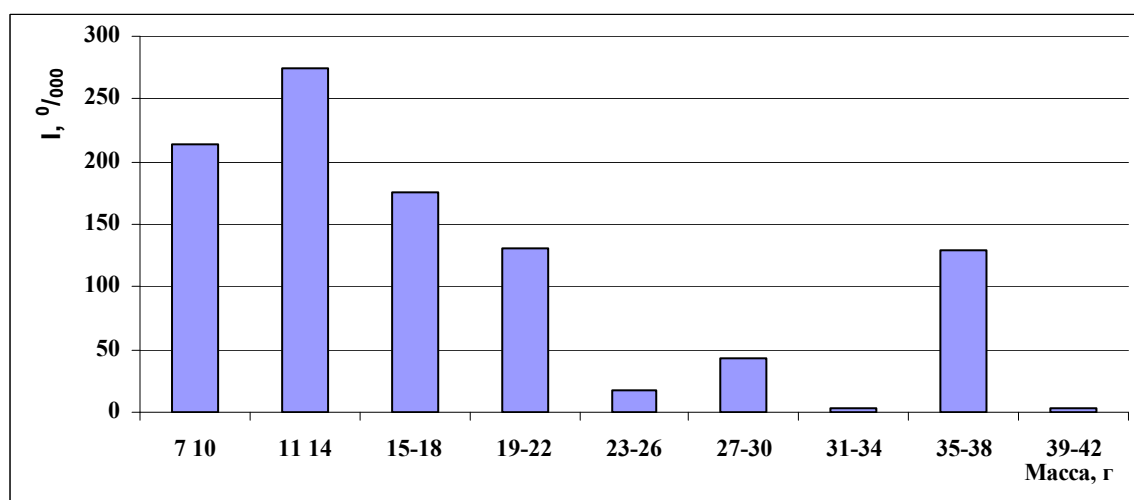


Рисунок 2 – Изменение индекса наполнения желудков тугуна в зависимости от массы тела, П. Тунгуска

Биотопы и миграции. Тугун предпочитает плёсовые участки с замедленным течением, сравнительно небольшими глубинами и галечно-песчано-гравийными грунтами.

Тугун рыба оседлая и не совершает протяженных миграций. Весной, после ледохода, большие стаи тугуна перемещаются на мелкие, хорошо прогреваемые участки рек (протоки, курьи, заливы и др.) для нагула. После спада воды тугун покидает места нагула и начинает концентрироваться в руслах рек – образует преднерестовые косяки. Нерестовые миграции выражаются в отходе рыбы от берегов и совпадают по времени с началом ледовых явлений.

Выводы:

1. Длина тугуна в уловах 2002 г. на Подкаменной Тунгуске составляла от 64 до 154 мм, в среднем 110 мм, масса от 2 до 46 г, в среднем 16 г, возраст – от 0+ до 5+ лет. Основную массу тугуна составляют трехлетние особи (41,6 %).

2. Тугун в бассейне Подкаменной Тунгуски единично созревает в возрасте 1+ лет. В массе рыба достигает половой зрелости годом-двумя позднее. Индивидуальная абсолютная плодовитость тугуна составляет от 198 до 3700, в среднем 1460 икринок. Индивидуальная относительная плодовитость – от 12 до 142 икринок на грамм массы, в среднем 75.

3. Спектр питания тугуна Подкаменной Тунгуски в летне-осенний период включает 29 групп пищевых организмов, доминируют веслоногие рачки р. *Chydorus* (80,1 %), имаго лесных муравьев (39,3 %) и имаго ручейников (29,6 %). Средний индекс наполнения желудка составляет $96 \pm 8^{\circ}_{\text{ooo}}$.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях. – М.: Наука, 1974. – 209 с.

Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищепромиздат, 1966. – 376 с.

БАЛАНСОВАЯ МОДЕЛЬ БИОТИЧЕСКОГО СООБЩЕСТВА ВАШОЗЕРА

Ильмаст Н.В.¹, Мурзов Н.Н.², Криксунов Е.А.², Бобырев А.Е.³

Бурменский В.А.²

¹Институт биологии Карельского научного центра РАН (ИБ КарНЦ РАН)

²Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова (МГУ)

³Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН (ИПЭЭ РАН)

Вашозеро расположено в южной части Карелии (62°10' с.ш., 34°27' в.д., бассейн Онежского озера). На водоеме проводились работы по интродукции ценных видов рыб (сиг, рипус, ряпушка), в результате которых в озере появилась европейская ряпушка *Coregonus albula* (Ильмаст, Стерлигова, 2006). Целью проведенной работы являлось определение места и роли рыб в трофической сети водоема с использованием балансовой модели биотического сообщества.

Для составления балансовой модели экосистемы Вашозера была использована исследовательская программа балансового подхода ЕСОРАСН (Polovina, Ow, 1983; Christensen, Pauly, 1992; Walters et al., 1997), которая направлена на установление количественных соотношений между отдельными потоками расходования энергии в пределах одного трофического уровня и между соответствующими потоками энергии через последовательные трофические уровни.

В ходе исследовательских (2003-2007 гг.) работ было выловлено 4 вида рыб: окунь *Perca fluviatilis*, ерш *Gymnocephalus cernuus*, ряпушка и щука *Esox lucius*. Вскрытие желудков хищных рыб (щука) указывает на наличие в водоёме налима *Lota lota*, однако в сетных уловах данный вид не обнаружен, видимо, из-за малой численности. По этой причине налим не представлен в балансовой модели ЕСОРАСН.

В балансовой модели экосистемы Вашозера представлено 9 групп гидробионтов. Автотрофные организмы представлены фитопланктоном. Группа макрофитов в модели не рассматривалась. Гетеротрофные организмы представлены бактериопланктоном,

зоопланктоном, зообентосом и рыбами. Последние, в свою очередь, подразделяются на группы, соответствующие основным видам (окунь, ёрш, ряпушка, щука). Подлежащими оцениванию параметрами являются биомасса (В), продукционные коэффициенты (Р/В), удельное потребление (Q/В), экотрофическая эффективность (ЕЕ), состав пищевых рационов (DC_i), а также экспорт вещества.

Оценки биомасс популяций организмов низших трофических уровней заимствованы из публикаций (Новиков, 1948, 1959; Ильмаст и др., 2005; Ильмаст, Стерлигова, 2006). Ввиду отсутствия данных, характеризующих биомассу бактериопланктона Вашозера, данная величина задавалась в качестве неизвестной и подлежала определению по результатам реализации балансовой модели.

Работы, посвящённые оценке биомассы и общей численности рыб Вашозера, не проводились. По этой причине значения их биомасс рассматривались в модели так же в качестве неизвестных и подлежащих определению.

Оценки продукционных коэффициентов для организмов низших трофических уровней Вашозера отсутствуют. По этой причине их оценкам приписывались значения, определенные для других, сходных по гидро-климатическому режиму, водоемов севера и северо-запада России (Балашёва, 1973; Андронникова, 1996; Решетников и др., 1982; и др.). Так, при выборе значений Р/В коэффициентов зоопланктона использованы данные сводки И.Н. Андронниковой (1996), посвящённой результатам исследований планктонных сообществ озерных экосистем севера европейской части России. Согласно этому автору, для зоопланктона мезотрофных северных озёр характерен следующий диапазон величин Р/В: от 6 до 14 год⁻¹. По данным Ю.С. Решетникова и др. (1982), продукционный коэффициент зоопланктона Сямозера в 1980-е годы варьировал от 13,8 до 20,4 год⁻¹. В балансовой модели использована оценка 13,5 год⁻¹. Продукционный коэффициент фитопланктона Вашозера составляет примерно 150,4 год⁻¹. Оценка продукционного коэффициента бактериопланктона заимствована из публикации Е.А. Криксунова и др., (2005), где приводится значение Р/В, составляющее 95 год⁻¹. Значение Р/В-коэффициента для макрозообентоса Вашозера составляет 2,6 год⁻¹.

Оценивание удельной продукции рыб исходит из предположения о равновесности их популяций (постоянстве демографических процессов). В этом случае оценка удельной биологической продукции соответствует величине мгновенного коэффициента общей смертности (Allen, 1971). Мгновенные коэффициенты общей смертности рассчитывались по данным о составе уловов, а так же на основе данных, представленных в публикациях (Тюрин, 1963; Ильмаст и др., 2005; Ильмаст, Стерлигова, 2006). Таким образом, использованные в модели значения продукционных коэффициентов для щуки и ерша составили 0,6 и 0,65 год⁻¹, для ряпушки и окуня – 1,53 и 0,92, соответственно.

Данные по величинам удельного потребления планктона и бентоса Вашозера отсутствуют. Очевидно, что удельное потребление должно превышать удельную продукцию на величину дыхания плюс некоторую долю в рационе, которую составляет неассимилированная пища. Получение таких оценок представляют определенные трудности. В простейшем случае можно предположить, что удельное потребление вдвое выше удельной продукции. Именно на этом основана оценка удельного потребления бактериопланктона – 180 год⁻¹. В качестве первого ориентира при оценках удельного потребления зоопланктона и бентоса использованы данные А.В. Монакова (1998), приводящего в своей сводке величины суточных рационов различных групп зоопланктона и бентоса. Осреднение этих данных и перерасчет суточных показателей в годовые приводит к следующим оценкам QВ для зоопланктона – 75 год⁻¹, для бентоса – 80 год⁻¹.

Оценивание величины удельного потребления для рыб производилось с помощью уравнения Джарре (Jarre et al., 1991). При выполнении расчётов значения коэффициентов ассимиляции (А) для планктофагов и хищников (ряпушка, щука, окунь) были приняты равными 0,8; для бенто- и детритофагов (ерш) – 0,6. Рассчитанные итоговые значения

коэффициентов удельного потребления (Q/B), использовавшиеся в модели, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Оценки удельного потребления для рыб, полученные по методу Джарре

Название вида	Удельное потребление рыб, год ⁻¹
Окунь	2,03
Ерш	2,7
Ряпушка	2,62
Щука	2,4

Коэффициент экотрофической эффективности (EE_i) выражается в долях единицы и характеризует степень вовлечения вещества данной группы i в трофические цепи. Оценивание экотрофической эффективности требует оценок общей и физиологической (не связанной с хищничеством) смертности. Для планктонных и бентосных организмов Вашозера такие данные отсутствуют, поэтому величина экотрофической эффективности для зоопланктона, фитопланктона и бентоса рассматривалась в качестве неизвестной, подлежащей оценке в ходе реализации модели. Экотрофическая эффективность бактериопланктона принята равной 0,95. Оценка экотрофической эффективности для щуки составило 0,68. Для остальных видов рыб (ёрш, ряпушка, окунь), заданы одинаковые значения $EE = 0,95$. Выбор такого значения проведён с учётом рекомендаций У. Рикера (Ricker, 1968).

Для получения количественных оценок состава пищевых рационов рыб, использовали данные публикаций (Решетников и др., 1982; Кудерский и др, 1983; Монаков, 1998; Ильмаст и др., 2005, Ильмаст, Стерлигова, 2006 и др.).

Экспорт вещества задан в модели только в отношении рыб. Его величины соответствует средним годовым уловам, достоверные оценки по которым имеются только для ряпушки (0,9-1,0 т/км²). Для окуня, ерша и щуки (которые формируют прилов) оценки вылова определялись косвенно, по соотношениям сетных уловов на единицу промыслового усилия окуня, ерша и щуки к уловам ряпушки. Определенный таким образом вылов составил 0,23, 0,2 и 0,03, соответственно для окуня, ерша и щуки.

С точки зрения ихтиологического анализа наибольший интерес представляют сопоставление оценок, характеризующих состояние рыбного населения, в частности, оценок биомасс отдельных видов рыб. На рисунке 1 представлено соотношение биомасс основных видов оз. Вашозера.

Как видно из графика, наибольшая биомасса приходится на ряпушку, значение для которой составило 0,745 т/км². Далее в порядке уменьшения биомассы следуют окунь (0,642), ёрш (0,621) и щука, биомасса которой составила 0,074. Общая биомасса рыб Вашозера составила 2,6 т/км². Используя среднюю массу из сетных уловов для каждого вида, а также значение площади водоёма, можно получить грубую оценку общей численности популяций рыб, которая составила для ряпушки – 127911 особей, для окуня – 76513 особей, для ерша – 156795 особей, и для щуки – 2114 особей. Надо иметь ввиду, что сетные уловы не захватывают особей малых возрастных групп, что приводит к завышению значений средней массы. Поэтому полученные оценки численности популяций рыб занижены.

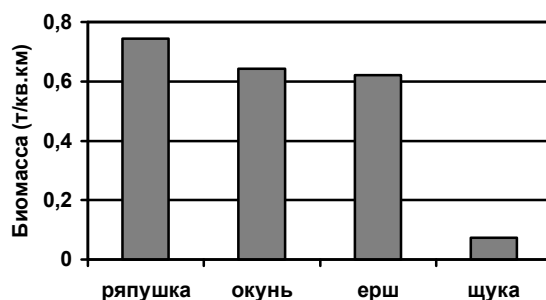


Рисунок 1 – Соотношение биомасс основных видов рыб оз. Вашозера

Помимо продукционных показателей модель позволяет оценивать различные компоненты смертности рыб. Оценки соответствующих компонент убыли, полученные при помощи модели, показали, что наибольший пресс со стороны промысла испытывает ряпушка – $1,2 \text{ год}^{-1}$. Величина промысловой смертности остальных рыб ($0,32\text{--}0,4 \text{ год}^{-1}$) сопоставима со смертностью от хищничества. Исследование модели показывает, что основной вклад в общую годовую смертность рыб от хищничества оказывает окунь. Средневзвешенная по биомассе жертвы оценка его вклада составляет 25,5%. Смертность от хищничества со стороны щуки невелика, её средневзвешенная оценка составляет 8,6%. Слабое воздействие щуки можно объяснить небольшой биомассой, и следовательно, невысокой численностью популяции данного вида Вашозера.

Наглядные представления об изменениях в структуре взаимоотношений рыб Вашозера даёт использование показателей, характеризующих перекрывание пищевых ниш, рассчитываемые на основе формулы Пианки (Pianka, 1973). Анализ индексов перекрывания пищевых ниш для основных видов рыб Вашозера свидетельствуют, что пищевая ниша окуня сильно перекрывается с ершом ($O_{jk} = 0,87$) и незначительно с ряпушкой ($O_{jk} = 0,05$). Незначительно перекрывание пищевых ниш наблюдается у ряпушки с ершом и у щуки с окунем, значения для которых составили, соответственно, 0,3 и 0,37, соответственно.

Таким образом, наибольшее перекрывание пищевых ниш обнаружено у окуня и ерша, наименьшее – у окуня и ряпушки.

Расчётная процедура, включённая в модель ЕСОРАТН, позволяет провести анализ взаимовлияний различных групп гидробионтов. Примечательно, что щука оказывает равномерное отрицательное влияние на всех рыб сообщества (варьирование влияния от 0,07 до 0,04). Это может объясняться высоким трофическим уровнем и всеядностью данного объекта, способного легко переключаться на альтернативные кормовые объекты.

Распределение групп рыб по величине общего потребления слабо зависит от положения группы в трофической цепи водоёма. В целом, количество потребляемых рыбами ресурсов составило $5,1 \text{ т/км}^2$. Наибольшее значение величины общего потребления среди рыб приходится на ряпушку ($1,953 \text{ т/км}^2$). Далее в порядке убывания идут ёрш и окунь, величины для которых составили $1,676$ и $1,304 \text{ т/км}^2$. Самое малое значение потребления среди рассматриваемых гидробионтов пришлось на щуку, величина для которой составила $0,176 \text{ т/км}^2$.

Анализ показывает, что наиболее эффективно преобразующими пищу в продукцию видами являются ряпушка и окунь, наименьшей эффективностью характеризуется ёрш.

Балансовое исследование свидетельствует о том, что влияние щуки на другие виды рыб невелико; все виды рыб в большей или меньшей степени отрицательно влияют друг на друга. Исключение составляет окунь и ерш, слабо положительно влияющие на популяцию щуки.

В таблице 2 приведены интегральные характеристики состояний биотического сообщества.

Таблица 2 – Интегральные характеристики биотического сообщества Вашозера

Среднегодовые показатели сообщества	Значения
Суммарное потребление, т/км ²	1297,7
Общий экспорт, т/км ²	51
Общее дыхание, т/км ²	203
Суммарный поток в детрит, т/км ²	754
Суммарная продукция, т/км ²	265,2
Чистая первичная продукция, т/км ²	252,8
Первичная продукция / дыхание	1,25
Общая биомасса (без детрита), т/км ²	16,5
Общий вылов, т/км ²	1,36

Стоит обратить внимание на соотношение первичной продукции к дыханию – величине, характеризующей состояние сбалансированности сообщества в целом. Данная величина составила для Вашозера 1,25 и, следовательно, система находится в состоянии климатика.

Таким образом, анализ полученных данных показал, что продукция таких ресурсных групп гидробионтов как фито-, зоопланктон, бентос, макрофиты, детрит оказались в значительной мере использованными потребителями. Это обстоятельство заставляет с большой осторожностью относиться к рыбоводству, акклиматизации и другим видам деятельности, чреватым проникновением в водоём несвойственных для него видов.

Работа выполнялась при финансовой поддержке проекта РФФИ № 07-04-00028, программы РАН «Биологическое разнообразие».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Андронникова И.Н. Структурно-функциональная организация зоопланктона озёрных экосистем. – СПб: Наука, 1996. – 189 с.

Балашёва Т.И. Первичная продукция фитопланктона озера Юрговского в связи с повышением его продуктивности // Лимнология северо-запада СССР I. – Таллин: АН ЭССР, инст. зоол. и ботан., 1973. – С. 40-43.

Ильмаст Н.В., Стерлигова О.П., Иешко Т.А., Павловский С.А., Кучко Я.А. Состояние экосистемы Вашозера при вселении сиговых рыб // Труды Карельского научного центра РАН. Биогеография Карелии. – 2008. – Вып.7. – С. 58-64.

Ильмаст Н.В., Стерлигова О.П. Итоги вселения сиговых рыб в Вашозеро // Вопросы ихтиологии. – 2006. – Т.46. – №2. – С. 219-223.

Кудерский Л.А., Руденко Г.П., Никандров В.Я. Возраст полового созревания и кульминации ихтиомассы в популяциях окуня из малых озёр // Биология и промысел рыб в разнотипных водоёмах северо-запада. – Л.: Мин. рыб. хоз., 1983. – Вып. 207. – С. 139-147.

Криксунов Е.А., Бобырев А.Е., Бурменский В.А., Павлов В.Н., Ильмаст Н.В., Стерлигова О.П. Балансовая модель биотического сообщества Сямозера. – Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2005. – 54 с.

Монаков А.В. Питание пресноводных беспозвоночных. – М.: ИПЭЭ им. А.Н.Северцова, 1998. – 319 с.

Новиков И.П. Наблюдения выживаемостью сиговых рыб в условиях мелководного озера // Бюллет. рыб. хоз-ва Карело-финской ССР. – 1948 – №3. – С. 38-43.

Новиков И.П. Озеро Вашозеро // Озёра Карелии (природа, рыбы и рыбное хозяйство). – Петрозаводск: Гос. изд-во КАССР, 1959. – С. 312-318.

Решетников Ю.С., Попова О.А., Стерлигова О.П. и др. Изменение структуры рыбного населения эвтрофируемого водоёма. – М.: Наука, 1982. – 248 с.

Тюрин П.В. Биологические обоснования регулирования рыболовства на внутренних водоёмах. – М.: Пищепромиздат, 1963. – 120 с.

Allen R.R. Relation between productions and biomass // J. Fish. Res. Board Can. – 1971. – №28. – P. 1573-1581.

Christensen V., Pauly D. ECOPATH II – a software for balancing steady-state ecosystem models and calculating network characteristics // Ecol. Model. – 1992. – № 61. – P. 169-185.

Jarre A., Palomares M. L., Soriano M. L., Sambilay V. C., Jr., Pauly D. Some new analytical and comparative methods for estimating the food consumption of fish // ICES mar. Sci. Symp. – 1991 – № 193. – P. 99-108.

Pianka E.R. The structure of lizard communities // Ann. Rev. Ecol. Sys. – 1973. – №4. – P. 53-74.

Polovina J.J. Ow. M.D. ECOPATH: a user's manual and program listing // Nat. Mar. Fish. Serv., NOAA, Honolulu Admin. Rep. H-83-23., 1983. – 46 p.

Ricker W.E. Food from the sea // Committee on Resources and Man (ed). Resources and man // W.H. Freeman Company. – San Francisco, 1968. – P. 87-108.

Walters C.J., Christensen V., Pauly D. Structuring dynamic models of exploited ecosystems from trophic mass-balance assessments // Revs Fish Biol. Fish. – 1997. – № 7. – P.139-172.

РЕКРЕАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ОБСКОЙ ГУБЫ – НЕОБХОДИМОЕ УСЛОВИЕ НОРМАЛИЗАЦИИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ СИГОВЫХ РЫБ

Исаков П.В.¹, Селюков А.Г.²

*¹Департамент по охране, воспроизводству и регулированию использования биоресурсов
Ямало-Ненецкого автономного округа (департамент биоресурсов ЯНАО)*

²Тюменский государственный университет (ТюмГУ)

Повышенная уязвимость водных экосистем арктического региона предопределяется экстремальными климатическими условиями, низким потенциалом самоочищения и самовосстановления экосистем. Интенсивная эксплуатация природных ресурсов повышает вероятность формирования очагов экологической напряженности. Одной из таких кризисных территорий является Ямало-Ненецкий автономный округ; трансформацию природной среды региона в ближайшие годы многократно усилит техногенный пресс на северные экосистемы.

Рыбы характеризуются продолжительным жизненным циклом, в течение которого накапливают многочисленные ксенобиотики. Их угнетающее воздействие на функциональные системы организма сопровождается сокращением численности, снижением доли старших возрастов и заменой ценных видов малоценными. В связи с этим необходима оперативная и надежная оценка морфофункционального состояния ценных видов с целью своевременного предупреждения кризисных явлений (Решетников и др., 1999 и др.).

Наиболее чувствительными и наименее резистентными к разнотипным токсикантам являются сиговые рыбы, составляющие основу биоресурсного потенциала Обь-Иртышского бассейна (Экология рыб ..., 2006). Именно они были выбраны в качестве объекта исследования.

Нами с 1988 по 2005 гг. проводились сборы сиговых рыб в Обской губе, при анадромной миграции в устье р. Оби и нерестовой – в Средней Оби. В Обской губе в конце зимовального периода (май 1989-90, 1998-2002 гг.) во время мелиоративного промысла вблизи пос. Новый Порт отлавливали муксуна, пелядь и чира. В начале анадромной миграции в Обь в июне 1988-1990 и 1999-2005 гг. муксуна, пелядь и чира ловили плавными жаберными сетями вблизи п. Ямбура. Во время нерестовой миграции производителей муксуна и пеляди отлавливали плавными жаберными сетями и неводом в Нижней (1999, 2001 гг.) и Средней Оби (1989, 1999, 2001 гг.). Разновозрастных особей муксуна и ряпушки отлавливали в районе пос. Яптик-Сале в декабре-феврале 1996-2005 гг. в период их зимовки в Обской губе. В общей сложности для общего биологического анализа (без учета массовых

промеров) было взято 5436 экз. сиговых рыб, из которых с применением стандартных гистологических методик исследовано 1126 самок и 741 самец.

Состояние репродуктивной системы сиговых рыб. Муксун. При половом созревании самок этого вида отмечена асинхронность в развитии ооцитов, обусловленная различными сроками их вступления в вителлогенез, а его продолжительность у разных особей варьирует от 14-16 до 20-24 месяцев. Отклонения в развитии репродуктивной системы муксуна проявляются в снижении темпа гаметогенеза и замедлении полового созревания (таблица).

Гетерогенность производителей по степени развития репродуктивной системы вызывает различную продолжительность отдельных фаз оогенеза в ходе овариального цикла. Нами отмечена 2-х и 3-х летняя периодичность нереста у самок муксуна.

Дифференцировка рыб по продолжительности межнерестового интервала происходит в преднерестовый период; после нереста способность рыб повторно отнереститься через два или три года обусловлена уровнем репаративных процессов и объемом половых клеток резервного фонда. У самок с двухлетней периодичностью овариального цикла (пропуск одного нерестового сезона) в период летнего нагула завершается репарация гонад и формируется фонд ооцитов, предназначенных для следующего нереста. В течение последующих зимовки и летнего нагула в ооцитах протекает вителлогенез, в октябре яичники вступают в IV стадию зрелости, а яйцеклетки – в период созревания. В гонадах самок обского муксуна с трехлетней периодичностью репарационные процессы в посленерестовый период и во время летнего нагула замедлены. В течение второй зимовки они завершаются, а в летний период в ОСГ начинается вителлогенез и одновременно проходит интенсивное пополнение фонда оогониев и ооцитов ранней профазы мейоза, завершающееся в конце летнего периода, т.е. спустя два года после нереста. В течение третьей зимовки в ОСГ продолжается накопление желтка, возрастающее в период анадромной миграции таких самок из Обской губы. С непродолжительным перерывом на время нагула в соровой системе анадромная миграция переходит в нерестовую.

Если учесть, что в современных напряженных экологических условиях половое созревание обского муксуна замедляется до 10+...11+ и более, а пропуски нерестового сезона составляют два или три года, то такие самки смогут отнереститься не более двух, в лучшем случае – трех раз. При этом один овариальный цикл должен быть трехлетним: на втором году пополняется резервный фонд половых клеток и формируется потенциальная плодовитость. Такие длительные сроки гонадогенеза в посленерестовый период, очевидно, вызваны сравнительно короткими сроками нагула в условиях высоких широт и возможностью формирования оогонимального фонда только в летний сезон.

В яичниках части фертильных самок (15%) отмечалась дегенерация половых клеток, возможно вызванная неблагоприятным гидрохимическим фоном. В периферических участках гонад резорбцией были охвачены не только вителлогенные ооциты, но и часть превителлогенных ооцитов, выявлялись картины отмешивания ооплазмы, кариолизис, оорексис. Последствием подобных аномалий становится пропуск очередного нереста и/или низкая индивидуальная плодовитость.

У самцов муксуна при половом созревании отмечена задержка сперматогенеза, отчего они поздно достигают половой зрелости, что в целом снижает продукционные свойства обской популяции.

В постнерестовый период самцы муксуна скатываются в Обскую губу, продолжительное пребывание фертильных особей в которой обеспечивает полное восстановление семенников и формирование сперматогонимального фонда – полоспецифичность проявляется в пролиферативной активности сперматогониев и в течение зимовки. Весной они совершают анадромную миграцию в соровую систему на нагул, но часть их остается на салмах южной части Обской губы, где концентрируются неполовозрелые и пропускающие очередной нерест особи обоих полов. Здесь у них продолжается репарация репродуктивной функции, продолжается она и в следующую зиму,

когда активно пополняется сперматогониальный фонд. После более чем годового пребывания самцов в данном состоянии их семенники в конце зимовального периода вступают в III стадию зрелости, а к осени, накопив достаточный объем половых продуктов, вступают в очередной нерестовый сезон.

Таким образом, как у неполовозрелых, так и у фертильных самцов пополнение сперматогониев активно проходит в период их зимовки в Обской губе, что кардинально отличается от характера пополнения фонда половых клеток у самок.

Ряпушка, пелядь, чир. Характеризуя половые железы сиговых рыб с различной продолжительностью жизни – коротко- (ряпушка), средне- (пелядь) и длинноциклового (чир) видов, выделим различия в их созревании и половых циклах.

Самкам этих видов свойственно некоторое замедление оогенеза в превителлогенный период, более продолжительное у чира и в меньшей степени у пеляди, а часть особей в ходе овариальных циклов обязательно пропускает очередной нерестовый сезон по причине пониженной репарационной активности репродуктивной системы. Формирования очередной генерации половых клеток резервного фонда у изученных рыб в период зимовки не происходит. Встречающиеся патологические изменения гонад редки и приходятся на время пребывания пеляди в Средней Оби (нерестовая миграция), у чира – в начале анадромной миграции после зимовки в Обской губе. В связи с этим отметим, что чир – бентофаг, и потому повышается риск интоксикации через кормовые объекты из загрязненных грунтов, что и может являться причиной патологий репродуктивной системы, хотя и сравнительно редких.

Для самцов описанных видов вариабельность в состоянии гонад проявляется в большей степени. Как и у муксуна, в семенниках пеляди в период зимовки формируется сперматогониальный фонд, а «волна сперматогенеза» приходится на начало летнего нагула. У ряпушки и чира динамика сперматогенеза в период зимовки характеризуется некоторой разнотипностью: у одних особей ряпушки – более быстрым восстановлением генеративной функции, у других – длительным пребыванием семенников в IV стадии зрелости. У чира выявлено замедление постнерестового восстановления гонад с формированием сперматогониального фонда только в летний период.

Случаи несовпадения этапов гаметогенеза с сезонами года, наличие отставших или опередивших в развитии самцов и самок, растянутость нерестового периода в пределах одного, хотя и обширного, водоема указывают на неполную адаптацию сигов к условиям северных экосистем, что отмечалось и прежде (Дормидонтов, 1974).

Состояние жаберного аппарата и печени сиговых рыб. Интоксикации в первую очередь сказываются на структуре таких органов-мишеней как жабры, печень, почки и др. (Лукияненко, 1983; Савваитова и др., 1995; Кашулин и др., 1999; Моисеенко, Шарова, 2006 и др.).

Выявленные отклонения в состоянии *жаберного аппарата* у всех изученных видов проявляются в повышенной гиперемии филаментов, булавовидных утолщениях или срастании респираторных ламелл, гиперплазии слизистых клеток, разрастании жаберного эпителия на апикальных участках ламелл и его десквамации, возрастании слоев клеток в афферентной зоне на терминалях филаментов. Особенно значительны нарушения жаберного эпителия у созревающих самок муксуна в период зимовки в Обской губе, что вызывает угнетение дыхания в этих напряженных условиях. Патологические изменения морфофункциональных характеристик жаберного аппарата возрастают в ряду: ряпушка-чир-пелядь-муксун (таблица).

В *печени* муксуна в Обской губе, а также в период нерестовой миграции у муксуна, пеляди и чира патологии были незначительны. Лишь у созревающих самок гиперемия органа возрастала, что обусловлено вступлением ооцитов старшей генерации на путь вителлогенеза. Наименьшие патологические изменения в печени отмечены у ряпушки, хотя и у этого вида встречаются очаги дегенерации гепатоцитов.

Таблица – Количество (%) зарегистрированных особей с патологиями внутренних органов

Виды рыб	Гонады		Жабры	Печень	Кол-во экз.
	задержка полового развития	дегенерация половых клеток			
Муксун	15	10	80	30	324
Ряпушка	-	-	15	12	75
Пелядь	-	5	60	25	193
Чир	-	3	35	20	109

В начале анадромной миграции в устье Оби у сиговых рыб происходит быстрый переход в летний термический режим и, соответственно, перестройка физиологического статуса всего организма. В этих условиях наиболее уязвимыми становятся самки, ооциты старшей генерации которых вступили в гормонозависимый период – вителлогенез. Именно у этих особей наблюдаются особенно отчетливые нарушения в структуре печени, которые проявляются в жировом перерождении гепатоцитов, расслоении печеночной паренхимы, кровоизлияниях и кавернизации этого органа. Неполовозрелые рыбы, у которых подобные нарушения также отмечены, и созревающие самки сиговых в этот период более подвержены токсическому воздействию по причине не вполне сформированного иммунного статуса (молодь) или более интенсивного перераспределения энергетических ресурсов на генеративный обмен (самки). Подобные нарушения структуры органа не совместимы с нормальным протеканием вителлогенеза, и часть таких самок, по-видимому, не сможет участвовать в нересте.

Однако у большей части сиговых рыб, потенциально способных к очередному нересту, патоморфологические изменения в печени отсутствуют, что позволяет считать достаточно полноценной и генеративную систему мигрирующих на нерест производителей (Исаков, Селюков, 2003 и др.).

Учитывая полученные результаты, нельзя не отметить возрастание риска пребывания сиговых рыб в складывающихся условиях освоения Обской губы. В настоящее время в акватории Обской и Тазовской губ, на шельфе Карского моря ведутся сейсморазведочные работы, разведочное и геологическое бурение. Их интенсивность будет только нарастать и потому для сохранения ценных видов рыб необходимо предпринимать срочные меры как организационного, так и биотехнологического характера.

Комплекс мер, способных обеспечить сохранение популяций сиговых рыб должен включать:

1. Охрану. Целесообразно создание в акватории Обской и Тазовской губ заказников регионального значения с особым режимом природопользования, что позволит контролировать данные территории исполнительным органам власти округа.
2. Временный запрет на вылов муксуна и внесение его в региональную Красную книгу до восстановления запасов, либо введение на определенный срок моратория на его продажу, хранение и вывоз.
3. Искусственное воспроизводство сиговых рыб на территории округа.
4. Создание генетических коллекций ценных видов рыб.

Рассмотренные нами проблемы сохранения репродукционного потенциала нерестовых стад сиговых рыб напрямую связаны с экологическими проблемами Обь-Иртышского бассейна и, в частности, Обской губы. Не подлежит никакому сомнению, что этот водоем выполняет важнейшие функции по формированию богатейших ресурсов ценных видов рыб.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Дормидонтов А.С. Особенности гаметогенеза сигов в северных водоемах Якутии // Зоол. исслед. Сибири и Дальнего Востока. – Владивосток, 1974. – С. 169-173.

Исаков П.В., Селюков А.Г. Половое созревание и половые циклы обского муксуна *Coregonus muksun* (Coregonidae, Salmoniformes) // Труды Междунар. Форума по проблемам науки, техники и образования. – Москва, 2003. – Т.2. – С. 149-150.

Кашулин Н.А., Лукин А.А., Амундсен П.А. Рыбы пресных вод Субарктики как биоиндикаторы техногенного загрязнения. – Апатиты: КНЦ РАН, 1999. – 142 с.

Лукьяненко В.И. Общая ихтиотоксикология. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 318 с.

Моисеенко Т.И., Шарова Ю.Н. Физиологические механизмы деградации популяций рыб в закисленных водоемах // Экология. – 2006. – № 4. – С. 287-293.

Решетников Ю.С., Попова О.А., Кашулин Н.А., Лукин А.А., Амундсен П.-А., Сталдвик Ф. Оценка благополучия рыбной части водного сообщества по результатам морфопатологического анализа рыб // Успехи соврем. биологии. – 1999. – Т.119. – № 2. – С.165-177.

Савваитова К.А., Чеботарева Ю.В., Пичугин М.Ю., Максимов С.В. Аномалии в строении рыб как показатели состояния природной среды // Вопросы ихтиологии. – 1995. – Т.35. – № 2. – С. 182-188.

Экология рыб Обь-Иртышского бассейна. – М.: Т-во научных изданий КМК, 2006. – 596 с.

ДИНАМИКА ИХТИОФАУНЫ РЕКИ СОБИ (ЯНАО) В ПЕРИОД ХОЗЯЙСТВЕННОГО ОСВОЕНИЯ

Кижеватов Я.А., Богданов В.Д.

Институт экологии растений и животных УрО РАН (ИЭРиЖ УрО РАН)



Рисунок 1 – Карта-схема Собь
(штриховкой указано расположение
техногенного канала и водохранилища)

Река Собь – левобережный приток нижней Оби, играющий важную роль в формировании запасов ценных сиговых рыб и основных промысловых видов рыб Обь-Иртышского бассейна (Экология..., 2006). По численности и биомассе в реке преобладают мигранты, заходящие на нерест, нагул или зимовку из нижней Оби. Всего в бассейне Собь в 70-х годах обитало 24 вида рыб, в настоящее время отмечены 28 видов (Кижеватов, 1997; Богданов, Кижеватов, 2000, 2009). Исследования ихтиофауны Собь ведутся с 1975 г.

Истоки реки находятся в горном массиве Рай-Из на Полярном Урале. Протяженность водотока – 90 км, площадь водосбора – 6320 км² (рисунок 1). В верхнем и среднем течении Собь – типичная горная река, ближе к устью приобретает черты равнинного водотока (Атлас..., 2004). В низовьях реки пойма расширяется, образуя пять временных водоемов – соров, общей площадью до 24 км².

До середины XX века Собь находилась в малонарушенном состоянии. Рыбный промысел ведется с XVII века (Дунин-Горкавич, 1904). В 1984-1986 и 2003-2007 гг.

в нижнем течении реки производилась добыча песчано-гравийной смеси, в результате которой были утрачены нижние галечные нерестилища сиговых рыб и налима (0,096 км²); появились новые нерестилища псаммо- и фитофильных видов рыб (0,32 км²); увеличилась акватория, пригодная для летне-осеннего нагула (с 3,8 до 7,4 км² в половодье, с 0,5 до 5,7 км² в осеннюю межень) и зимовки (до 5 км²) рыб. В верхнем течении река подвергается хроническому и эпизодическому загрязнению (очистные сооружения пос. Харп и горные работы). Перекрыт плотиной водохранилища крупный приток среднего течения Соби – р. Ханмей. Промышленный лов ориентирован на добычу видов-мигрантов. В верхнем и среднем течении реки ведется любительский промысел. Биологические инвазии в бассейне Соби выражены регулярными заходами из Оби леща, судака и сазана.

Цель исследований – оценка изменений ихтиофауны в период промышленного освоения бассейна Соби.

В 70-е годы среди промысловых видов рыб в Соби в осеннее время преобладали сиговые рыбы. В 90-е годы доминирующую роль заняла щука и появились карповые рыбы (рисунок 2). В начале XXI века в уловах снова повысилась доля сиговых рыб.



Рисунок 2 – Изменение соотношения видов промысловых рыб Соби, осень

Резкий рост численности производителей чира и пеляди в последние годы происходил на фоне сокращения нерестового стада сига-пыжьяна (рисунок 3). Тугун резко сократил свою численность в конце 80-х годов и полностью ее восстановил к началу XXI века. Нельма никогда не размножалась в Соби, при этом молодь вида была обычна в уловах в осеннее время только в 70-х годах. В начале XXI века молодь нельмы изредка отмечается в уловах в летнее время в нижнем течении реки. Ряпушка размножается в Соби только в годы, когда ее численность имеет пиковые показатели в бассейне Нижней Оби (Кижеватов, 2007). В 70-е годы елец не размножался в Соби, теперь он встречается повсеместно в среднем и нижнем течении реки. Резко возросла численность щуки – с середины 90-х годов в летнее и осеннее время она стала наиболее массовым видом среди промысловых рыб. Численность налима возросла в 90-е годы, но снизилась в начале XXI века. Наибольшая численность окуня отмечалась в 90-х годах, в период формирования нового состава ихтиофауны после дноуглубительных работ. Отмечено сохранение стабильной низкой численности хариуса и тайменя. Горбуша единично отмечена в Соби в 1976 и 2005 гг. Натурализации ее в бассейне Оби не происходит (Богданов, Кижеватов, 2000).

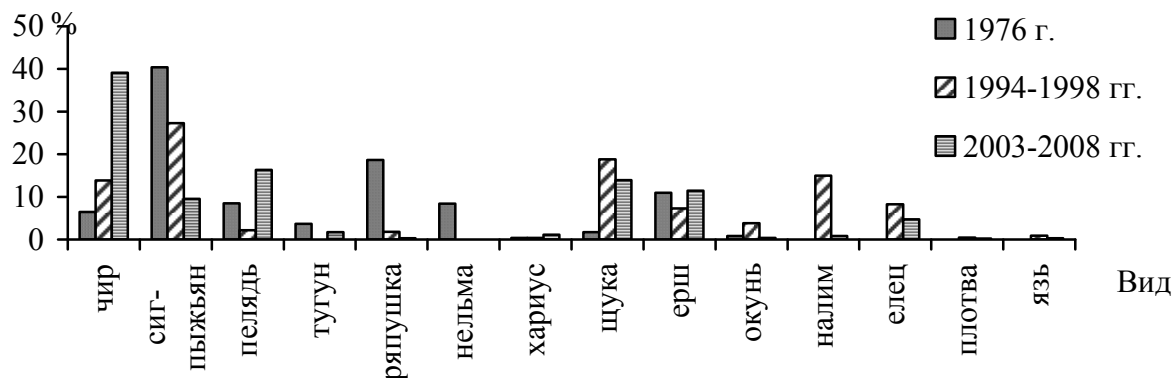


Рисунок 3 – Динамика видового состава рыб в промысловых уловах в Соби, осень

Изменения ихтиофауны в нарушенных реках обычно направлены в сторону сокращения видового разнообразия и снижения показателей обилия видов. Тем не менее, при очевидных нарушениях геоморфологии русла, общие значения показателей обилия и разнообразия ихтиофауны (Лебедева и др., 1999) Соби не уменьшаются, а увеличиваются. Те же индексы при анализе уловов ценных промысловых видов рыб показывают снижение разнообразия и обилия, что характерно для процессов, происходящих в Обском бассейне, где наблюдается устойчивое сокращение численности ценных промысловых видов рыб (Экология..., 2006). Если производить расчеты индексов разнообразия без учета видов-вселенцев (исходная ихтиофауна), выявляется снижение видового разнообразия и обилия рыб Соби (рисунок 4).

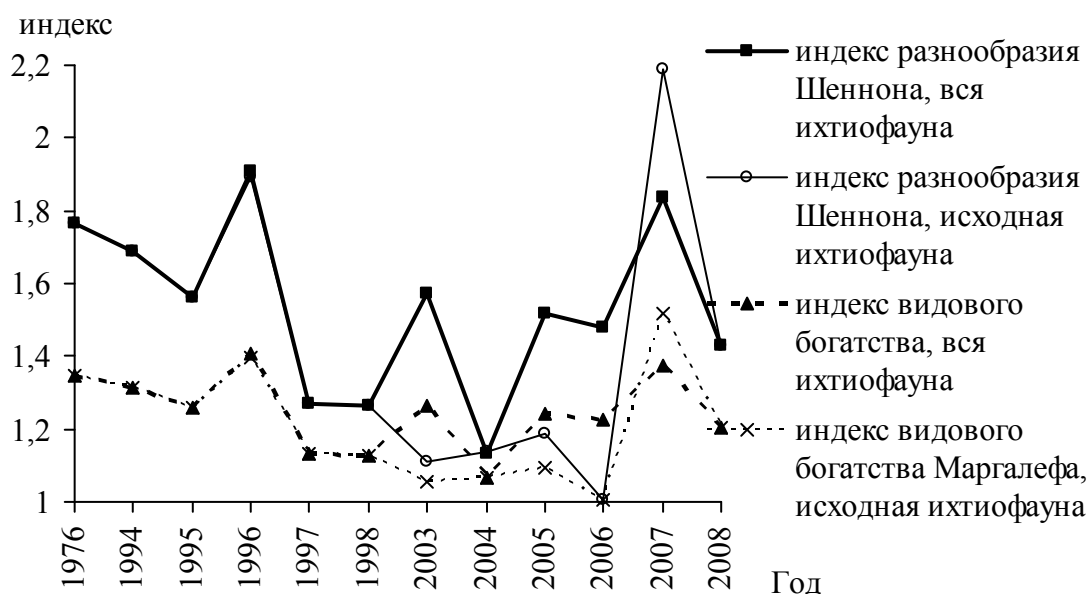


Рисунок 4 – Характеристика разнообразия ихтиофауны Соби, осень

Сходство и различие годовых уловов выявлено при выполнении кластерного анализа. Одна группа объединяет уловы промысловых видов рыб 70-х и 90-х годов, другая – уловы промысловых видов рыб в начале XXI века (рисунок 5). Исключение составили данные за осень 1997 г. когда была отмечена общая низкая численность рыб при преобладании в уловах чира.

Покатная миграция личинок сиговых рыб. Скат с нерестилищ личинок сиговых рыб начинается с подъемом уровня воды и заканчивается спустя несколько дней после ледохода. Самое раннее начало ската на р. Соба за период исследований отмечено 20 апреля, самое позднее 30 мая (Богданов, 1998). Большая часть личинок скатывается за 3-5 суток, скат может продолжаться от 12 до 30 суток. Среди покатных личинок сиговых рыб доминирует чир. Личинки остальных сиговых малочисленны и встречаются только в периоды пика миграции. Численность личинок за период исследований колебалась в диапазоне от 1 до 51 млн экз. (таблица 1). Повышенная гибель отложенной икры отмечена в малоснежные и морозные зимы, когда происходило перемерзание нерестилищ, или при техногенных авариях. Обычно в эти годы отмечалась низкая численность покатных личинок сиговых рыб. После проведения горных работ в русле реки среди личинок, скатывающихся в районе урочища Югангорт, выше разработок, стали встречаться личинки пеляди, тугуна (Шулаев, Филатов, 1989). Ранее эти виды рыб нерестились в основном на нижележащих участках реки.

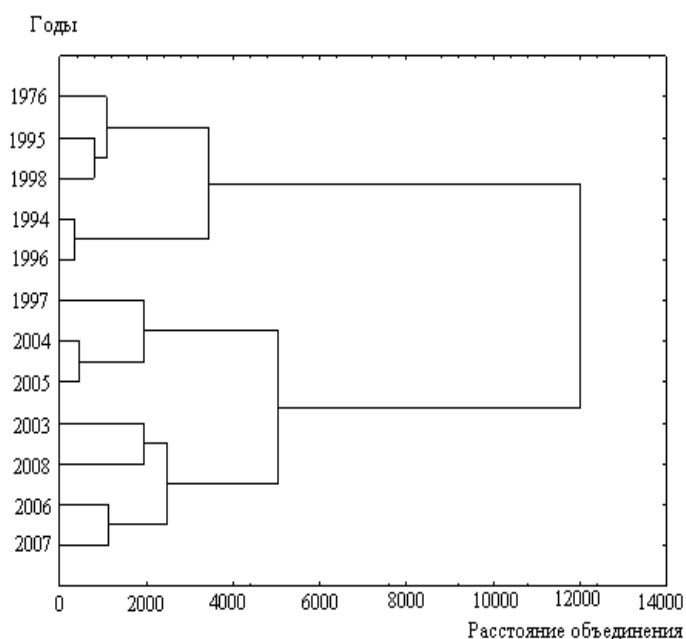


Рисунок 5 – Дендрограмма (по методу Варда) сходства промысловых видов рыб в уловах (%) Соби, осень

Выполнение кластерного анализа (рисунок 6) позволило разделить данные по уловам покатной молоди сиговых рыб: с низкой численностью и разнообразием – 1998, 1988 гг.; с низким разнообразием и средней численностью 1976, 1996, 1997, 1987, 2007 гг.; высокой численностью и разнообразием – 1977, 1984, 1987, 2006, 2008 гг.

Таблица 1 – Численность и видовой состав покатных личинок сиговых рыб, Сось

Годы	Численность личинок, млн экз.	Чир	Сиг-пыжьян	Пелядь	Тугун	Ряпушка
1976	25,0	25,0	–	–	–	–
1977	16,2	15,6	0,6	–	–	–
1984*	20,0	13,2	6,3	0,1	0,4	–
1986*	40,7	31,7	3,8	–	5,2	–
1987*	25,2	17,6	4,9	1,1	1,6	–
1988*	7,0	4,5	1,9	0,3	0,3	–
1996	24,0	23,6	0,4	–	–	–
1997	21,5	21,1	0,4	–	–	–
1998	1,0	1,0	–	–	–	–
2006	29,0	17,1	3,3	1,0	7,6	–
2007	37,2	34,5	0,2	1,0	1,5	0,003
2008	51,0	23,0	14,0	7,5	6,5	–
2009	16,1	7,6	6,2	2,0	0,3	–

Примечание: * – данные Шулаева, Филатова (1989)

Структурная перестройка видового состава покатных личинок сиговых рыб (рисунок 7) произошла после горных работ (1984-1987 гг.), изменивших геоморфологический профиль русла Соби в нижнем течении. Дальнейшие изменения состава ранней молоди отмечены в 2007-2008 гг.

Следовательно, антропогенное воздействие на Сось не привело к изменению миграционных циклов, а перестройка геоморфологии русла и появление искусственной водной акватории улучшили условия нагула, зимовки и размножения мигрирующих и

полупроходных видов рыб. Потепление климата (Природа..., 2006) с конца XX века привело к улучшению условий инкубации икры осенне-зимненерестующих видов рыб за счет сокращения площадей перемерзающих нерестилищ (Атлас..., 2004) и появлению благоприятных температурных условий для размножения весенненерестующих видов рыб. Увеличилось значение реки для воспроизводства чира при сокращении численности сига-пыжьяна. В последние годы роль реки в воспроизводстве обского чира достигла 27% (в среднем 10%) (Богданов, 2008). Группировка тугуна, резко сократившая численность после проведения горных работ в период 1984-1987 гг., восстановилась к началу XXI века.

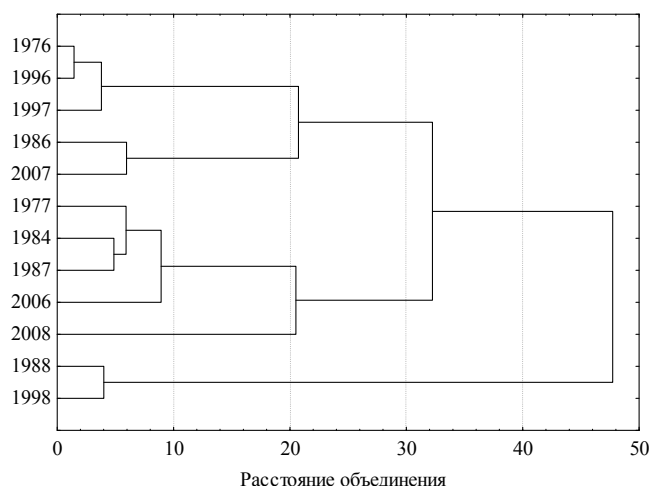


Рисунок 6 – Дендрограмма (по методу Варда, абсолютная численность, экз.), сходства уловов покатных личинок сиговых рыб, Собь

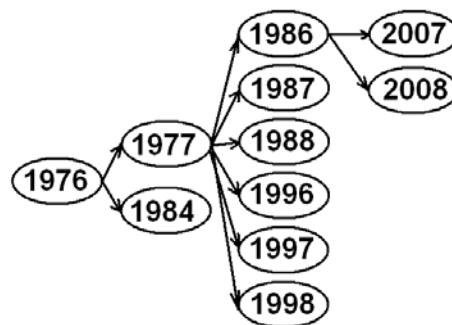


Рисунок 7 – Граф направленности изменений видового состава покатных личинок сиговых рыб (Песенко, 1982)

Таким образом, увеличение роли Соби в воспроизводстве, нагуле и зимовке некоторых видов сиговых, карповых рыб и щуки связано как с формированием новой пойменной экосистемы (Кижеватов, 1997; Богданов, Кижеватов, 2000, 2009), так и с изменениями климата (Природа..., 2006).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Атлас Ямало-Ненецкого автономного округа // ФГУП «Омская картографическая фабрика». – Омск, 2004. – С. 130- 154.
- Богданов В.Д. Современное состояние воспроизводства сиговых рыб Нижней Оби // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2008. – №9. – С. 33- 37.
- Богданов В.Д., Кижеватов Я.А. Динамика ихтиофауны р. Собь // Научный вестник. – Салехард, 2000. – Вып. 4. – Ч.2. – С. 3-15.
- Богданов В.Д., Кижеватов Я.А. Изменения рыбного населения р. Соби в период хозяйственного освоения // Аграрный Вестник Урала. – Екатеринбург, 2009. – Вып. 5 (59). – С. 70 – 72.
- Дунин-Горкавич А. А. Тобольский Север // Т. 1: Общий обзор страны, ее естественных богатств и промышленной деятельности населения. – СПб, 1904. – 376 с.
- Кижеватов Я.А. Результаты антропогенного воздействия на р. Собь // Проблемы изучения биоразнообразия на популяционном и экосистемном уровне / Матер. конф. – Екатеринбург, 1997. – С. 96-105.
- Кижеватов Я.А. К биологии ряпушки (*Coregonus sardinella*, Valenciennes, 1848) некоторых рек ЯНАО // Научный Вестник ЯНАО. – Салехард, 2007. – Вып. 2 (46). – С. 54 – 60.
- Лебедева Н.В., Дроздов Н.Н., Криволуцкий Д.А. Биоразнообразие и методы его оценки // учебное пособие / Изд-во Московского ун-та, 1999. – 95 с.

Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. – М.: Наука, 1982. – 288 с.

Природа Ямало-Ненецкого автономного округа / под ред. В.К. Рябицева. – Екатеринбург: Изд-во Урал. Ун-та, 2006. – С. 20- 21.

Шулаев В.Н., Филатов А.Ю. Относительная численность и рост молоди сиговых рыб реки Соби // Сб. науч. тр. ГосНИИОРХ. – 1989. – Вып. 305.– С. 125-134.

Экология рыб Обь-Иртышского бассейна / под ред. Д.С. Павлов, А.Д. Мочек. – М.: Т-во научных изданий КМК, 2006. – С. 278-285.

РЯПУШКА ОЗЕР МЬЕСА И ОСЕНСЬЕЕН (НОРВЕГИЯ) – COREGONUS SARDINELLA VALENCIENNES?

Китаев С.П.

Институт биологии Карельского научного центра РАН (ИБ КарНЦ РАН)

Оз. Мьеса (Mjøsa) и Осенсьеен (Osenjøen) расположены в юго-восточной Норвегии в районе 61° северной широты. В северную часть оз. Мьеса впадает главная река Гундбрандсдалслеген (Gundbrandsdalslagen) с наибольшими расходами до 1000-2000 м³/сек (Aass, 1972), на которой в 1912 г. построена электростанция.

В оз. Мьеса, помимо миноги, обитает 19 видов рыб: озерная форель, ряпушка, сиг, корюшка, хариус, щука, плотва, язь, елец, лещ, уклейка, голянь, карась, окунь, ерш, налим, пестроногий бычок, бычок-рогатка и девятииглая колюшка (Sandlund et al., 1985). В озере встречаются реликтовые ракообразные *Limnocalanus macrurus*, *Mysis relicta*, *Pallasiola quadrispinosa*, *Gammaracontus lacustris* (Sandlund et al., 1985, 1991). Гидроакустическим методом в оз. Мьеса была определена биомасса и численность пелагических видов рыб (ряпушка, сиви, корюшка), которые составили 26 кг/га и 695 экз./га (Sandlund et al., 1991).

Из оз. Мьеса в 1895 г. была пересажена ряпушка в оз. Осенсьеен, которое расположено несколько северо-восточнее. Лимнологическая характеристика этих озер приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Лимнологическая характеристика оз. Мьеса и Осенсьеен (по: Sandlund et al., 1991)

Показатели	Мьеса	Осенсьеен
Высота над уровнем моря, м	123	437
Площадь, км ²	362	45
Максимальная глубина, м	449	117
Средняя глубина, м	153	37
Высота регуляции (колебание уровня), м	3–6	6
Прозрачность, м	2,5–8,0	3,4–6,4
Глубина термоклина, м	12–20	8–15
рН	6,7–7,4	6,4–6,7
Электропроводность	20–40	18–19
Общий фосфор, мг/м ³	8,6–9,0	3,2–5,0
Первичная продукция, г С/м ² ·год	20	8
Биомасса зоопланктона, г/м ² (сух. масса)	30	9,8

В оз. Мьеса, по определению норвежских ученых, обитает крупная форма ряпушки *Coregonus albula* (L.) (Huitfelat-Kaas, 1917; Aass, 1972; Sandlund et al., 1985, 1991; Naesje et al., 1986), но со своеобразной экологией. Обычная длина нерестующих особей 25–26 см, но встречаются особи до 31–33 см (Huitfelat-Kaas, 1917). Возраст созревания этой ряпушки 3-5 лет; предельный возраст 18 лет для озерно-речной ряпушки оз. Мьеса и 22 года – для

озерной ряпушки из оз. Осенсьеен (Sandlund et al., 1991). Здесь нужно отметить, что предельный возраст сибирской ряпушки из бассейна р. Анадырь для озерно-речных популяций – 12 лет; озерных - 16 лет (Штуднюк, 1991).

Озерно-речная ряпушка из оз. Мьеса нерестится в середине октября в реке на камнях и крупном гравии (Aass, 1972). Личинки ряпушки в апреле-мае дрейфуют из реки в озеро (Naesje et al., 1986). Озерно-речная ряпушка из оз. Мьеса, переселенная в оз. Осенсьеен, не имеющего больших притоков, стала нереститься в самом озере на глубине 5-20 м во второй половине октября. Таким образом, озерно-речная форма ряпушки стала озерной. Относительная плодовитость ряпушки из оз. Мьеса и Осенсьеен составляла 50-60 шт./г, крупной европейской ряпушки оз. Карелии изменялась от 27 до 277 или в среднем 111 шт./г (Потапова, 1978), сибирской – 22-138 или в среднем 70-80 шт./г (Штуднюк, 1991).

Лучший знаток сиговых рыб Ю.С. Решетников (1980) пишет: «Типично полупроходных форм, поднимающихся на нерест высоко в реки, у европейской ряпушки нет». Европейская ряпушка «созревает в возрасте 1+ и имеет предельный возраст 6-7 лет». Относительно сибирской ряпушки (*C. sardinella* Valenciennes) указывает «Созревает сибирская ряпушка в возрасте 3-5 лет, возраст вступления в нерестовое стадо может быть растянут на 4-5 лет; предельный возраст рыб в популяции – 12 лет». Нерест происходит, обычно в реке. Таким образом, ряпушка озера Мьеса по возрасту и срокам созревания, местам нереста в реке, относительной плодовитости и предельному возрасту стоит ближе к сибирской ряпушке *C. sardinella* Valenciennes, чем *C. albula* (L.).

Анализ генетической дистанции по М. Нею (1978) девяти популяций европейской ряпушки (*C. albula* L.) Финляндии, Норвегии, Швеции и Англии и трех популяций сибирской ряпушки (*C. sardinella* Val.) Канады и Аляски четко показал, что ряпушка озера Мьеса стоит значительно ближе по генетической дистанции к сибирской ряпушке Северной Америки, чем к европейской ряпушке Европы (Bodaly et al., 1991) (рисунок 1 и таблица 2). Поэтому ряпушку из оз. Мьеса по биоэкологическим и биохимическим показателям нужно относить к сибирской, а не к европейской ряпушке.

С использованием материалов Bodaly et al. (1991) составлены последние две строки таблицы и дендрограмма генетической дистанции по Нею (рисунок 2), где ряпушка оз. Мьеса включена в состав сибирской ряпушки.

Таблица 2 – Генетические дистанции и их ранги (в скобках) у разных популяций европейской и сибирской ряпушек

Виды	Число популяций	<i>C. albula</i>	<i>C. sardinella</i>
По Bodaly et al., 1991			
<i>C. albula</i>	9	0,029 (0,000–0,078)	
<i>C. sardinella</i>	3	0,061 (0,027–0,099)	0,16 (0,010–0,028)
Наши данные			
<i>C. albula</i>	8	0,023 (0,000–0,031)	
<i>C. sardinella</i>	4	0,065 (0,027–0,099)	0,014 (0,010–0,028)

Появление сибирских и байкальских обитателей озер и рек далеко на западе характерно для многих видов беспозвоночных и рыб Европы. В ряпушке оз. Куйто (Карелия, бассейн Белого моря) Е.А. Румянцев (1965, 2007) обнаружил нематоду *Philonema sibirica*, которая ранее считалась эндемиком Сибири. Кроме того в озерах Карелии, Прибалтики и Северо-Запада России и Западной Европы обитают моллюски (*Pisidium subtilestriatum*), олигохеты (*Tubificoides kessleri*, *Lamprodrilus isoporus*) и бокапловы (*Pallasiola quadrispinosa*), которые живут и в оз. Байкал (Александров, 1965; Жадин, 1952; Иоффе, 1948; Попченко,

1973, 1988; Segerstrale, 1957, 1962; Svetlov, 1963). По материалам Ferguon et al., (1978) ирландский сиг поллан должен быть отнесен не *C. lavaretus*, а к *C. autumnalis*, т.е. к омулям. Относительно муксуна существует две точки зрения: западнее р. Кары обитают многотычинковые сики (Решетников, 1980, 2002), но не муксуны. Правдин (1931), Берг (1948), Дрягин (1949), Никольский (1971) считали, что муксуны обитают в водоемах бассейнов Белого и Балтийского морей. Heinonen (1988) и Prunki (1986) определили многотычинкового сига озер Финляндии как муксуна. Правда относительно муксуна из оз. Сямозеро и других водоемов Карелии, Правдин (1966) изменил свое мнение и стал муксунов оз. Карелии считать многотычинковыми сиками *C. lavaretus*.

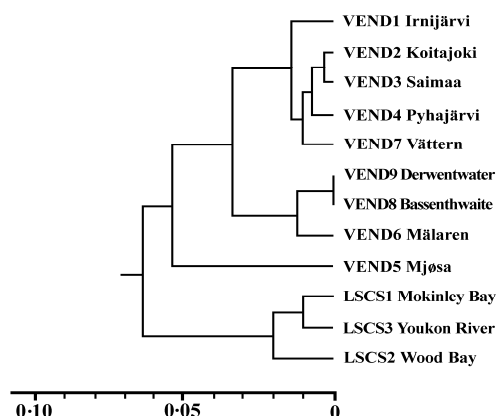


Рисунок 1 – Генетические дистанции по Нею между выборками из 12 популяций европейской и сибирской ряпушек Европы и Северной Америки/ VEN — европейская ряпушка, LSCS — сибирская ряпушка (по Bodaly et al., 1991).

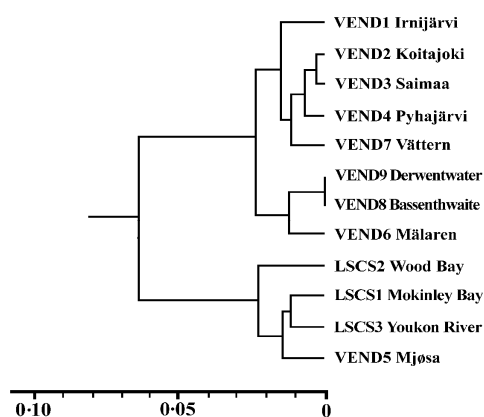


Рисунок 2 – Генетические дистанции по Нею между выборками из 12 популяций европейской и сибирской ряпушек Европы и Северной Америки VEN — европейская ряпушка, LSCS — сибирская ряпушка (по Bodaly et al., 1991; с изменениями)

Таким образом, сибирские и байкальские виды беспозвоночных и рыб проникли из Сибири далеко на Запад. Поэтому возможное нахождение сибирской ряпушки и в озерах Норвегии вполне вероятно.

Для окончательного определения статуса ряпушки озера Мьеса требуются дополнительные морфологические и генетические исследования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Александров Б.М. Двухстворчатые моллюски озер Карелии // Фауна озер Карелии. – М.-Л.: Наука, 1965. – С. 96-97.
- Берг Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. – М.-Л.: Наука, 1948. – Ч. 1. – 466 с.
- Дрягин П.А. Муксун – *Coregonus muksun* (Pallas) // Промысловые рыбы СССР. – М.: Пищепромиздат, 1949. – С. 267–269.
- Жадин В.И. Моллюски пресных вод СССР. – М.-Л.: Наука, 1952. – 376 с.
- Иоффе Ц.И. Донная фауна крупных озер балтийского бассейна и ее рыбохозяйственное значение // Изв. ВНИОРХ. – 1948. – Т. 26. – С. 89-144.
- Никольский Г.В. Частная ихтиология. – М.: «Высшая школа», 1971. – 471 с.
- Попченко В.И. Распространение реликтовой люмбрикулиды *Lamprodrilus isoporus* *Michaelsen* (*Oligochaeta*, *Lumbriculidae*) в водоемах Северо-Запада Европы // Сб. Природные ресурсы Карелии и пути их рационального использования. – Петрозаводск, 1973. – С. 101–103.
- Попченко В.И.. Водные малощетинковые черви Севера Европы. – Л.: Наука. 1988. – 287 с.
- Потапова О.И. Крупная ряпушка *Coregonus albula* L. – Л.: Наука, 1978. – 133с.
- Правдин И.Ф. Сиги озерной области СССР // Изв. их. ин-та. – 1931. – Т.12. – № 1. – С. 166-235.
- Правдин И.Ф. Есть ли в водоемах Европейского Севера сиг муксун? // Тр. Кар. отд. ГосНИОРХ. – Петрозаводск, 1966. – Т. 4. – Вып. 1. – С. 3-9.
- Решетников Ю.С. Экология и систематика сиговых рыб. – М.: Наука. 1980. – 301 с.
- Решетников Ю.С. *Coregonus muksun* (Pallas, 1814) – муксун // Атлас пресноводных рыб России. – М.: Наука, 2002. –Т. 1. – С. 145-147.
- Румянцев Е.А. Нахождение *Philonema sibirica* (Bauer 1946) у ряпушки озер Карелии // Зоологический журнал. – 1965. – № 44 (7). – С. 1081-1083.
- Румянцев Е.А. Паразиты рыб в озерах Европейского Севера. – Петрозаводск: ПГУ, 2007. – 252 с.
- Штуднюк Ю.В. Материалы по биологии озерно-речной и озерной форм сибирской ряпушки бассейна реки Анадырь // Биологические проблемы Севера. Современные проблемы сиговых рыб. Ч. II. – Владивосток: ДВО АН СССР, 1991. – С. 249-263.
- Aass P. Age determination and year-class fluctuations of cisco *Coregonus albula* L. in the Mjøsa hydroelectric reservoir, Norway // Inst. Freshwater Res. Drottningholm. Rep. – 1972. – № 52. – P. 5-22.
- Bodaly R.A., Vuorinen J., Ward R.D. et al. Genetic comparisons of New and Old World coregonid fishes // J. Fish. Biology. – 1991. – V. 38. – № 1. – P. 37-51.
- Ferguson A., Himberg K.-J., Svårdson I. Systematics of the Irish pollan (*Coregonus pollan* Thompson): an electrophoretic comparison with other Holarctic Coregoninae // J. Fish. Biol. – 1978. – Vol. 12. – № 3. – P.221-233.
- Heinonen M. Taxonomy and genetic kariaion of whitefish (*Coregonus spp*) in Laks Saimaa // Finnish Fish. Res. – 1988. – P. 39-47.
- Huitfelat-Kaas H. Mjøsens fisker og fiskeries // K. Norske Vidensk. Selsk. Skr. – 1917. – №2. – 257p.
- Naesje T.F., Jonsson B., Sandlund O.T. Drift of cisco and whitefish larvae in a Norwegian river // Transactions of the American Fisheries Society. – 1986. – №115. – P. 89–93.
- Nei M. Estimation of average heterozygoty and genetic distance from a small number of individuals // Genetics. – 1978. – V. 89. – P. 583-590.
- Priiuku V. Siikojen lajikysymus — nimistön jo luokittelun kirjavuntta // Suomen kalastuslehti. – 1986. – №1. – P. 21-24.

Sandlund O.T., Naesje T.F., Klyve L., Lindem T. The vertical distribution of fish species in Lake Mjøsa, Norway, as shown by gill-net catches and echo sounder // Inst. Freshwater Res. Drottningholm. Rep. – 1985. – № 62. – P. 136-149.

Sandlund O.T., Jonsson B., Naesje T.F., Aass P. Year-class fluctuations in vendace, *Coregonus albula* (Linnaeus): Who's got the upper hand in intraspecific competition // J. Fish. Biology. – 1991. – V. 38. – № 6. – P. 873-885.

Sejerstråle S. On immigration of the glacial relicts of Northern Europe, with remarks their prehistory // Soc. Scient Fennica. Comment. Biol. – 1957. – №16. – P. 1-117.

Sejerstråle S. The immigration and prehistory of the glacial relicts of Eurasia and North America. A survey and discussion of modern views // Int. Rev. Ges. Hydrobiol. – 1962. – №47 (10). – P. 1-25.

Svetov P. *Lampodrilus isoporus* (Mich.) aus den Ladoga — und Onega-See // Zool. Anz. – 1936. – Bd. 113. – № 3-4. – S. 87-93.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЗАПАСОВ СИГА-ПЫЖЬЯНА В ВОДОЁМАХ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ

Козьмин А.К.

Северный филиал ФГУП «Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича»

В реках и озерах европейского Северо-Востока России обитает подвид обыкновенного сига – сибирский сиг, *Coregonus lavaretus pidschian* (Gmelin, 1788). Область распространения его чрезвычайно велика. Он встречается во всех морях Северного ледовитого океана, омывающих Россию. В крупных озерах пыжьян образует нередко симпатрически обитающие экологические формы, занимающие разные экологические ниши и отличающиеся местообитанием, сроками и местами нереста, темпом роста и рядом пластических признаков. Так, в озерах Варшинской группы (бассейн р. Мезени) обитают две формы сига: мелкий «гагарник», нагуливающийся в прибрежной зоне, и крупный сиг «клещей», предпочитающий держаться в глубоких местах. Подобный тип экологической адаптации у сига нами обнаружен в оз. Мураканском, расположенном на Онежском полуострове, и в Хайнозере, находящемся близ г. Онеги.

На европейском Северо-Востоке России самая крупная популяция сига-пыжьяна обитает в бассейне р. Печоры, промышленный годовой вылов которого в 50-е годы прошлого столетия достигал 500 т. Ниже даётся краткая характеристика современного состояния запасов сига-пыжьяна в четырех главных реках Европейского Севера.

Река Печора. В 1972 г., в связи с резким ухудшением запасов сиговых рыб, на р. Печоре проведена реорганизация рыболовства, направленная на снижение вылова ценных рыб на местах их нагула и зимовки. Промышленный лов сиговых, в том числе и сига-пыжьяна, был разрешен только на рыбоучетном заборе (перекрытии), который устанавливался на Малой Печоре во время нерестового хода семги. Ожидаемой стабилизации запасов ценных рыб не произошло, в связи с этим в 1989 г. был запрещен концентрированный лов рыбы в дельте Печоры. Интенсивность промысла существенно снизилась, однако падение численности промыслового стада сига-пыжьяна продолжалось. Основными причинами такого положения дел явились резко ухудшившаяся к этому времени экологическая обстановка и практически неконтролируемый потребительский лов рыбы местным населением. В 1995-1996 гг. произошло обвальное сокращение числа производителей на нерестилищах в бассейне р. Усы, произошедшее в результате крупнейшей аварии на нефтепроводе в 1994 г.

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 Печоры, на основе чего было сделано заключение, что по истечении 8 лет наметилась некоторая стабилизация экологического состояния экосистемы. Река Печора до сих пор является важным рыбохозяйственным водоемом, где ведется промышленный лов рыбы. Если говорить в целом о современном состоянии водных и наземных систем водосбора Печоры, то загрязнение здесь не столь велико, чтобы бить тревогу и говорить, что Печора стоит на пороге экологической катастрофы (Даувальтер, 2005).

В 1997 г. в дельте Печоры был создан государственный природный заповедник «Ненецкий». Основной рыбохозяйственный водоём Коровинская губа, где проходит нагул и зимовки полупроходных рыб, фактически был исключен из рыбохозяйственного фонда, что повлекло за собой снижение коммерческого вылова рыбы. В то же время создались условия для нормального восстановления подрванных запасов сига-пыжьяна и других ценных рыб. В настоящее время возможный годовой вылов печорского сига оценивается в 40-50 т.

Река Северная Двина. По годовому стоку воды Северная Двина находится на третьем месте среди крупных европейских рек, уступая только Волге и Печоре. Этот водоток занимает краевое положение в ареале сига-пыжьяна, здесь же происходит перекрывание ареалов мало- и многотычинковых форм обыкновенного сига.

Северодвинский сиг относится к мелкой форме. Места нереста расположены в рр. Пинеге, Вычегде, Юге, Ваге и их притоках. Ход на нерест проходит осенью. После нереста сиг скатывается в дельту и на опресненные участки Двинской губы. Эти районы являются основными местами обитания сига, где он нагуливается до полового созревания и зимует.

Максимальные уловы северодвинского сига 50-70 т были зарегистрированы в 50-е годы прошлого века. С начала 90-х годов резко возросла интенсивность любительского рыболовства в дельте Северной Двины в зимний период. На местах зимовки началось массовое изъятие неполовозрелых сегов. Ситуация осложнилась таким образом, что любительский лов как по объёму, так и интенсивности рыбодобычи стал сопоставим с промышленным. В этой связи, возникла необходимость в ограничении и регламентации вылова сига рыбаками-любителями.

В настоящее время в бассейне Северной Двины специализированного лова сига нет, но он попадает в орудия лова в качестве прилова на всех видах промысла. Численность стада северодвинского сига находится на невысоком, но достаточно стабильном уровне. Суммарный годовой вылов его традиционно складывается из регулируемого любительского вылова в зимний период и прилова при ведении всех видов рыболовства. За последние 5 лет вылов северодвинского сига, по данным Севрыбвода, колеблется от 2 до 5 т. Примерно столько же его не попадает в промысловую статистику. Современный возможный допустимый годовой улов северодвинского сига оценивается в 10 т.

Река Онега. Сиг является ценной промысловой рыбой, представленной в онежской бассейне проходной и жилой формами. В крупных озерах, связанных посредством водотоков с Онегой, обитают небольшие популяции озерного сига, а на опресненных морских участках и в низовьях реки нагуливается проходной сиг. Для нереста он поднимается вверх по реке примерно на 150 км, где расположены основные нерестилища. Нерестовая миграция начинается во второй половине августа, нерестится он в конце сентября.

Промысел сига ведётся во время нерестовой миграции в нижнем течении Онеги. В 50-е годы уловы достигали 12 т, в настоящее время учтенный вылов не превышает 1,0 т. Одной из основных причин сокращения запасов сига является перелов и нарушение нерестилищ в среднем течении Онеги под влиянием молевого сплава древесины.

В крупных озерных системах бассейна Онеги таких как Кожозеро, Лекшмозеро, Кенозеро и др. сиг до сих пор имеет важную роль. В Кожозере, например, вылов сига в некоторые годы достигал 3 т. В озерах Воже и Лача, вследствие сильной эвтрофикации, этот вид рыбы малочисленный и не фиксируется даже в статистике вылова.

Река Мезень. По рыбохозяйственной ценности Мезень относится к водным объектам первой категории, поскольку здесь обитают ценные рыбы семга, нельма, ряпушка и сиг-

пыжьян. В 70-е годы прошлого столетия вместе с озерным рыболовством коммерческий вылов сига-пыжьяна в Мезени был в среднем 20 т. В последующие годы уловы постепенно снижались, с 2000 г. в статистике этот вид рыбы отсутствует. Причиной тому является плохая организация рыболовства и ухудшение природной среды. В период с 1956 по 1995 гг. в нижнем и среднем течении Мезени ежегодно проводились дноуглубительные работы с отвалом грунта в русло реки за границу судового хода. В результате этого места нагула и зимовки сига-пыжьяна были нарушены.

В качестве заключения можно сказать, что в водоёмах европейского Северо-Востока России в результате техногенного влияния произошло существенное снижение численности промысловых стад сига-пыжьяна. Для стабилизации запасов необходимо провести комплекс рыбоохранных мероприятий, включающих искусственное рыборазведение.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Даувальтер В.А. Загрязнение водных экосистем Печорского региона // Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов Европейского Севера : Материалы третьей (XXVI) Международной конференции. – Сыктывкар, 2005. – С. 24-38.

ДИНАМИКА КАЧЕСТВЕННОГО СОСТАВА ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ПЕЛЯДИ СЕВЕРНОЙ СОСЬВЫ

Мельниченко И.П.

*Учреждение РАН Институт экологии растений и животных УрО РАН
(ИЭРиЖ УрО РАН)*

В Обском бассейне обитает наиболее многочисленное стадо полупроходной пеляди. В бассейне Нижней Оби основные нерестилища сиговых рыб расположены в левобережных уральских притоках, среди которых ведущее положение в воспроизводстве пеляди принадлежит р. Северной Сосьве (Богданов, 2005; Экология рыб..., 2006).

Проведение 30-летнего мониторинга в бассейне Северной Сосьвы позволяет нам рассмотреть динамику качественного состава производителей и оценить состояние нерестового стада пеляди.

Сбор материала проводился в период нерестового хода в 1978-2008 гг. на Северной Сосьве и её притоках – на р. Ляпине (приток 1-ого порядка) и на р. Манье (приток 3-его порядка).

Отлов производителей проводили ставными сетями с ячейей от 40 до 60 мм и неводом. Биологический анализ проведен на свежем материале по общепринятым методикам (Чугунова, 1959; Правдин, 1966). Объем ежегодных выборок изменялся в пределах от 98 до 1020 экз. Всего обработано 16134 экз. рыб.

Основными показателями состояния нерестовой части популяции являются возрастной и размерный состав, возраст вступления в воспроизводство, соотношение полов.

Возрастной состав нерестового стада зависит от трех процессов: пополнения, роста и убыли. От соотношения этих процессов зависят изменения возрастной структуры как популяции в целом, так и её половозрелой части (Никольский, 1974).

Нерестовая часть стада пеляди в бассейне Северной Сосьвы может включать до девяти возрастных групп – от 2+ до 10+ лет. Доминирующими, как правило, являются рыбы 5+ - 6+ лет. Доля рыб в возрасте от 8+ до 10+ лет не превышает 10%. Но в отдельные годы, при участии в воспроизводстве рыб поколений высокой численности и щадящем режиме промысла, субдоминантами могут выступать восьмилетние рыбы, как в 1981 и 1989 гг., когда их доля составляла 26%.

Наибольшее влияние на возрастную структуру оказывает разница в численности отдельных поколений. У пеляди мощное поколение может оказаться сильнее слабого в 500

раз (Богданов, 1997). Такие колебания урожайности в первую очередь и определяют изменчивость возрастного состава нерестового стада.

Многочисленные генерации участвуют в нересте несколько лет и вносят значительный вклад в воспроизводство. Так, генерации 1982 и 1988 гг. ежегодно с возраста 4+ до 7+ лет составляли в возрастном составе производителей от 18 до 50%.

При вступлении в воспроизводство многочисленных поколений, наблюдается уменьшение среднего возраста производителей в нерестовых стадах. Рыбы урожайных генераций в возрасте 4+ лет могут составлять более 40% (1985, 2003 гг.). В бассейне Северной Сосьвы омоложение нерестового стада наблюдалось в 1983, 1985, 1992, 1998, 1993, 1999, 2003 гг. и в каждом случае было связано с вступлением в воспроизводство высокочисленного поколения.

В последние годы (2002, 2004, 2007 гг.) омоложение нерестового стада наблюдалось и при вступлении в воспроизводство малочисленных поколений. Такое явление обусловлено сильной промысловой нагрузкой, в результате которой происходит интенсивная убыль старших поколений, находящихся под прессом промысла несколько лет. Базируясь на вылове рыб половозрелого размера, промысел воздействует на всех рыб (при условии неводного лова), поэтому в текущем году не оказывает существенного влияния на возрастной состав. Но в случае чрезмерного изъятия рыб, нарушается соотношение впервые и повторно созревающих в последующем году, что также ведет к изменению возрастной структуры. Нерестовые стада следующих лет при интенсивном промысле формируются в основном за счет впервые созревающих особей. Так, в 2002 г. генерация невысокой численности 1998 г. рождения доминировала в нерестовом стаде (42%) несмотря на то, что начальная численность старших поколений была выше в 2-3 раза.

В настоящее время в бассейне Северной Сосьвы происходит омоложение возрастной структуры нерестового стада пеляди (рисунок 1). По сравнению с 80-ыми годами доля пятилетних рыб увеличилась, а семилетних уменьшилась на 10%.

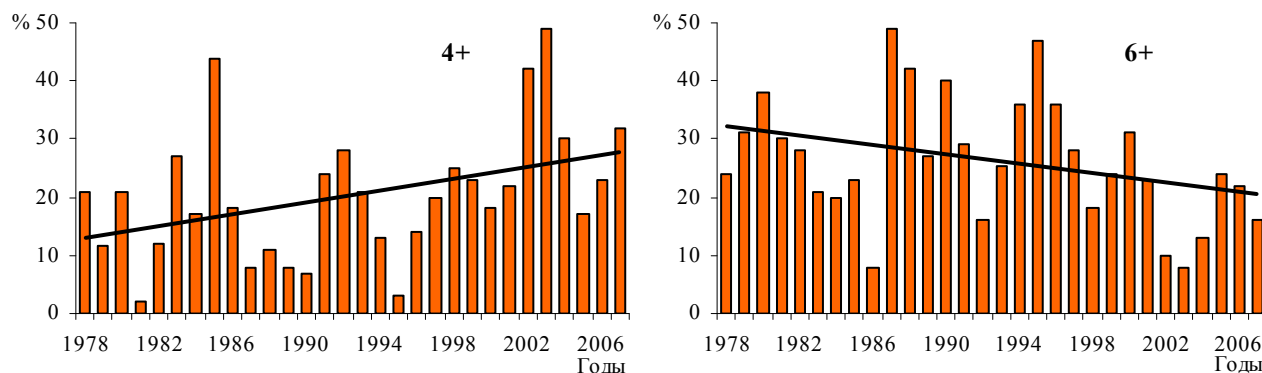


Рисунок 1 – Изменение доли рыб 4+ и 6+ лет в нерестовом стаде пеляди в бассейне Северной Сосьвы

Влияние мощных поколений на возрастную структуру сглаживается одновременным вступлением в воспроизводство рыб одной генерации, что зависит от роста рыб. Качественные показатели определяются длительностью нагула, зависящей от высоты стояния паводковых вод и продолжительности залития поймы. Сокращение нагульного периода влечет за собой замедление роста и полового созревания. Генерации пеляди, созревающие в многоводные годы, вносят значительный вклад в воспроизводство уже в возрасте 4+ лет, созревающие в годы средней водности и в первый многоводный год после маловодья – в 5+ лет, в маловодные годы – в 6+ лет. Например, рост рыб урожайной генерации 1986 г. рождения пришелся на длительный период маловодных лет. Основная их часть вступила в воспроизводство в шестилетнем возрасте, но ни одна возрастная группа этой генерации не была доминантой, несмотря на многочисленность при рождении.

В многоводные годы линейные приросты пеляди в 1,4 раза выше, чем в годы со средней водностью, и в 2,4 раза – чем в маловодные. В зависимости от гидрологических условий различия средних значений плодовитости как у одновозрастных рыб, так и у самок разного возраста, но сходного веса, могут достигать 50%. В среднем в годы с длительным периодом нагула индивидуальная абсолютная плодовитость выше, чем в маловодные годы в 1,2 раза в старшевозрастных группах и в 1,5 раза – у впервые созревающих рыб (таблица).

Таблица – Биологические показатели пеляди в бассейне Северной Сосьвы

Год	Возраст	3+	4+	5+	6+	7+	8+
2002 г. многоводный	Масса, г	423	478	572	713	824	1121
	Длина, см	31,7	33,0	34,7	36,8	38,1	41,0
	ИАП, тыс. шт.	-	36,1	46,6	61,5	90,1	-
2006 г. средневодный	Масса, г	374	395	449	548	628	707
	Длина, см	30,9	31,5	32,7	34,5	36,0	36,7
	ИАП, тыс. шт.	-	26,2	32,5	40,6	42,6	-
2005 г. маловодный	Масса, г	300	337	371	449	587	1010
	Длина, см	28,7	30,6	31,3	33,0	36,1	42,6
	ИАП, тыс. шт.	-	22,9	23,3	29,5	33,5	-

Количеством и качеством нерестящихся производителей определяется эффективность воспроизводства пеляди в бассейне Северной Сосьвы. О благополучном состоянии нерестилищ и нормальном состоянии среды свидетельствует то, что среди вылупившихся личинок сиговых рыб почти нет особей с явными аномальными внешними признаками и в весеннем дрифте очень мало мертвой икры. Количество прошедших на нерест рыб зависит от промысловой нагрузки. Так, многоводный период 1998-2002 гг. был благоприятен для роста численности рыб. Но этого не произошло только из-за чрезмерного промысла. В 2007 г. изъятие потенциальных производителей промыслом из-за высокого уровня и длительного стояния воды оказалось ниже обычного, и это способствовало проходу большего числа рыб на нерестилища. Такие уникальные гидрологические условия, как в 2007 г. в значительной мере способствуют пропуску производителей на нерестилища и в буквальном смысле спасают популяцию.

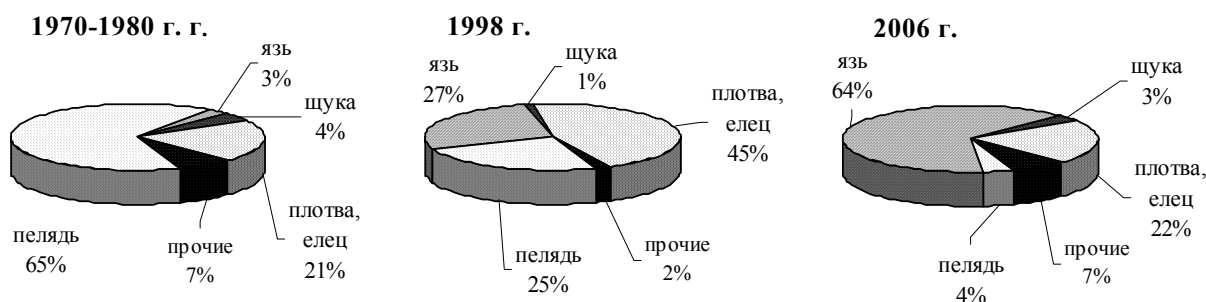


Рисунок 2 – Видовой состав рыб в промысловых уловах в бассейне С. Сосьвы

В настоящее время в Северной Сосьве, как и в реках Обского бассейна в целом, наблюдается устойчивое снижение численности генераций пеляди. Если в 70-х годах в промысловых уловах, проводимых в августе на Северной Сосьве, пелядь составляла 65 %, то в 2006 г. – только 4 % (рисунок 2).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Богданов В.Д. Экология молоди и воспроизводство сиговых рыб Нижней Оби: автореф. дис. ... докт. биол. наук. – М., 1997. – 38 с.
- Богданов В.Д. Состояние ихтиофауны Нижней Оби // Экологические исследования на Ямале: итоги и перспективы. – Салехард, 2005. – С. 40-49.
- Никольский Г.В. Теория динамики стада рыб. – М.: Пищевая промышленность, 1974. – 447 с.
- Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб – М.: Пищепромиздат, 1966. – 376 с.
- Чугунова Н. И. Руководство по изучению возраста и роста рыб – М.: Изд-во АН СССР, 1959. – 164 с.
- Экология рыб Обь-Иртышского бассейна / под ред. Д.С. Павлова, А.Д. Мочака. – М.: КМК, 2006. – 596 с.

ОПЫТ ОЦЕНКИ ЗДОРОВЬЯ СИГОВЫХ РЫБ ТАЗОВСКОЙ И ОБСКОЙ ГУБ ДВУМЯ ФЕНЕТИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

Пресняков А.В., Микодина Е.В., Макоедов А.Н.

ФГУП "Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии" (ФГУП "ВНИРО)

Морфологический облик рыб как видовой признак определён генотипом, однако под воздействием абиотических и биотических факторов среды (антропогенное загрязнение, высокая численность) не только он, но и строение внутренних органов могут изменяться от небольших отклонений (фенодевианты) до глубоких аномалий (тератогения). Фенетика гидробионтов (флуктуирующая асимметрия и фенодевианты семенников) среди ценных промысловых рыб наиболее детально исследована у лососеобразных (Бойко, 1999, 2002; Макоедов, 1999; Микодина, Пукова, 2002), в том числе у сиговых (Павлов и др., 1999; Решетников, 1988; Решетников, Попова, 1995). Увеличение доли фенодевиантов и аномалий тела, органов и гамет у сиговых (Савваитова и др., 1995; Савваитова и др., 1998) и других видов рыб (Решетников и др., 1999; Акимова и др., 2000) в загрязнённых водоемах является общепризнанным, в связи с чем эти показатели используются при ихтиотоксикологическом мониторинге (Соколовский, Сякина, 1997). Первую успешную попытку использования двух фенетических методов при изучении здоровья лососевых рыб рода *Oncorhynchus* предприняла И.А. Бойко (1999, 2002), однако до интегральной оценки полученных данных она не дошла.

Цель настоящей работы – оценка состояния здоровья сиговых рыб Тазовской и Обской губ Карского моря с использованием фенетических методов при фоновом исследовании водных экосистем в этих промысловых районах (Йогансен, 2006), некоторые участки которых предназначены для промышленной добычи газа.

Материал собран в сентябре 2009 г. на акваториях Тазовской и Обской губ на 4 станциях, приуроченных к нескольким географическим объектам. В Тазовской губе обследованы два участка: ст. № 1 – вблизи устья р. Чугорьяхи, впадающей в Тазовскую губу с севера в районе с координатами 69°07' с.ш. – 74°72' в.д. и ст. № 2 – устье р. Проточной, впадающей в губу с юга (68°89' с.ш., 75°31' в.д.). В Обской губе – также изучены 2 района: ст. № 3 – вблизи устья р. Нурмаяхи (68°72' с.ш., 73°13' в.д.), ст. № 4 – вблизи устья р. Ерьяхи (68°15' с.ш., 73°12' в.д.) (рисунок 1). Обследованные нами в Тазовской и Обской губах районы кардинально отличаются экологической ситуацией: в Тазовской губе осуществляются изыскательские работы, в частности разведочное бурение газа, в Обской – разведка завершена, но промышленная добыча газа пока не осуществляется. Это определило выбор и расположение станций. Две из них находятся в Тазовской губе ниже по течению от действующей самоподъёмной плавучей буровой установки (СПБУ) "AMAZONE" (69°03'

с.ш., 75°35' в.д.), две – в Обской губе: одна к западу от "Северо-Каменномысского" лицензионного участка (условно чистый район), другая – в границах лицензионного участка "Каменномысский-море". Объем исследованного материала приведен в таблице 1.

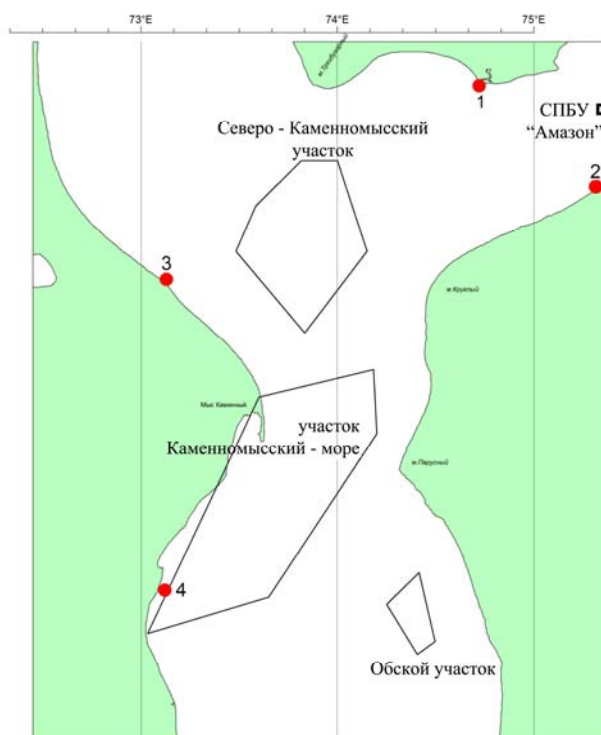


Рисунок 1 – Схема мест сбора материала, сентябрь 2009 г.

Всех выловленных сиговых рыб (308 экз.) подвергали визуальному осмотру, в процессе которого у них оценивали наличие и тип фенотипических ("ф") (Микодина, Пукова, 2002). У 15 представителей семейства сиговых (12 экз. пеляди, 2 экз. пыжьяна и 1 экз. чира) оценивали меристические (счетные) признаки 5-ти билатеральных структур. В их число входили: количество неветвистых и ветвистых лучей в грудных (P_{sin} et P_{dex}) и брюшных (V_{sin} et V_{dex}) плавниках, число жаберных тычинок на 1-й жаберной дуге ($sp. br_{sin}$ et $sp. br_{dex}$), число лучей в межжаберной перегородке (rb_{sin} et rb_{dex}), число чешуй в боковой линии (ll_{sin} et ll_{dex}). Расчёт коэффициентов флуктуирующей асимметрии (ФА) проводили в соответствии с рекомендациями В.М. Захарова с соавторами (2001).

Таблица 1 – Объем исследованного материала, экз.

Место лова: устье реки (№ станции)	Виды				
	Пыжьян	Чир	Ряпушка	Пелядь	Муксун
Чугорьяха (ст. 1)	118	6		4	8
Проточная (ст. 2)	2	1	-	1	-
Нурмаяха (ст. 3)	21	8	44	6	4
Ерьяха (ст. 4)	50	34	-	1	-
Всего	191	49	44	12	12

Встречаемость сиговых рыб в уловах. В Тазовской и Обской губах самой многочисленной таксономической группой рыб является семейство *Coregonidae*. Среди шести исследованных нами видов этого семейства в период исследований частота встречаемости сига-пыжьяна (*Coregonus lavaretus pidschian*) составляет 62% (191 экз.), чира

(*C. nasus*) – 15,9% (49 экз.), сибирской ряпушки (*C. sardinella*) – 14,3% (44 экз.), доли муксуна (*C. tuxus*) и пеляди (*C. peled*) составляют по 3,9% (по 12 экз.) соответственно.

Метод оценки стабильности развития (ФА). Предварительная оценка стабильности развития сиговых рыб (таблица 2) в районе исследования показала, что у чира показатель ФА наименьший, у пыжьяна – вдвое больше, у пеляди ФА в среднем самый высокий, хотя варьирует от 0,2 до 1,0.

Таблица 2 – Оценка стабильности развития сиговых Тазовской и Обской губ Карского моря по показателю флуктуирующей асимметрии (ФА)

№ особи	Меристические признаки					Показатель ФА	
	<i>sp. br.</i>	<i>Rb</i>	<i>P</i>	<i>V</i>	<i>Ll</i>	A	A/n*
	sin – dex	sin – dex	sin – dex	sin – dex	Sin – dex		
чир							
1	25 - 25	9 – 9	I 11 - I 11	I 15 - I 15	96 – 98	1	0.2
сиг-пыжьян							
2	30 - 30	8 – 8	III 13 - III 13	I 11 - III 10	78 – 86	2	0.4
3	22 - 22	9 – 7	II 14 - II 14	I 11 - I 11	80 – 82	2	0.4
пелядь							
4	54 - 54	8 – 8	IV 12 - III 13	II 10 - II 10	91 – 90	2	0.4
5	51 - 51	7 – 7	VI 10 - VI 10	IV 9 - III 9	76 – 76	1	0.2
6	55 - 56	9 – 9	III 11 - III 11	II 9 - II 10	88 – 89	3	0.6
7	55 - 51	8 – 7	IV 12 - IV 12	II 10 - I 10	83 – 83	3	0.6
8	54 - 52	8 – 7	III 13 - III 12	II 10 - III 10	82 – 86	5	1.0
9	50 - 51	5 – 8	III 13 - III 13	II 10 - II 10	92 – 91	3	0.6
10	53 - 52	8 – 9	III 13 - III 14	II 10 - III 9	87 – 88	5	1.0
Средняя частота асимметричного проявления на признак по пеляди					0,63±0,110		
Средняя частота асимметричного проявления на признак по семейству					0,5±0,10		

Примечание: sin (sinister) – слева, dex (dexter) – справа;

* A – число асимметричных признаков, n – число признаков

Сравнение полученных данных со стандартной 5-балльной шкалой оценки отклонений состояния организма от условной нормы по величине интегрального показателя стабильности развития для рыб (Захаров и др., 2001) показало (таблица 3), что состояние здоровья чира благоприятно, пыжьян испытывает сильное загрязнение, состояние здоровья пеляди и семейства в среднем соответствует критическому, которое наблюдают в крайне неблагоприятных условиях среды обитания.

Таблица 3 – Результаты оценки состояния здоровья сиговых рыб по величине интегрального показателя стабильности развития

Баллы	Стандартная величина показателя ФА (Захаров и др., 2001)	Состояние здоровья	Наши данные	
			Виды	Семейство <i>Coregonidae</i>
I	< 0,30	нормальное	0,2 (чир)	
II	0,30 – 0,34	неблагополучное		
III	0,35 – 0,39	среднее воздействие		
IV	0,40 – 0,44	сильное воздействие	0,4±0,00 (пыжьян)	
V	> 0,44	критическое	0,63±0,110 (пелядь)	0,5±0,10

Таким образом, водную среду в районе устья Нурмаяхи можно предполагать очень загрязнённой. Преимуществом метода ФА является возможность использования малых выборок – 10-30 (Захаров и др., 2001), чем мы и воспользовались в нашем исследовании. Учитывая малые объёмы выборок чира и пыжьяна, принадлежность пеляди периодически мигрирующему в губу к озёрно-речному виду, а также неучтённые нами направления течений в районах исследования, полученные результаты мы расцениваем как предварительные.

Тератогенный метод (фенодевианты гонад). Изучение всех 6-ти видов выловленных нами сиговых рыб показало, что только у одной особи из 15, а именно чира, обнаружены фенодевианты семенников (рисунок 2).



Рисунок 2 – Семенники чира III-IV стадии зрелости с 4-мя типами фенодевиантов

По нашей классификации (Микодина, Пукова, 2002), они не могли быть отнесены нами к какому-либо одному из описанных типов. В семенниках этого самца имеются 4 типа фенодевиантов: перехлест фрагмента "ф3", нахлест части гонады "ф8", фрагментация "ф17" и фестончатые края "ф18". Доля фенодевиантов семенников у чира составила всего 2,0%, а в пересчёте на все изученные виды семейства *Coregonidae* – всего 0,32%. Этот показатель, на наш взгляд, ничтожно мал и, в целом, свидетельствует об отсутствии воздействия загрязнителей на рыб и их хорошем состоянии здоровья в устье р. Проточной Тазовской губы, что подтверждается и показателем ФА.

Объединение всего 2-х фенетических показателей для оценки состояния здоровья рыб представляется нам, также как и комплексный метод ИНС по 12 показателям (Решетников и др., 1999), перспективным, но менее трудоёмким подходом. Показатель ФА позволяет уловить начальные, еще не видимые глазом, признаки нарушений, указывающие на дисбаланс процесса морфологической дифференцировки в раннем онтогенезе, не обеспечивший формирование свойственной рыбам билатеральной симметрии тела. Визуально различимые уродства (фенодевианты или аномалии) гонад предстают в качестве критериев второго эшелона и свидетельствуют об усилении реакции рыб на антропогенное воздействие, тем более что её результатом является снижение эффективности функционирования наиболее важной и наиболее защищённой системы организма – репродуктивной.

Полученный нами опыт свидетельствует о том, что показатель ФА и долю фенодевиантов можно использовать в качестве критериев-индикаторов при оценке воздействия на окружающую среду деятельности человека, так как они неспецифично увеличиваются при любых антропогенных воздействиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Акимова Н.А., Попова О.А., Решетников Ю.С. и др. Морфологическое состояние репродуктивной системы рыб в водоёмах Кольского полуострова // Вопросы ихтиологии. – 2000. – Т. 40. – № 2. – С. 282-285.

Бойко И.А. Результаты мониторинга флуктуирующей асимметрии, проводимого для оценки состояния естественных, смешанных и промышленных популяций кеты водоёмов Магаданской области в 1997-1998 гг. // Тез. докл. Рос.-амер. конф. по сохранению лососевых. Камчатка, 18-22 апреля, 1999. – С. 10.

Бойко И.А. Морфологические отклонения в строении внешних и внутренних органов у тихоокеанских лососей Тауйской группы рек // Экологическая физиология и биохимия рыб в аспекте продуктивности водоёмов. Тр. ВНИРО. – 2002. – Т. 141. – С. 167-175.

Захаров В.М., Чубинишвили А.Т., Баранов А.С. и др. Здоровье среды: методы и практика оценки в Москве. – М.: Центр экологической политики России, 2001. – 68 с.

Иоганзен Б.Г. Общая характеристика Обь-Иртышского бассейна // Экология рыб Обь-Иртышского бассейна. – М.: Т-во научных изданий КМК, 2006. – С. 6-22.

Макоедов А.Н. Кариология, биохимическая генетика и популяционная фенетика лососевидных рыб Сибири и Дальнего Востока. – М.: УМК Психология, 1999. – 291 с.

Микодина Е.В., Пукова Н.В. Методические рекомендации по изучению фенотипических признаков семенников у дальневосточных лососей. – М.: Экономика и информатика, 2002. – 93 с.

Павлов Д.С., Савваитова К.А., Груздева М.А. и др. Разнообразие рыб Таймыра: систематика, экология, структура видов как основа биоразнообразия в высоких широтах, современное состояние в условиях антропогенного воздействия. – М.: Наука, 1999. – 206 с.

Решетников Ю.С. Современный статус сиговых рыб и перспективы использования их запасов // Биология сиговых рыб. – М.: Наука, 1988. – С.5-17.

Решетников Ю.С., Попова О.А. Оценка состояния пресноводных экосистем по состоянию рыбной части сообщества // Проблемы экологии и рационального природопользования Северо-Запада России и Псковской области. – Псков: Изд-во Псковского гос. пед. ин-та, 1995. – С. 41-52.

Решетников Ю.С., Попова О.А., Кашулин Н.А. и др. Оценка благополучия рыбной части водного сообщества по результатам морфопатологического анализа рыб // Успехи современной биологии. – 1999. – Т. 119. – № 2. – С. 165-177.

Савваитова К.А., Чеботарева Ю.В., Пичугин М.Ю., Максимов С.В. Аномалии в строении рыб как показатели состояния природной среды // Вопросы ихтиологии. – 1995. – Т. 35. – № 2. – С. 182-188.

Савваитова К.А., Савоскул С.П., Чеботарева Ю.В. Нарушение гаметогенеза у самцов рыб в неблагоприятных экологических условиях Норило-Пясинских озёр Таймыра // Проблемы репродуктивной биологии в трудах профессора С. И. Кулаева и его последователей. – М.: изд-во МГУ, 1998 – С. 287-296.

Соколовский А.С., Ясина И.Г. Ихтиотоксикологический мониторинг в морском биосферном заповеднике в заливе Петра Великого // Тез. докл. Первого конгресса ихтиологов России. – Астрахань, 1997. – С. 392.

ПРОЛИФЕРАТИВНАЯ АКТИВНОСТЬ ГЕРМИНАТИВНЫХ СТЕЛОВЫХ КЛЕТОК В ЭМБРИОГЕНЕЗЕ СИГОВЫХ РЫБ

Селюков А.Г., Ефремова Е.В., Беспоместных Г.Н., Симонова А.В.
«Тюменский государственный университет» (ГОУ ВПО «ТюмГУ»)

Исследование происхождения линии клеток зародышевого пути – герминативных стеловых клеток – началось с работ M.Nussbaum'a на эмбрионах форели в 1880 г. Им было

отмечено экстрагонадное происхождение примордиальных половых клеток и их миграция в генитальные гребни. Первичные гоноциты от соматических клеток отличаются своей тотипотентностью (Айзенштадт, 1984; Wylie, 1999), начало которым дают бластомеры, попадающие при дроблении в зону зародышевой плазмы, детерминирующей развитие в герминативном направлении (Eddy, 1975; Bratt et al., 1999; Исаева, Реунов, 2001).

Гены, которые кодируют локализованные в герминальных гранулах молекулы, определяющие формирование линии половых клеток, эволюционно консервативны у различных Metazoa – от губок до млекопитающих (Matova, Cooley, 2001 и др.). Так, у рыб (данио-рерио, медака и др.) в составе герминальных гранул установлен продукт гена *vasa* или его гомологов: РНК-хеликаза – один из ключевых детерминантов линии половых клеток (Yoon et al., 1997; Bratt et al., 1999 и др.). Экспрессия гена *nanos* у медаки *Oryzias latipes* маркирует герминативную линию на стадии ранней гастролы (Kurokawa et al., 2006), а в детерминации линии зародышевых клеток еще на стадии 4-6 бластомеров у белого бычка *Leucopsarion petersii* (Gobiidae) принимают участие транскрипты гена *shiro-uo vasa* (Miyake et al., 2006).

Согласно последним данным (Терских и др., 2007, 2009), центральным аспектом биологии стволовых (и герминативных стволовых) клеток у Metazoa является асимметричное деление, при котором одна дочерняя клетка сохраняет свойства стволовой, освобождаясь от поврежденных молекул и органелл. Другая принимает этот «биологический мусор», покидает нишу и имеет сниженную пролиферативную активность, приобретая способность к дифференциации или погибает вследствие апоптоза.

Онтогенетически родственные тотипотентные эмбриональные, герминативные и региональные стволовые клетки относятся к популяциям резервных клеток, сохраняющих неограниченный морфогенетический потенциал (Donovan, 1998).

В раннем онтогенезе рыб у формирующихся клеток зародышевого пути преобразуется форма ядра: округлая↔полиморфная. При этом встречаются картины, напоминающие прямое деление (амитоз), а ядерный полиморфизм сопровождается не только кариотомией, но и цитотомией; полиморфия ядер первичных гоноцитов сохраняется на ранних стадиях развития уже дифференцированных половых клеток и в ряде случаев ведет к амитозу (Сакун, 1964). Считалось (Алов и др., 1969), что существуют разные виды амитоза: генеративный, реактивный и дегенеративный, из которых первый является завершающей стадией эндомитоза и часто заканчивается цитотомией; именно после генеративного амитоза, согласно авторам, возможно наступление митоза. Позже утверждалось противоположное мнение (Бродский, Урываева, 1981), в соответствии с которым амитоз как таковой отсутствует, а ядерные перетяжки – следствие неправильного митоза; возникновение многоядерности является результатом незавершенных митозов.

Проведенные исследования физиологической регенерации мезотелия париетальной брюшины показали, что при полном отсутствии митозов клетки, вступавшие в фазу синтеза ДНК, делились амитотически (Иванова, 1982). При этом в 96% клеток количество ДНК составляло 2C, материнские и дочерние клетки по ряду морфофункциональных показателей не различались, и после серии амитозов вступали в митоз. Проанализировав репродукцию клеток разных соматических линий, А.Л. Клишов (1984) предложил именовать *амитозом* особый вариант завершения *митотического цикла*, приводящий к дву- или многоядерным клеткам.

Как можно заметить, вид пролиферации (митоз-эндомитоз-амитоз) анализировался на соматических клетках, а проблема корреляции полиморфноядерности и амитозов первичных гоноцитов у рыб в последние десятилетия не исследовалась. Полиморфизм ядер объясняли изменением клеточного метаболизма (Персов, 1975 и др.), а появление амитозов у рыб из природных популяций и разводимых – ухудшением условий обитания (Акимова, Рубан, 1996 и др.).

Цель настоящей работы заключалась в изучении цитоморфологических преобразований первичных гоноцитов (герминативных стволовых клеток) в органогенезе эмбрионального периода сиговых рыб рода *Coregonus*.

Для гистологического анализа в Сузгунском инкубационном цехе Абалакского рыбоводного завода (г. Тобольск) с февраля по апрель 2005 г. были зафиксированы эмбрионы пеляди, тугуна, сига-пыжьяна, чира и муксуна, общее число которых составило 191 экз., количество исследованных первичных гоноцитов (ГСК) – 6902 (таблица).

У всех проанализированных видов первичные гоноциты характеризовались высокой количественной и морфологической вариабельностью: клетки с округлыми и полиморфными ядрами, одиночные, сгруппированные по 2-3 и более, одно-, дву- и многоядерные (рисунки 1-4).

Пелядь. Перед пигментацией глазных бокалов первичные гоноциты мигрировали в область герминативных гребней. Отмечались полиморфноядерные ГСК, доля которых существенно возрастала к началу пигментации глаз, и это предшествовало резкому повышению количества гоноцитов (таблица). К концу эмбриогенеза численность полиморфноядерных и сгруппированных клеток снижалась. Митозы гоноцитов у этого вида встречались чаще, чем у остальных сиговых.

Тугун. На этапе пигментации глаз число ГСК достигало своей максимальной величины, после чего до завершения эмбриогенеза устойчиво сокращалось (см. таблицу). Сходная динамика была отмечена для сгруппированных гоноцитов, напоминающих картины амитотической пролиферации (рисунок 1); их наибольшее число коррелировало с количеством ГСК, несмотря на сравнительно низкую долю полиморфноядерных клеток. К концу эмбриогенеза возрастали размеры гоноцитов и их ядер, сокращалось число ядрышек, ставших крупными и занимавших центральное положение. Митозы не отмечались совсем.

Сиг-пыжьян. К началу пигментации глаз первичные гоноциты локализовались в области герминативных гребней или вблизи них. На этом этапе показано наибольшее число сгруппированных ГСК (рисунок 2), и до конца эмбриогенеза значительного варьирования их количества, в отличие от пеляди и тугуна, не было выявлено (см. таблицу). Напротив, доля полиморфноядерных клеток снижалась, но оставалась более высокой, чем у остальных видов. Митозы отсутствовали или были единичны.

Чир. На 102 сутки после оплодотворения (9 февраля) первичные гоноциты у эмбрионов чира завершали миграцию. На этом этапе численность ГСК возрастала, но в дальнейшем снижалась и до конца эмбриогенеза не увеличивалась. Полиморфноядерные гоноциты вначале встречались чаще, в дальнейшем их динамика отличалась повышенной флуктуацией. Доля сгруппированных клеток перед пигментацией глаз была максимальной (рисунок 3), но в дальнейшем устойчиво снижалась. Общее число гоноцитов к концу эмбрионального периода снижалось незначительно (см. таблицу). Митозы были редки.

Муксун. Количество первичных гоноцитов, а среди них полиморфноядерных клеток, в течение органогенеза было наибольшим среди остальных сиговых (исключая тугуна на некоторых этапах развития), но по завершении эмбриогенеза несколько снижалось. Динамика численности сгруппированных клеток (рисунок 4), как очевидное следствие амитотической пролиферации, совпадала с этим изменением у сига-пыжьяна, но в отличие от него количество ГСК у муксуна ко времени вылупления снижалось (см. таблицу). Митозы встречались крайне редко.

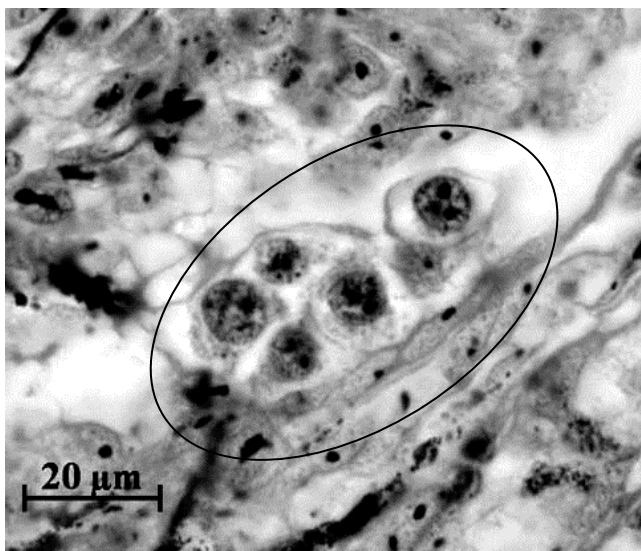


Рисунок 1 – Сгруппированные гоноциты у тугуна (выделенная область). 20 фев.-141 сут.

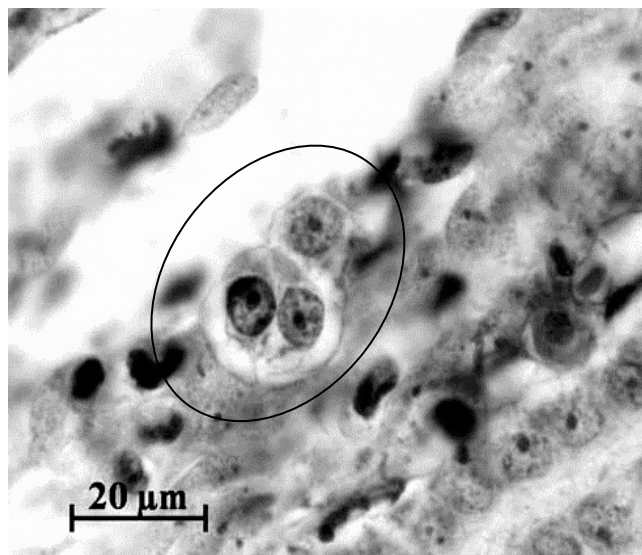


Рисунок 2 – Амитоз ГСК у сига-пыжьяна. 6 марта – 142 сут.

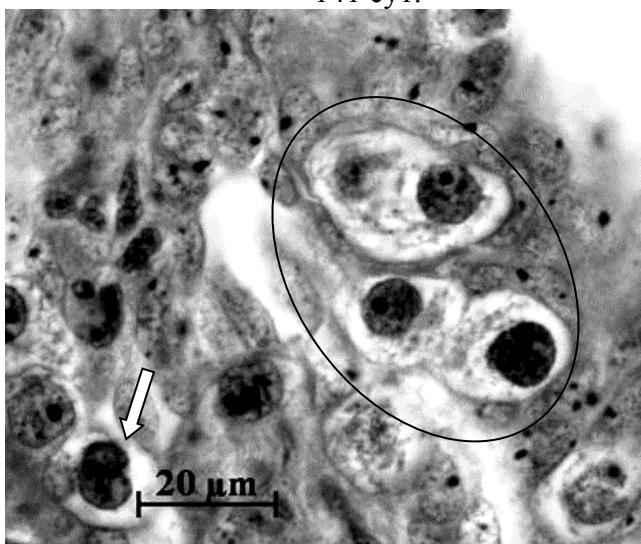


Рисунок 3 – Полиморфная ядерность (стрелка) и амитоз ГСК у чира. 20 фев.-113 сут.

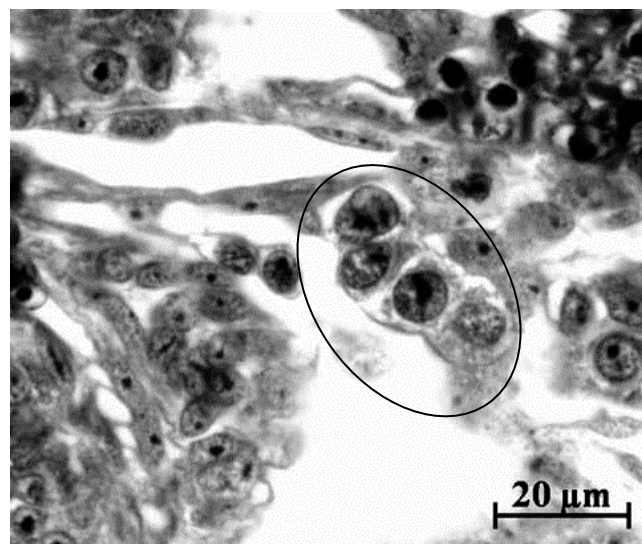


Рисунок 4 – ГСК у муксуна – потомки одного гоноцита. 22 марта – 136 сут.

Выделить общую тенденцию в динамике морфофункциональных показателей первичных гоноцитов у изученных видов не просто по причине высокой видоспецифичности, проявляющейся в их числе и темпе миграции, морфологии ядра, количестве ядрышек, объеме цитоплазматических включений. Однако можно с уверенностью констатировать, что объединяющим событием было проявление ядерного полиморфизма и специфической пролиферации, а равно – слабая флуктуация числа ГСК (пыжьян) или их снижение к концу эмбриогенеза при отсутствии следов дегенерации, несмотря на то, что количество гоноцитов в процессе деления должно возрастать. Так, в ГСК разных видов наблюдается увеличение цитоплазмы с фрагментирующимися ядрами, на последующих этапах пролиферации трансформирующимися в отдельно лежащие первичные гоноциты с их типичными характеристиками (Персов, 1975; Селюков, 1985 и др.). Полагаем, что при совмещении процессов миграции и пролиферации гоноцита нарушается его подготовка к митозу, и после репликации ДНК и вступления клетки в митотический цикл его завершающие фазы выпадают – т.н. полиплоидизирующий митоз (Бродский, Урываева, 1981).

Таблица – Морфодинамика первичных гоноцитов в эмбриогенезе сиговых рыб

Показатели		Виды	9 февраля	20 февраля	6 марта	22 марта	6 апреля
			$\overline{X} \pm S_{\overline{x}}$	$\overline{X} \pm S_{\overline{x}}$	$\overline{X} \pm S_{\overline{x}}$	$\overline{X} \pm S_{\overline{x}}$	$\overline{X} \pm S_{\overline{x}}$
Количество ГСК в 1 эмбрионе	Пелядь (эмбрионов)	25,0±5,3 (7 экз.)	26,0±3,7 (6 экз.)	45,3±4,5 (6 экз.)	30,4±4,6 (8 экз.)	32,8±4,7 (5 экз.)	
	Тугун (эмбрионов)	29,9±2,2 (8)	65,3±10,2 (8)	49,8±10,7 (5)	38,1±7,3 (9)	27,2±3,6 (6)	
	Пыжьян (эмбрионов)	33,4±5,1 (7)	26,6±5,0 (7)	29,4±4,8 (7)	24,5±5,0 (8)	33,0±4,5 (6)	
	Чир (эмбрионов)	34,3±3,9 (9)	38,1±8,5 (10)	28,8±5,0 (12)	31,3±8,5 (9)	28,7±8,2 (12)	
	Муксун (эмбрионов)	41±7,1 (7)	44,7±4,8 (7)	51,4±7,9 (7)	56,1±14,4 (7)	48,9±7,8 (8)	
Общее число изученных ГСК	Пелядь	175	156	272	243	197	
	Тугун	239	440	249	343	163	
	Пыжьян	234	186	206	196	198	
	Чир	309	381	346	282	344	
	Муксун	287	313	360	392	391	
Полиморфно- ядерные ГСК, %	Пелядь	23,2±5,5	32,8±2,2	11,8±2,2	5,3±1,9	3,4±1,2	
	Тугун	8,0±2,4	6,1±2,2	11,1±3,1	6,4±3,3	0,4±0,39	
	Пыжьян	26,7±60	15,5±3,7	8,4±2,5	4,5±2,0	8,2±1,8	
	Чир	18,0±3,6	14,5±4,4	2,5±1,2	10,6±4,2	3,4±1,5	
	Муксун	28,6±4,3	33,5±4,2	12,5±4,6	8,7±2,4	0,6	
Сгруппированные ГСК, %	по 2 клетки	Пелядь	3,7±2,1	3,3	0,7	3,4±1,7	3,6
		Тугун	17,6±45	20,8±3,7	13,5±4,9	9,0±2,0	9,6±3,6
		Пыжьян	14,8±4,5	9,6±3,1	10,3±3,6	9,7±3,2	10,7±2,6
		Чир	8,8±1,6	7,7±2,5	3,8±1,2	6,1±2,9	3,5±1,6
		Муксун	13,0±2,8	9,9±3,2	9,3±2,0	8,9±3,5	3,7±2,2
	по 3 клетки и более	Пелядь	3,6	0	2,1	0	1,1
		Тугун	5,5±2,2	21,6±4,5	2,3	0	1,7
		Пыжьян	3,7±1,8	4,1	6,4	3,8	1,3
		Чир	5,1±3,5	2,9±1,6	0,8	1,9	1,0
		Муксун	4,9±2,9	1,5	4,3±1,7	6,1±3,2	2,7±1,6

Несмотря на пролиферацию, общее число ГСК в течение органогенеза возрастало незначительно или снижалось, что может быть обусловлено переходом части гоноцитов в покоящееся состояние и приобретением внешнего сходства с клетками герминативного эпителия (Everett, 1945). Возможно, этим они сохраняют интактную матричную ДНК от ошибок репликации (Терских и др., 2007), становясь резервом герминативных стволовых клеток.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Айзенштадт Т.Б. Цитология оогенеза. – М.: Наука, 1984. – 247 с.
- Акимова Н.В., Рубан Г.И. Систематизация нарушений воспроизводства осетровых (Acipenseridae) при антропогенном воздействии // Вопросы ихтиологии. – 1996. – Т. 36. – №1. – С. 65-80.
- Алов И.А., Брауде А.И., Аспиз М.Е. Основы функциональной морфологии клетки. – М.: Медицина, 1969. – 402 с.
- Бродский В.Я., Урываева И.В. Клеточная полиплоидия. Пролиферация и дифференцировка. – М.: Наука, 1981. – 243 с.
- Иванова В.Ф. Дискуссионные аспекты проблемы амитоза // Арх. анат., гистол. и эмбриол. – 1982. – Т. LXXXIII. – № 18. – С. 81-87.
- Исаева В.В., Реунов А.А. Половая плазма и детерминация клеток половой линии: роль митохондрий // Биология моря. – 2001. – Т. 27. – № 4. – С. 231-237.
- Клишов А.Л. Гистогенез и регенерация тканей. – Л.: Медицина, 1984. – 232 с.
- Персов Г.М. Дифференцировка пола у рыб. – Л.: ЛГУ, 1975. – 148с.
- Сакун О.Ф. Амитоз половых клеток у рыб и условия его возникновения // Проблемы соврем. эмбриологии. – М.: МГУ, 1964. – С. 295-297.
- Селюков А.Г. Ранний гаметогенез пеляди *Coregonus peled* (Gmelin) // Вестник Ленингр. ун-та. Биология. – 1985. – № 17. – С. 26-32.
- Терских В.В., Васильев А.В., Воротеляк Е.А. Поляризация и асимметричное деление стволовых клеток // Цитология. – 2007. – Т. 49. – № 11. – С. 933-938.
- Терских В.В., Васильев А.В., Воротеляк Е.А. Самоподдержание стволовых клеток: роль асимметричного деления // Изв. РАН. Сер. биол. – 2009. – № 5. – С. 509-514.
- Bratt A.K., Speksnijder J.E., Zivkovic D. Germ line development in fishes // Int. J. Develop. Biol. – 1999. – Vol. 43. – P. 745-760.
- Donovan P.J. The germ cell – the mother of all stem cells // Int. J. Dev. Biol. – 1998. – Vol. 42. – P. 1043-1050.
- Eddy E.M. Germ plasm and the differentiation of the germ cell line // Int. Rev. Cytol. – 1975. – Vol. – P. 229-280.
- Everett N. The present status of the germ cell problem in vertebrates // Biol. Rev. Cambr. Phil. Soc. – 1945. – Vol. 20. – № 1. – P. 45-55.
- Kurokawa H., Aoki Y., Nakamura S., Ebe Y., Kobayashi D., Tanaka M. Time-lapse analysis reveals different modes of primordial germ cell migration in the medaka *Oryzias latipes* // Dev., Growth and Differ. – 2006. – Vol. 48. – № 3. – P. 209-221.
- Matova N., Cooley L. Comparative aspects of animal oogenesis // Develop. biol. Acad. Press. – 2001. – Vol. 16. – P. 1-30.
- Miyake A., Saito T., Kashiwagi T., Ano D., Yamamoto A., Suzuki T., Nakatsuji N., Nakatsuji T. Cloning and pattern of expression of the shiro-uo vasa gene during embryogenesis and its roles in PGC development // Int. J. Dev. Biol. – 2006. – Vol. 50. – № 7. – P. 619-625.
- Wylie C.C. Germ cells // Cell. – 1999. – Vol. 96. – P. 165-174.
- Yoon C., Kawakami K., Hopkins N. Zebrafish vasa homologue RNA is localized to the cleavage planes of 2- and 4-cell-stage embryos and is expressed in the primordial germ cells // Development. – 1997. – Vol. 124. – P. 3157-3165.

УСЛОВИЯ ОБИТАНИЯ И БИОЛОГИЯ МНОГОТЫЧИНКОВОГО СИГА ВЫГОЗЕРА (РЕСПУБЛИКА КАРЕЛИЯ)

Стерлигова О.П., Савосин Д.С., Ильмаст Н.В.
*Институт биологии Карельского научного центра РАН, Петрозаводск
(ИБ КарНЦ РАН)*

В условиях возрастающей антропогенной нагрузки возникает необходимость изучения современного состояния водных экосистем, включая рыбное население. Как известно, первыми на изменения в водных экосистемах реагируют сиговые рыбы, которые служат индикаторами их состояния (Решетников, 1980; Моисеенко, 1984; Болотова, Зуянова, 1994; Решетников, Лукин, 2008 и др.) и поэтому им уделено особое внимание.

Сиги по числу жаберных тычинок делятся на малотычинковые (18-25 ж.т.), среднетычинковые (26-40 ж.т.) и многотычинковые (41-65 ж.т.). В Карелии сиг отмечен в крупных по площади водоемах (Выгозеро, Пяозеро, Сегозеро, Топозеро), в средних (Сямозеро, Тулос, Лексозеро, Нюк, Верхнее Куйто, Маслозеро), и в небольших мелководных озерах (Кимасозеро, Тумасозеро) (Правдин, 1954; Озера Карелии, 1959; Титова, 1973; Первозванский, 1986; Стерлигова и др., 2002; Савосин и др., 2008). Многотычинковый сиг изучен недостаточно, за исключением крупных оз. Сямозера и Нюк, поэтому материалы по сигу Выгозера значительно дополняют сведения о его биологии.

Материал по сигу Выгозера был собран в 2007-2008 гг. Рыбу на анализ брали из промысловых уловов (мережи и ставники). Сбор и обработку проб проводили по общепринятой методике (Правдин, 1966) с учетом рекомендаций для сиговых рыб Ю.С. Решетникова (1980) и М.В. Мины (1981). Возраст определяли по чешуе. У всех выловленных сегов просчитывали число жаберных тычинок. Список видов рыб, название семейств, родов приводится по книге «Аннотированный каталог круглоротых и рыб континентальных вод России» (1998).

Выгозеро – один из крупнейших водоемов Карелии, относится к бассейну Белого моря (63,2 с.ш., 33,4 в.д.). В 1933 г. озеро было превращено в водохранилище и его площадь увеличилась с 550 до 1160 км² (Александров и др., 1959). Создание водохранилища привело к поднятию уровня воды на 7 м и вызвало затопление обширных территорий, содержащих болота и торфяники. Холодные талые воды с болот значительно снижают количество кислорода, влияют на термический режим озера и уменьшают цветность воды. Наибольшая длина озера 89,2 км, ширина 23,5 км, средняя глубина составляет 6,2 м, максимальная – 28 м. На глубины 0-4 м приходится 30% площади дна, на 0-7 м около 52% и свыше 7 м – 18%. На озере насчитывается 529 островов с общей площадью 126 км². В водоем впадает 25 притоков. Наиболее крупными являются рр. Верхний Выг (102 км), Сегежа (72 км) и Вожма (75 км) (Александров и др., 1959). Колебания уровня воды составляют 50-130 см.

Грунты озера очень разнообразны. Прибрежная зона содержит каменисто-песчаные и каменистые грунты. В северной части Выгозера встречаются железистые руды. Илы занимают около половины дна водоема (Кудерский, 1964). Возвышенные берега характерны для северной части озера, низкие – для его южных районов.

Анализ лимнологических показателей Выгозера 1960-х и 2000-х годов показал, что в водоеме произошли значительные изменения (таблица 1). Так, по сравнению с 60-ми годами увеличилась максимальная глубина, рН, содержание кислорода, содержание биогенов и биомасса зоопланктона, биомасса бентоса, уменьшилась перманганатная окисляемость (Озёра Карелии..., 1959; Мамаев, 1964; Гуляева, Рыжков, 1969).

Вероятно, что процесс восстановления и стабилизации водоёма происходит до настоящего времени. На экосистему озера существенно влияют стоки с города Сегежа и поселка Надвоицы, в котором функционируют крупные заводы – Сегежский целлюлозно-бумажный комбинат и Надвоицкий алюминиевый завод. Стоки от их производства содержащие фенолы, кетоны, альдегиды, тяжёлые металлы и газовые выбросы, в основном

фториды, диоксид серы, летучие S-органические соединения, оседают в водах Выгозера и расположенных рядом водоемах (Современное состояние водных объектов..., 1998). Поэтому данные участки озера практически не пригодны для жизни рыб. В составе зоопланктона Выгозера выявлено 44 вида ракообразных и коловраток. Биомасса зимнего зоопланктона варьировала от 0,01 до 0,3 г/м³, весеннего – от 0,58 до 1,8 г/м³, летнего – от 0,36 до 5,5 г/м³. В целом, по сравнению с 1970-ми годами количественные показатели зоопланктона в настоящее время увеличились в 1,5-2 раза, что способствует обитанию молоди и рыб – планктофагов (таблица 2).

Таблица 1 – Лимнологические показатели Выгозера

Показатели	1950-1960-е годы*	2000-е годы **
Водосборная площадь, км ²	19080	19080
Площадь вод. поверхности, км ²	1160	1160
Наибольшая длина, км	89,2	89,2
Наибольшая ширина, км	23,5	23,5
Средняя глубина, м	6,2	6,2
Максимальная глубина, м	18	28
Прозрачность, м	1,4 – 2,4	1,2 – 2,0
Цветность, град	-	45 – 50
pH	6,6 – 7,1	6,5 – 7,3
Содержание O ₂ , % насыщения	79 – 98	86 – 99
Перманганатная окисл., мгО/л,	12,2 – 16,9	6,6 – 12,0
Фосфор минер., мкг/л	-	4 – 36
Фосфор общий, мкг/л	-	17 – 76
Аммонийный азот, мг/л	-	0,05 – 5,1
Нитратный азот, мг/л	-	0,12 – 0,44
Азот органич., мг/л	-	2,8 – 3,4
Биомасса зоопланктона, г/м ³	0,08 – 0,68	0,3 – 4,2
Биомасса бентоса, г/м ²	0,2 – 3,8	2,8 – 9,0
Количество видов рыб	11	14

Примечание: * – Озера Карелии..., 1959;

** – Современное состояние..., 1998 и наши данные

Биомасса бентоса в 1950-60 гг. варьировала от 0,2 до 3,8 г/м² и в настоящее время от 2,8 до 9,0 г/м². По шкале трофности Выгозеро принадлежит к мезотрофному типу (Китаев, 2007). Высокие показатели биомассы зоопланктона и макрозообентоса в озере свидетельствуют о его значительной продуктивности.

В ихтиофауне озера до 1960 г. было выявлено 11 видов рыб. В 1967г. в Выгозере была обнаружена корюшка, которая проникла из Сегозерского водохранилища по р. Сегежа (Гуляева, 1967). В 2007 г. нами выявлены новые виды – уклейка и подкаменщик.

Ценным видом Выгозера является сиги, которые относятся к двум группам: озерно-речным и озерным. В каждой группе имеется несколько форм, различающихся по морфологическим и биологическим показателям (Правдин, 1954). Одна форма сига имеет 20-35, чаще 27-28 тычинок, обитает в литорали озера. Другая форма, слабо изученная, – многотычинковый сиг с числом жаберных тычинок 45-65, в среднем 55-56, чаще всего встречается в открытых плесах озера. Средний размер промыслового многотычинкового сига (ас) в Выгозере составляет 30 см (колебания от 24 до 37 см), масса – 336 г (колебания от 25 до 543 г). Темп роста этого сига Выгозера выше, чем у такого же сига Сямозера, Тумасозера и Нюкозера (таблица 3).

Таблица 2 – Ихтиофауна Выгозера в 1967 и 2007 гг.

Семейство/ виды	1967 г.*	2007 г.**
Семейство лососевые <i>Salmonidae</i>		
Атлантический лосось <i>Salmo salar</i> L.	+	+
Семейство сиговые <i>Coregonidae</i>		
Европейская ряпушка <i>Coregonus albula</i> (L.)	+	+
Обыкновенный сиг <i>Coregonus lavaretus</i> (L.)	+	+
Семейство Корюшковые <i>Osmeridae</i>		
Корюшка <i>Osmerus eperlanus</i> (L.)	+	+
Семейство Щуковые <i>Esocidae</i>		
Щука <i>Esox lucius</i> L.	+	+
Семейство карповые <i>Cyprinidae</i>		
Лещ <i>Abramis brama</i> (L.)	+	+
Уклейка <i>Alburnus alburnus</i> (L.)	-	+
Обыкновенный язь <i>Leuciscus idus</i> (L.)	+	+
Плотва <i>Rutilus rutilus</i> (L.)	+	+
Семейство Налимовые <i>Lotidae</i>		
Налим <i>Lota lota</i> (L.)	+	+
Семейство Окуневые <i>Percidae</i>		
Ерш <i>Gymnocephalus cernuus</i> (L.)	+	+
Окунь <i>Perca fluviatilis</i> L.	+	+
Судак <i>Stizostedion lucioperca</i> (L.)	+	+
Семейство Рогатковые <i>Cottidae</i>		
Обыкновенный подкаменщик <i>Cottus gobio</i> L.	-	+
Всего	12	14

Примечание: * – Озера Карелии, 1959;

** – наши данные

Сиг в озере созревает в возрасте 5+-6+, нерестится с конца октября по ноябрь и для него характерны пропуски нереста. Плодовитость колеблется от 20 до 62 тыс. икринок в возрасте от семи до девяти лет. По характеру питания многотычинковый сиг Выгозера является планктофагом. Основную его пищу составляют: босмины, лептодора, копеподы, и в летнее время он частично питается падающими в воду насекомыми.

Таблица 3 – Линейно-весовой рост многотычинкового сига *C. lavaretus* (L.)

Возраст, лет	Длина (ас), см				Масса, г			
	Сямо-зеро*	Выго-зеро**	Тумао-зеро**	Нюко-зеро***	Сямо-зеро	Выго-зеро	Тумасо-зеро	Нюко-зеро***
1+	16,0	-	-	13,6	50,0	-	-	25
2+	22,2	-	-	20,6	125	-	-	92
3+	24,0	-	-	24,9	190	-	-	168
4+	25,3	-	27,2	26,0	228	-	241	190
5+	27,0	31,4	30,0	28,0	275	467	316	250
6+	28,4	34,0	31,0	29,4	320	553	368	310
7+	30,0	36,0	33,6	30,3	335	743	451	336
8+	32,0	38,0	37,2	31,2	385	790	570	360
9+	35,0	38,1	-	33,8	425	930	-	543
10+	-	40,8	-	31,6	-	1020	-	380
11+	-	42,0	-	-	-	1285	-	-
N	880	70	75	235	880	70	75	235

Примечание: * – Стерлигова и др., 2002;

** – наши данные;

*** – Первозванский (1986)

Таким образом, в Выгозере существуют благоприятные условия для обитания сига. Анализ данных по биологии многотычинкового сига Выгозера показал, что он характеризуется быстрым темпом роста, поздним созреванием, высокой плодовитостью и планктонным питанием.

Работа выполнялась при финансовой поддержке проекта РФФИ № 07-04-00028, программ РАН «Биоразнообразие» и «Биоресурсы».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Александров Б. М., Макарова Е. Ф., Смирнов А.Ф. Выгозеро // Озёра Карелии. Справочник. – Петрозаводск: Гос. изд-во Карельской АССР, 1959. – С. 482-501.

Аннотированный каталог круглоротых и рыб континентальных вод России. – М.: Наука, 1998. – 220 с.

Болотова Н.Л., Зуянова О.В. Сиговые рыбы Вологодской области // Матер. V Всесоюзного совещания. Биология и биотехника разведения сиговых рыб. – СПб: ГосНИОРХ, 1994. – С. 24-28.

Гуляева А.М. О корюшке Выгозерского водохранилища // Изв. ГосНИОРХ. – 1967. – Т. 62. – С.164-169.

Гуляева А.М., Рыжков Л.П. К организации промысла на Выгозерском водохранилище // Тез. докл. XIII сессии уч. сов. по проблеме «Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоёмов Севера». – Петрозаводск: СевНИОРХ, 1969. – С. 126 – 128

Китаев С.П. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. – Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2007. – 395с.

Кудерский Л.А. Условия существования и перспективы расселения судака водоемов Карелии // Рыбное хозяйство Карелии. – 1964. – Вып. 8. – С. 154-209.

Мамаев В. М. Некоторые результаты экспериментального сетного лова и перспективе развития промысла на Выгозере // Рыбное хозяйство Карелии. – 1964. – Вып. 8. – С. 118 - 122.

Мина М.В. Задачи и методы изучения роста рыб в природных условиях // Современные проблемы ихтиологии. – М.: Наука, 1981. – С. 177-195

Моисеенко Т.И. Изменение физиологических показателей рыб как индикатор качества водной среды // Мониторинг природной среды Кольского Севера. – Апатиты: КНЦ РАН, 1984. – С. 51-57.

Озера Карелии. Природа, рыбы и рыбное хозяйство. – Петрозаводск: Гос. изд-во КАССР, 1959. – 618с.

Первозванский В.Я. Ихтиофауна озера Нюк // Биологические ресурсы водоемов бассейна р. Каменной. – Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1986. – С. 155-156.

Правдин И.Ф. Сиги водоемов Карело-Финской ССР. – М.-Л.: АН СССР. 1954. – 324с.

Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Наука, 1966. – 376с.

Решетников Ю.С. Экология и систематика сиговых рыб. – М.: Наука, – 1980. – 301с.

Решетников Ю.С., Лукин А.А. Сиговые рыбы // Биоресурсы Онежского озера. – Петрозаводск. КарНЦ РАН, 2008. – С. 121-137.

Савосин Д.С., Стерлигова О.П., Ильмаст Н.В. О выявлении многотычинкового сига *Coregonus lavaretus* (L.) в Тумасозере // Матер. рос. конф. «Водные и наземные экосистемы: проблемы и перспективы исследований». – Вологда: ВГПУ, 2008. – С. 362-364

Современное состояние водных объектов Республики Карелия по результатам мониторинга. – Петрозаводск: КНЦ РАН, 1998. – 188 с.

Стерлигова О.П., Павлов В.Н., Ильмаст Н.В., Павловский С.А., Комулайнен С.Ф., Кучко Я.А. Экосистема озера Сямозера (биологический режим и использование). – Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2002. – 119с.

Титова В.Ф. Многотычинковый сиг Сямозера. – Карелия: Петрозаводск, 1973. – 99с.

ДИАГНОСТИКА ВОЗРАСТА И РОСТА МОЛОДИ ПЕЛЯДИ (*COREGONUS PELED*, GMELIN, 1789) ПО СУТОЧНЫМ ПРИРОСТАМ САККУЛЯРНОГО ОТОЛИТА

Тягун М.Л.

*Лимнологический институт Сибирского Отделения Российской Академии Наук
(ЛИН СО РАН)*

Диагностика ежедневного состояния подращиваемой молоди промысловых рыб немаловажна для поиска оптимальных условий их содержания. Известно, что по приростам ткани отолита, которые на ранних стадиях онтогенеза закладываются ежесуточно, можно судить о качестве роста выращиваемых мальков. В подобных исследованиях выявлено влияние фотопериода, температуры, питания и качества воды на ежедневный рост подращиваемых особей. Кроме того, при подобных исследованиях появляется возможность судить о возрасте молоди с высокой точностью, что представляет большой интерес при дальнейшей оценке валидности определения возраста рыбы (Morales-Nin, 2000).

Для исследования динамики ежедневных приростов ткани отолита в первые месяцы жизни был выбран промысловый вид – пелядь (*C. peled*), «удобный» для проведения подобных работ благодаря своему интенсивному росту.

В анализе использованы саккулярные отолиты, изъятые у 29 экземпляров выращенной в заводских условиях молоди пеляди.

Исследование проведено на двух разновозрастных группах рыб: основной (I) и контрольной (II). Количество особей основной группы составляло 25 экземпляров, контрольной – 4. Ежесуточный возраст обеих групп был априори известен. Общая дата выклева – 18 апреля 2009 г. Дата гибели I группы – 19 июня 2009 г. Дата гибели II группы – 28 сентября 2009 г.

Спилы отолитов были приготовлены в соответствии с методическими рекомендациями (Miller, Simenstad, 1994). Препараты протравлены 5% раствором HCl, высушены и напылены тонким слоем золотой пыли. Цифровые изображения спилов были получены с использованием сканирующей электронной микроскопии (Philips SEM 525).

Работа с цифровыми изображениями была проведена в программном пакете Image Pro. Был проведён подсчёт и измерение периодических элементарных приростов. Измерение приростов на спилах I группы проводилось от ядра до ближайшей точки дорсального края. Измерения приростов на спилах II группы были смещены в ростральную зону из-за большей их отчётливости в этом секторе.

Отдельно были выполнены цифровые изображения центральной и краевой зоны отолита.

Полученные цифровые фотографии спилов демонстрировали непрерывающееся чередование концентрических приростов по всему полю спила, от центра до периферии (рисунок 1). Каждый элементарный прирост состоял из двух слоёв: широкого – светлого и узкого – тёмного. Зона ядра состояла из пяти округлых примордий (рисунок 2).

От ядра отолита до края отолита общее количество измеренных приростов составляло 63-67 (I группа) и 91-105 (II группа). В I группе отчётливо выражено два линейных участка: первый, содержащий 33-40 приростов, и второй, содержащий последующие приросты, вплоть до 63-67 (от начала счёта). Замечено, что на разных спилах в зоне 33-40 приростов и 67-78 приростов содержится прирост, содержащий сравнимо широкую тёмную зону, визуальную разделяющую оба линейных участка.

Во II группе к этим двум участкам добавился третий, приросты которого отождествить было достаточно сложно из-за их мелких размеров и высокой уплотнённости. Третий участок представлял собой визуальную обособленный массив из чрезвычайно мелких приростов, и принадлежал широкой концентрической полосе, примыкающей к краевой зоне.

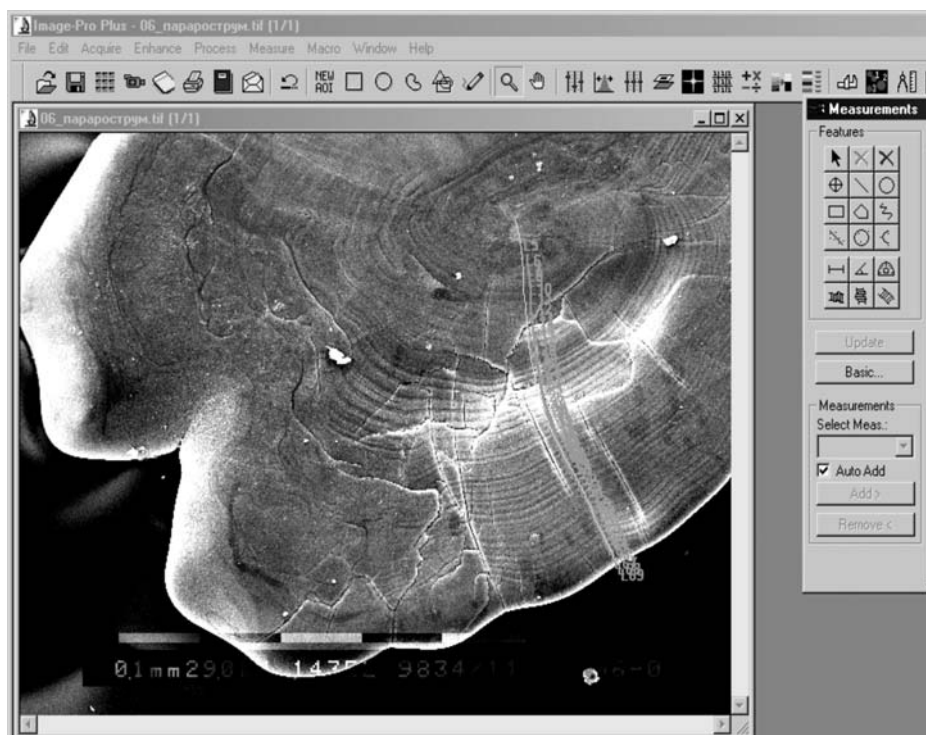


Рисунок 1 – Спил отолита двухмесячной пеляди (I группа)

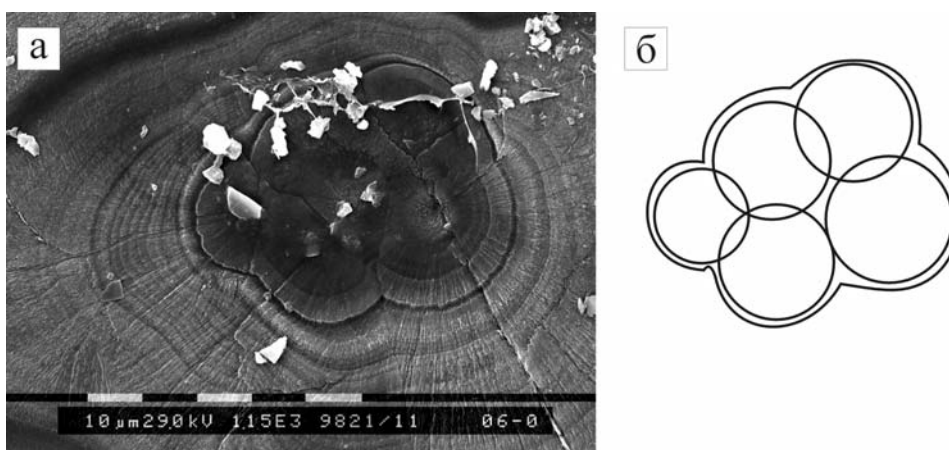


Рисунок 2 – Ядерная зона отолита пеляди: (а) – фрагмент фотографии ядерной зоны, (б) – схема примордий, составляющих ядро отолита

Линейная динамика изменения первых двух участков у обеих групп носит схожие черты: начиная с 7-9 прироста и вплоть до 28-30 размеры элементарных приростов сокращаются, а затем, с 33 и до 63-67 – постепенно увеличиваются (рисунок 3). Коэффициент корреляции средних величин элементарных приростов между первой и второй группой составил 0,78.

Очевидно, что отолиты обеих групп молоди пеляди содержат суточные приросты. Это подтверждается следующими фактами. Во-первых, размеры измеренных приростов лежат в диапазоне аналогичных приростов, установленных для других видов как суточные (Panella, 1971; Victor, Brothers, 1982; Morioka, Matsumoto, 2002 и др.). Во-вторых, известно, что суточный прирост составлен двумя слоями: минерализованной зоной прироста (светлый слой, образующийся днём) и разделяющей зоной, содержащей большое количество органического и белкового вещества (тёмный слой, образующийся ночью) (Morales-Nin, 2000). В-третьих, число приростов первого и второго линейных участков, заканчивающих своё формирование на 33-40 и 63-67 приростах, соответственно, значительно близко суточному времени жизни особей – тридцатидневному месячному циклу. Небольшие

несовпадения числа приростов отолита с количеством прожитых суток по литературным данным возможны (Кузнецова и др., 2004). Кроме того, первый и второй линейный участки разделены элементарным приростом, содержащим широкий тёмный слой. По литературным данным, в таком слое содержится высокое количество органической составляющей, благодаря чему он интенсивнее протравливается раствором кислоты и в ряде случаев выглядит на спиле не только тёмным, но и вогнутым относительно общей плоскости спила.

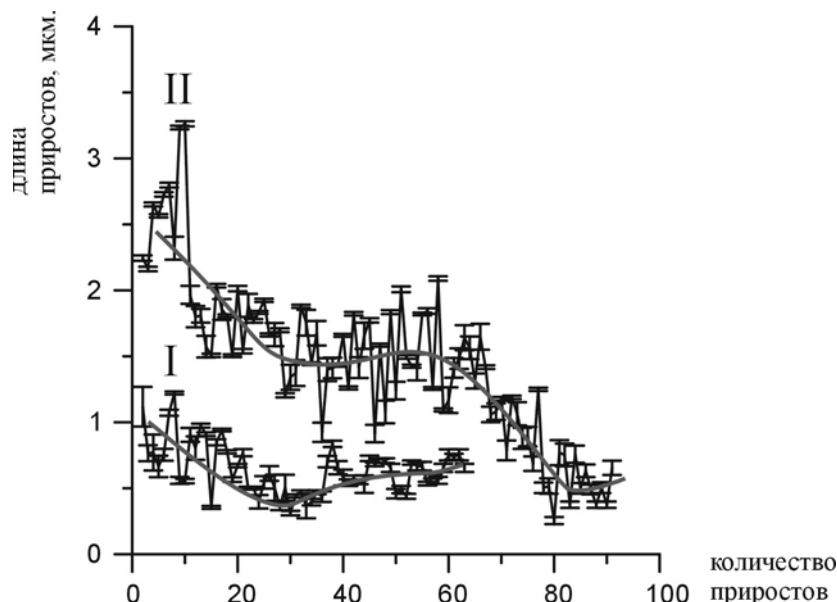


Рисунок 3 – Динамика линейных приростов на спиле отолита пеляди: I и II групп

Динамика приростов обеих групп, I и II, демонстрирует общую закономерность уменьшения размеров приростов к завершению первого месяца жизни и увеличения размеров приростов – ко второму. Этот факт подтверждает идентичность качества роста у обеих групп, не смотря на то, что измерения приростов II группы были проведены по другому радиусу. К сожалению, ничего нельзя сказать о третьем линейном участке II группы. Фактически его формирование происходило в течение третьего, четвёртого и пятого месяцев. Но в силу сильного уплотнения ткани отолита и смены частоты формирования элементарных приростов их отождествление и измерения затруднительны.

Опираясь на этот факт можно констатировать, что ежедневные приросты на отолите пеляди формируются в течение первых двух месяцев, до 63-67 прироста. Именно этот период благоприятен для проведения экспериментов по поиску благоприятных условий выращивания молоди.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Кузнецова Е.Н., Кузнецов В.В., Долгих М.Г., Френкель С.Э. Современное состояние исследований микроструктуры отолитов рыб – М.: Изд-во ВНИРО, 2004. – 124 с.

Miller J.A., Simenstad C.A. Otolith microstructure preparation, analysis, and interpretation: procedures for a potential habitat assessment methodology – Vicksburg: U. S. Army corps of engineers waterways experiment station, 1994. – 32 p.

Morales-Nin B. Review of the growth regulation processes of otolith daily increment formation. // Fis. Res. – 2000. – Vol. 46. – P. 53-67.

Morioka S., Matsumoto S. Otolith features and utility of lapillos for daily increment analysis in *Opsaridium microcephalum* juveniles collected from Lake Malawi // Ichthyological research. – 2002. – Vol. 50. – P. 82-85.

Panella G. Fish otoliths: daily growth layers and periodical patterns // Science (Washington, D.C.). – 1971. – Vol. 173. – P. 1124-1126.

ОСОБЕННОСТИ РОСТА СИГА-ПЫЖЬЯНА *COREGONUS LAVARETUS PIDSCHIAN* НИЖНЕЙ ОБИ

Янкова Н.В.

ФГУП «Государственный научно-производственный центр рыбного хозяйства»
(ФГУП «Госрыбцентр»)

Сиг-пыжьян *Coregonus lavaretus pidschian* (Gmelin) является одним из наиболее холодолюбивых представителей сиговых Обского бассейна. Он поднимается на нерест по Оби до Березовского района и нерестится в бассейне р. Северной Сосьвы, ещё реже единичные экземпляры поднимаются до Нижневартовского района Тюменской области. Как и другие сики, он служит одним из традиционных объектов рыбного промысла. Уловы вида за последние четверть века изменялись в пределах 300-1000 т (рисунок 1).

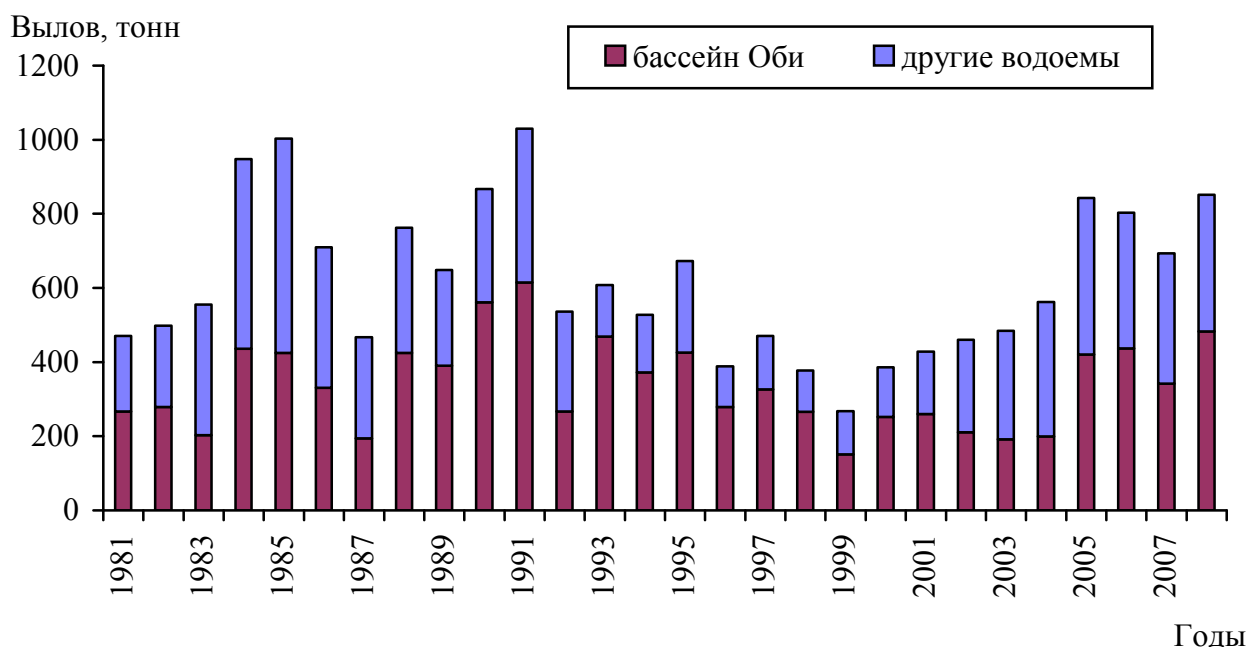


Рисунок 1 – Динамика вылова сига-пыжьяна в водоемах Тюменской области

Причиной увеличения уловов сига-пыжьяна в последние три года является не столько состояние его запасов, сколько изменение структуры и организации промысла. На фоне значительного снижения запасов крупных ценных промысловых сиговых рыб – муксуна, чира и отчасти нельмы, имеющих высокую потребительскую стоимость и рентабельность, промысел переориентируется на вылов менее ценной ихтиофауны, и, в частности, – сига-пыжьяна. Кроме того, в последние три года увеличились объемы переработки рыбы в ЯНАО, такие как заморозка и консервирование, что позволяет наращивать объемы добычи рыбы.

По местам нагула и нереста в водоемах Тюменской области четко разграничены два крупных стада – обское и тазовское. Кроме них имеются незначительные локальные группировки сига в Гыданской губе и в озерах Ямала, которые очень слабо осваиваются промыслом.

Соотношение уловов обского и тазовского стад непостоянно, на долю обского в различные годы приходилось от 45% до 80% от общего вылова, в последние четыре года эта величина составляет 50-57%.

В своем жизненном цикле сиг-пыжьян, как многие сиговые Обского бассейна, совершает ежегодные миграции. Основные нерестилища его расположены в относительно чистых горных уральских притоках Оби, таких как Собь, Войкар, Сыня. Нагул происходит в соровой системе Нижней Оби, а зимовка – в нерестовых реках и в Обской губе.

По результатам наших многолетних исследований, проводимых в августе в период нерестовой миграции на Горной Оби в районе пос. Унсельгорт в Шурышкарском районе ЯНАО, за последние пять лет в уловах стабильно преобладают самки, на их долю приходилось 54-65%.

На росте рыб обского бассейна очень сильно сказывается уровень водности, который, в свою очередь, определяет площадь кормовых участков и длительность нагула рыб. На примере сига-пыжьяна наглядно такое явление иллюстрирует рисунок 2.

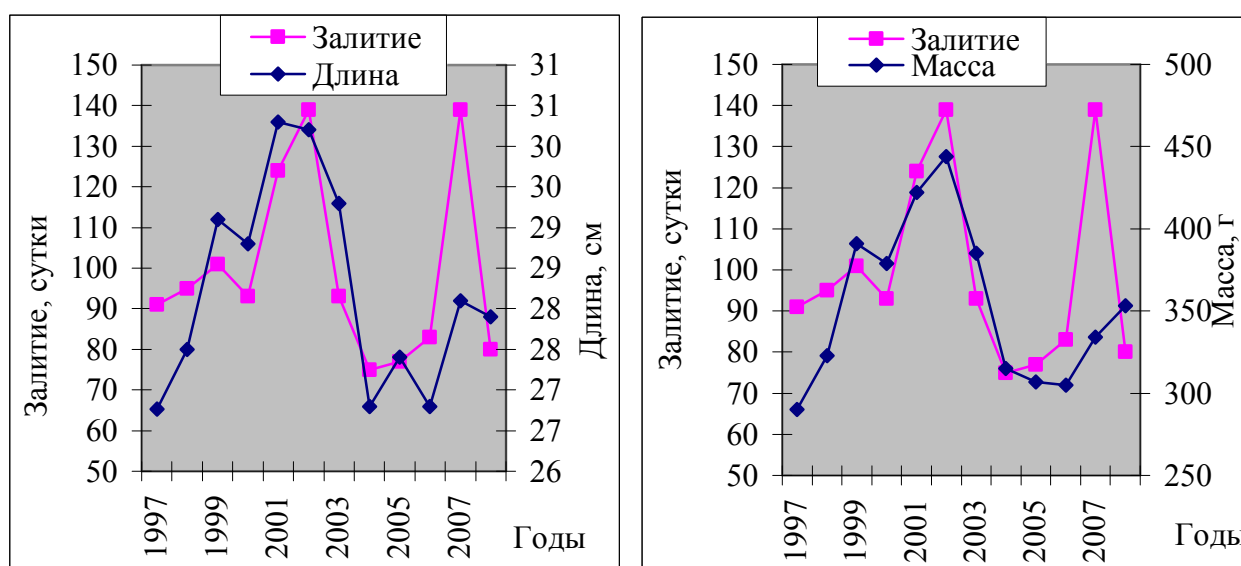


Рисунок 2 – Динамика средневзвешенных показателей длины и массы сига-пыжьяна в уловах плавных сетей ячеей 36 мм на Горной Оби и длительность залития поймы

Коэффициент корреляции показателей средневзвешенной длины и среднегодового уровня составляет 0,66 ($n=12$), а с длительностью залития поймы ещё выше – 0,67. Зависимость средневзвешенной биомассы и показателей водности несколько ниже – по 0,62.

В уловах 2008 г. длина рыб варьировала от 23,8 см до 36,8 см, а масса – от 206 г до 990 г. Как и в предшествующие годы, преобладающими размерными группами были рыбы промысловой длиной 25-28 см. При этом увеличилась доля относительно крупных рыб длиной 30-36 см. Тем не менее, в 2008 г. при увеличении среднего возраста рыб средневзвешенные показатели длины и массы сига-пыжьяна несколько уменьшились и составили 27,9 см и 353 г. Уменьшение средних размеров обусловлено неблагоприятными условиями нагула в 2008 г., а именно – низким уровнем водности в Обском бассейне.

Половой зрелости обской сиг-пыжьян достигает в возрасте пяти-семи лет при длине 23-27 см. При этом средняя длина и масса одновозрастных самок обычно превышала эти показатели самцов. Однако, в 2008 г. эта тенденция сохранялась только в молодых возрастных группах 4+-7+. В старшевозрастных группах девяти- и десятилеток относительно большую длину и массу имели самцы. Средние показатели длины и массы самок в 2008 г. были все же больше, чем у самцов. Они, соответственно, составили $28,5 \pm 0,2$ см при массе $379,3 \pm 10,0$ г у самок и $27,7 \pm 0,3$ см и $334,9 \pm 13,5$ г у самцов.

Промысловые уловы пыжьяна за последние три года представлены особями в возрасте от пяти до одиннадцати лет. Средний возраст рыб в уловах был минимальным в

2004-2006 гг., а в 2007-2008 гг. наблюдалось некоторое постарение промысловой части популяции. Основу уловов пыжьяна в маловодные 2004 г. и 2006 г. составляли рыбы возраста 4+-6+ с модальной группой 5+, но в последние два года основными группами стали 5+-7+ при доминировании 6+. Появились в уловах и рыбы десяти и одиннадцати лет, средний возраст увеличился до 6,0 и 6,2 соответственно. Такие изменения произошли вследствие естественных процессов в популяции в результате вступления в промысел относительно малочисленных поколений 2003-2004 гг. рождения.

Линейный рост сига-пыжьяна в 2008 г. хорошо описывается уравнением Берталанфи:

$$L(t) = 39,0 * \{1 - \exp\{-0,1187[t + 4,48]\}\},$$

где t – возраст, годов;

$L(t)$ – промысловая длина в возрасте t .

Естественно, изменяются в зависимости от динамики водности и размерно-весовые характеристики основных возрастных групп сига-пыжьяна. Как ранее отмечалось в работе Б.К. Москаленко (1971), масса шестилеток сига-пыжьяна из неводных уловов р. Сыни в многоводный 1948 г. превышала массу одногодок в маловодный 1953 г. на 111 г и соответствовала массе семилеток. Подобные результаты были получены и в наших исследованиях (таблица 1).

Анализ изменения массы сига-пыжьяна из уловов сетей с ячейе 36 мм показывает, что у наиболее репрезентативной возрастной группы – шестилеток, в многоводные 2002 г. и 2007 г. она составляла в среднем $304,9 \pm 9,2$ г против $286,5 \pm 7,3$ г в маловодные 2004 и 2008 гг.

Одновременно уменьшение размерно-весовых показателей массовых промысловых возрастных групп может быть следствием возросшей конкуренцией за пищевые ресурсы в условиях увеличения численности популяции.

Однако при анализе зависимости массы от длины выявлены не совсем типичные особенности двух последних лет, свидетельствующие, вероятно, о снижении численности сига-пыжьяна в Обском бассейне.

Уравнения зависимости массы от промысловой длины для двух последних лет имеют следующий вид:

$$W_{2007} = 0,0415 l^{2,6892}; R^2 = 0,87;$$

$$W_{2008} = 0,0065 l^{3,2647}; R^2 = 0,90,$$

где W – масса рыбы, г; l – промысловая длина, см.

Таблица 1 – Размеры сига-пыжьяна Обского бассейна в маловодные и многоводные годы

Река	Водность	Годы	Средние показатели	Возраст			
				4+	5+	6+	7+
Горная Обь	высокая	2002	Длина, см	27,6±0,3	28,7±0,2	29,9±0,2	31,2±0,3
			Масса, г	302,9±11,5	341,1±17,4	387,0±11,0	468,4±15,7
		2007	Длина, см	25,5±0,3	27,0±0,3	28,0±0,3	29,7±0,4
			Масса, г	241,1±9,3	298,3±10,7	323,3±15,0	395,2±15,0
		средняя	Длина, см	25,5±0,3	27,2±0,3	28,4±0,2	30,7±0,2
			Масса, г	242,9±8,1	304,9±9,2	345,3±7,3	475,8±12,2
	низкая	2004	Длина, см	25,0±0,3	26,0±0,3	28,6±0,3	30,0±0,3
			Масса, г	249,3±9,0	285,0±8,3	385,8±12,8	434,5±13,4
		2008	Длина, см	24,8±0,3	26,5±0,4	27,6±0,2	29,0±0,3
			Масса, г	232,3±4,2	290,4±15,0	338,8±10,5	401,2±16,5
		средняя	Длина, см	25,0±0,3	26,1±0,2	28,1±0,2	29,4±0,2
			Масса, г	246,5±7,6	286,5±7,3	360,7±8,4	412,6±11,8

Ухудшение условий нагула в маловодный год отражается в меньшей величине начальных групп нерестового стада – меньшей массе рыб при малой длине (23-27 см) и, соответственно, коэффициент уравнения в многоводный год почти на порядок больше

(0,0415 против 0,0065). Однако, относительно больший процент крупных рыб в выборке 2008 г. обусловил более высокий степенной коэффициент уравнения.

Абсолютные приросты массы были максимальными у сига-пыжьяна в Горной Оби в многоводном 2002 г. и существенно выше, чем в маловодный 2004 г. Но в последние два года, несмотря на маловодность 2008 г. приросты и удельная скорость роста были выше (таблица 2).

Таблица 2 – Абсолютные приросты массы (ΔW , г) и удельная скорость весового роста (C_w) разновозрастных особей обского сига-пыжьяна

Воз- раст	Р. Горная Обь											
	Маловодный 2008 г.						Многоводный 2007 г.		Маловодный 2004 г.		Многоводный 2002 г.	
	Самцы		Самки		Все рыбы		ΔW	C_w	ΔW	C_w	ΔW	C_w
	ΔW	C_w	ΔW	C_w	ΔW	C_w						
4-5	48	0,19	63	0,24	58	0,22	57	0,21	36	0,13	69	0,24
5-6	33	0,11	52	0,16	48	0,15	25	0,08	101	0,30	42	0,12
6-7	38	0,12	75	0,19	62	0,17	72	0,20	44	0,11	125	0,29
4-7	119	0,14	190	0,20	169	0,18	154	0,49	186	0,19	165	0,14

В младшевозрастных группах в маловодные годы чётко проявляется снижение как абсолютных приростов, так и удельной скорости роста. В старшевозрастных группах и в интервале 4+-7+, наоборот, наблюдается эффект кумулятивного накопления массы в предшествующие благоприятные годы. Так, в маловодные 2004 г. и 2008 г. и абсолютный прирост на этом интервале и удельная скорость роста были выше, чем в предшествовавшие им многоводные 2002 г. и 2007 г. за счет низкой массы возрастной группы 4+ (см. таблицу 1).

Темп роста самок и самцов существенно различается. Так, минимальный абсолютный прирост массы и минимальная удельная скорость весового роста отмечена в 2008 г. как у самок, так и самцов в интервале 5+-6+, то есть массовое созревание пыжьяна происходит в шестилетнем возрасте, вследствие этого интенсивность весового роста замедляется, так как основные энергетические запасы расходуются на генеративный, а не соматический рост. В следующих возрастных группах темп роста самцов увеличивается, так как созревание половых продуктов становится уже «привычным», а не стрессовым фактором.

Установленные различия темпа роста рыб можно понять, проанализировав особенности характера питания сигов в период нагула и нерестовой миграции.

Во время нерестового хода пыжьян не прекращает питаться, и в последние годы интенсивность питания была довольно высокой. Так, в 2002 г. степень наполнения желудочно-кишечного тракта, выраженная в баллах по визуальной четырехбалльной шкале от 0 до 3, составила в среднем 1,64, у самцов – 1,58, у самок – 1,71; за 2004 г. в среднем – 1,92, у самцов – 1,77, у самок – 2,05; тогда как за 2007 г. в среднем – 1,60, у самцов – 1,92, у самок – 1,54, за 2008 г. в среднем – 1,92, у самцов – 1,77, у самок – 2,05 (таблица 3).

То есть, в предшествующие годы более интенсивно питались самцы, а в 2008 г. совсем незначительно по наполнению кишечника самки превзошли самцов.

По визуальной жирности за 2002 г. средний показатель равен 1,62, у самцов – 1,83, у самок – 1,41; за 2004 г. – 1,99; 2,04 и 1,92, за 2007 г. – 1,67; 1,92 и 1,46; и за 2008 г., соответственно 2,13; 2,21 и 2,08. По первым двум годам коэффициент жирности у самок меньше, но в последние два года визуальная оценка жирности у самок была выше. Коэффициент упитанности, рассчитанный по общему весу рыб – по Фультону – наоборот, был меньше у самцов в 2002 г. и 2004 г., и значительно превосходил у самок в 2007-2008 гг. То есть, в период нерестового хода пыжьяна наблюдается обратная зависимость – при высокой визуальной жирности упитанность по Фультону низкая.

Таблица 3 – Средняя степень наполнения желудочно-кишечного тракта, жирности и упитанности отдельных групп сига-пыжьяна в 2006-2008 гг.

Пол	Годы	Наполнение	Жирность	Упитанность	
				К по Фультону	К по Кларк
Самцы	2002	1,71±0,08	1,41±0,06	1,61±0,02	1,38±0,02
	2004	2,05±0,06	1,92±0,08	1,61±0,02	1,43±0,01
	2007	1,67±0,08	1,92±0,09	1,46±0,02	1,32±0,01
	2008	2,40±0,09	2,21±0,08	1,52±0,02	1,35±0,02
Самки	2002	1,58±0,08	1,83±0,06	1,49±0,01	1,36±0,01
	2004	1,77±0,07	2,04±0,07	1,58±0,01	1,46±0,01
	2007	1,54±0,07	1,46±0,07	1,51±0,02	1,28±0,01
	2008	2,42±0,06	2,08±0,06	1,60±0,01	1,37±0,01
Все рыбы	2002	1,64±0,09	1,62±0,07	1,55±0,01	1,37±0,01
	2004	1,92±0,05	1,99±0,05	1,60±0,01	1,44±0,01
	2007	1,60±0,05	1,67±0,06	1,48±0,01	1,30±0,01
	2008	2,41±0,05	2,13±0,05	1,58±0,01	1,36±0,01

Таким образом, эффективность питания и такие её показатели как оценка жирности в баллах, а также коэффициенты упитанности по Фультону и по Кларк, у самок в период нерестовой миграции в большинстве анализируемых годов были ниже (см. таблицу 3). Как известно, у самок в преднерестовый период значительно выше энергетические затраты на формирование половых продуктов, поэтому жирность и упитанность меньше, чем у самцов.

В целом по популяции максимальные показатели как интенсивности, так и эффективности питания наблюдались в маловодные в 2004 г. и 2008 г. с коротким периодом сорового нагула. Такое явление можно объяснить накопленным потенциалом предыдущих лет с благоприятными длительными периодами залития соров. Явление замедленного проявления благоприятных факторов, таких как улучшение условий питания, отмечалось и другими исследователями (Поляков, 1975).

Кроме того, более высокие визуальные показатели жирности и высокие коэффициенты упитанности в 2004 г. и 2008 г. у всех рыб можно объяснить относительно поздним наступлением интенсивного созревания половых продуктов у рыб, тогда как именно на созревание затрачиваются основные жировые запасы.

В целом, рост сига-пыжьяна в бассейне Нижней Оби определяется условиями нагула, в наибольшей степени – длительностью залития пойменно-соровых участков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Москаленко Б. К. Сиговые рыбы Сибири. – М.: Пищевая промышленность, 1971. – 184 с.
- Поляков Г. Д. Экологические закономерности популяционной изменчивости рыб. – М.: Наука, 1975. – 159 с.

СОСТОЯНИЕ ЗАПАСОВ СИГОВЫХ РЫБ И ПРОМЫСЕЛ

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЗАПАСОВ И БИОЛОГИЯ НЕЛЬМЫ НОВОСИБИРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Визер А.М., Мазченко Э.Ю.

*Филиал ФГУП «Государственный научно-производственный центр рыбного хозяйства»
Западно-Сибирский научно-исследовательский институт водных биоресурсов и
аквакультуры (ЗапСибНИИВБАК)*

В середине 1950-х годов до строительства плотины Новосибирской ГЭС нельма была широко распространена по всей акватории Верхней Оби, включая, ее основные притоки, рр. Бию, Катунь, Чарыш и Чумыш. Плотина гидроузла отрезала в 1956 г. более 60% нерестилищ этого вида и изолировала от основного стада производителей, поднявшихся на нерест и молодь не успевшую скатиться в низовья, за счет которых в последующем на отчлененном участке сформировалось туводное стадо (Конева, 1969). Это локальное стадо поднималось для нереста в рр. Катунь, Бию, Ануй и Чарыш, а роль нагульного и зимовального водоема, по аналогии с Обской губой, выполняло Новосибирское водохранилище.

В первые два десятилетия после зарегулирования Оби нельма была повсеместно распространена на всем отрезке Оби выше водохранилища и в самом водохранилище, где ее уловы отражались промысловой статистикой до 1973 г. (Сецко, 1976). В этот период, сравнительно высокой и стабильной численности вида в верхней Оби, его экология и биология были довольно хорошо изучены. Исследованиями Л.А. Коневой (1969, 1972) было установлено, что нельма на этом участке характеризуется более высоким темпом роста, более ранним половым созреванием и коротким жизненным циклом в связи со снижением уровня пространственной разобщенности мест нереста, нагула и зимовки по сравнению с полупроходной нельмой из Средней Оби.

В последующие годы под влиянием браконьерского промысла и загрязнения нерестилищ на речном участке Верхней Оби сокращается ареал и снижается численность нельмы. В настоящее время помимо русла Оби нельма встречается лишь в нижнем течении Бии и Катунь и в среднем и нижнем течении Чарыша, а ежегодный прилов с начала 1990-х годов сократился до 1 экз. (Журавлев, 2003). Нерестилища достоверно сохранились лишь в Чарыше.

Снижается численность нельмы и в Новосибирском водохранилище, среднегодовой учетный прилов этого вида в летне-осенний период в активные орудия лова (тралы) со второй половины 1970-х годов сокращается с 17 экз. до 1-5 экз. в период 1980-2001 гг., причем залавливалась она не ежегодно.

Такое положение с запасами этого ценного вида послужило причиной внесения нельмы в Красные книги Республики Алтай (1996), Алтайского края (1998) и Новосибирской области (2008).

Однако нельма Верхней Оби показала высокую степень экологической устойчивости и приспособляемости к неблагоприятным воздействиям (факторам) окружающей среды и в начале 21 века в водохранилище наблюдается быстрый рост численности этого вида. Так уже осенью 2002 г. учетный прилов разновозрастной нельмы в активные орудия лова на мелководьях верхней зоны составил 18 экз. и в последующие годы продолжал увеличиваться. Максимальный прилов – 115 экз. отмечен в 2007 г.

Абсолютная численность нельмы по результатам учетных съемок только в верхней зоне Новосибирского водохранилища в 2007 г. составила 2873 экз. летом и 6157 экз. осенью, что в десятки раз выше абсолютной численности этого вида для всего водоема в 1980-1990 гг. (152-492 экз.). Необходимо отметить, что численность нельмы в водоеме несколько занижена, так как рассчитывается для акватории, облавливаемой донными и близнецовыми тралами, а она залавливается и в сетные орудия лова на участках, недоступных для тральщиков.

Увеличение численности популяции верхнеобской туводной нельмы вероятно связано со снижением интенсивности хозяйственной деятельности в бассейне Верхней Оби, а так же с подрывом запасов судака и увеличением численности мелкочастиковых видов в Новосибирском водохранилище (Ростовцев и др., 2006). В пелагиали водохранилища более многочисленный судак составляет конкуренцию в питании для всех возрастных групп нельмы, а ее молодь истребляется взрослыми особями судака. Поэтому сокращение уловов судака, которые отражают состояние его запасов, с 264 т в конце 1980-х годов до 72,3 т в 1993-1999 гг. и до 28,3 т в 2000-2004 гг. и снижение численности особей старших возрастов (таблица 1), несомненно, оказало положительное влияние на восстановление популяции нельмы.

Таблица 1 – Возрастной состав промыслового стада судака Новосибирского водохранилища, %

Годы	Возраст											Средн. возраст
	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+	11+	
2001	-	3,3	32,2	43,9	17,0	2,4	0,7	0,2	0,3	-	-	3,9
2002	-	9,6	41,7	35,9	10,4	2,2	0,2	-	-	-	-	3,5
2003	-	1,5	33,6	23,7	28,2	8,9	3,2	0,4	0,4	0,1	-	4,2
2004	16,6	28,9	29,5	13,3	8,5	2,3	0,5	0,4	-	-	-	2,8
2005	2,8	27,9	41,2	21,1	3,3	1,5	1,7	0,5	0,2	-	-	3,1
2007	7,0	40,3	34,0	12,5	3,8	2,1	0,1	-	-	0,1	0,1	2,7

С увеличением численности мелкочастиковой аборигенной ихтиофауны (таблица 2) улучшилась и кормовая обеспеченность нельмы.

Таблица 2 – Расчетная численность аборигенных рыб в Новосибирском водохранилище в разные годы, экз.

Годы	Виды рыб					
	Налим	Язь	Окунь	Карась	Плотва	Ерш
2001	14840	118686	24896	87412	0	0
2002	90586	60662	2783	46250	389	0
2003	94579	79583	64664	52329	125	0
2004	55435	60845	40898	5610	93277	372
2005	32180	33837	19176	2513	17941	887
2007	45688	41659	59144	1970298	168803	967
Примечание: расчет численности проведен для площадей доступных для облова активными орудиями лова.						

Экология нельмы не претерпела существенных изменений по сравнению с начальным периодом существования водохранилища, и основные её места обитания приурочены к верховьям водоема. Наиболее широко распространена нельма в водохранилище, вплоть до плотины ГЭС, в осенне-зимний период. В отдельные годы (1996, 1997) в этот период наблюдается даже единичный скат молоди нельмы через плотину. Весной большая часть нельмы перемещается из водохранилища в Верхнюю Обь. Вновь численность нельмы начинает увеличиваться в июле и наиболее часто она прилавливается перед ледоставом. Миграция нельмы в водохранилище в начальный период имеет кормовой характер и переходит в зимовальную миграцию с началом падения уровня воды на речном участке Верхней Оби. В открытый период район её обитания преимущественно ограничен верхней зоной и прилегающими участками средней зоны водохранилища. Основные места концентрации нельмы это заливы и протоки, где скапливается и молодь аборигенных видов рыб.

Как менее конкурентный и малочисленный хищник, по сравнению с судаком, нельма редка в русловой зоне и занимает экологическую нишу прибрежной сублиторали, где малочисленны другие хищники и лучше обеспеченность пищей.

В период минимальной численности нельмы в водохранилище весь учтенный прилов составляла преимущественно молодь в возрасте от 2 до 4 лет, с размерами тела 26-51 см и массой 180-1600 г. Лишь в годы с высокой летней водностью (1990, 1993 гг.) в водохранилище в августе, при проведении мальковых съемок, залавливались и сеголетки нельмы. Более ранняя молодь нельмы в водоеме не отмечена, хотя в русле Оби в 2007-2008 гг. зафиксирован её скат 4 и 20 мая.

Возобновление работ по изучению биологии верхнеобской нельмы, несмотря на увеличение численности, в настоящее время крайне затруднено, в связи с внесением её в Красные книги Алтайского края и Новосибирской области. Весь прилов нельмы при проведении ихтиологических съемок вне зависимости от её состояния выпускался в водоем. Поэтому удалось взять на биологический анализ лишь 20 экз. этого вида, из браконьерских сетей, выловленных при проведении тралового лова рыбодобывающими организациями Новосибирской области.

Проведенные исследования биологии нельмы и промеры выпускаемых рыб показали, что в настоящее время в водоеме преобладает молодь этого вида в возрасте от 3 до 4 лет, с размерами тела 39-44 см и массой 840-1350 г (таблица 3). По сравнению с предшествующими годами резко сократилась численность половозрелых особей в возрасте старше 4 лет.

В 2000-х годах у верхнеобской нельмы сохранился высокий темп роста, обусловленный более ранним наступлением половой зрелости, удлинением периода нагула и отсутствием конкурентов в питании, по сравнению с полупроходной нельмой из Оби (Конева, 1972, Журавлев, 2003). В тоже время у молоди, перешедшей на хищное питание, наблюдается снижение линейных и весовых приростов, связанное с пищевой конкуренцией с судаком и снижением численности молоди аборигенных мелкочастиковых рыб.

Таблица 3 – Размерно-весовая характеристика нельмы Верхней Оби

Показатели	Возраст						
	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+
Данные Л.А. Коневой (1972) за 1964-1971 гг.							
Длина, см	31,8	41,7	51,0	61,1	68,7	71,7	76,8
Масса, г	340	792	1376	2480	3247	4250	5006
Состав, %	11,7	13,2	14,2	12,2	20,8	17,9	10,0
Данные В.Б. Журавлева (2003) за 1979-1993 гг.							
Длина, см	29,6	47,4	55,8	63,8	69,0	75,3	77,0
Масса, г	203	1217	1951	2538	3500	3800	5800
Состав, %	11,1	19,7	30,9	13,6	9,9	13,1	1,7
Наши данные за 2007 г.							
Длина, см	26,0	40,2	42,3	-	63,0	-	-
Масса, г	260	945	1147	-	3400	-	-
Состав, %	5,0	30,0	60,0	-	5,0	-	-

Несмотря на превращение Новосибирского водохранилища в «лещовосудачий» водоем эти акклиматизанты в рационе нельмы до настоящего времени фактически отсутствуют. Спектр питания хищничающих рыб, как и в начальный период существования водохранилища, большей частью, состоит из двух видов: плотвы и окуня. В 2007 г. в желудках нельмы отмечена только плотва. Заметно изменился характер питания лишь у молоди в возрасте 1-2 лет, которая после акклиматизации в водохранилище дальневосточных мизид, перешла на питание этими ракообразными, тогда как ранее, среди потребляемых кормов преобладали организмы зообентоса (Визер, 2006).

Таким образом, нельма Верхней Оби показала высокие адаптивные способности не только к зарегулированию и изменению гидрологического режима, но и к коренной перестройке ихтиоценозов в местах ее обитания и в настоящее время проявляет тенденцию к росту численности популяции выше плотины ГЭС. Быстрый рост туводной нельмы, ее раннее половое созревание и большая пластичность дают основание прогнозировать сохранение этого ценного вида в ихтиофауне Верхней Оби и даже частичное восстановление прежнего ареала обитания, при условии строгой охраны мест нереста и молоди в Новосибирском водохранилище на местах её нагула и зимовки. Увеличение запасов туводной нельмы до уровня, позволяющего ограниченное хозяйственное использование, возможно лишь при проведении рыбоводных мероприятий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Визер А.М. Акклиматизация байкальских гаммарид и дальневосточных мизид в новосибирском водохранилище // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2006. – № 6. – С. 37-46.
- Журавлев В.Б. Рыбы бассейна Верхней Оби. – Барнаул: изд-во Алтайского ун-та, 2003. – С. 292
- Конева Л.А. К биологии нельмы в верхнем бьефе Новосибирской ГЭС // Рыбное хозяйство водоемов южной зоны Западной Сибири. – Новосибирск, 1969. – С. 30.
- Конева Л.А. К изучению сезонного распространения нельмы в Верхней Оби, выше плотины Новосибирской ГЭС. – Новосибирск: Наука, 1972. – С. 248.
- Красная книга Республики Алтай. – Новосибирск, 1996. – С. 336.
- Красная книга Алтайского края. Т. 2: Животные. – Барнаул, 1998. – С. 238.
- Красная книга Новосибирской области. – Новосибирск, 2008. – С. 115.
- Ростовцев А.А., Мазченко Э.Ю., Визер А.М., Трифонова О.В. О современном состоянии запасов судака Новосибирского водохранилища // Современное состояние рыбоводства Сибири. – Новосибирск, 2006. – С. 86.
- Сецко Р.И. Характеристика скоплений рыб на приплотинном участке нижнего бьефа плотины Новосибирской ГЭС // Биологический режим и рыбохозяйственное использование Новосибирского водохранилища. – Новосибирск, 1976. – С. 134.

СИГОВЫЕ РЫБЫ В БЕЛАРУСИ: ФАУНА, РАСПРОСТРАНЕНИЕ И СОСТОЯНИЕ ЗАПАСОВ

Костоусов В.Г.

РУП «Институт рыбного хозяйства»

РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству»

Фауна сиговых рыб в Беларуси в настоящее время представлена аборигенными (европейская ряпушка) и интродуцированными (озерный сиг, пелядь) видами. Устные сообщения о возможности захода балтийского проходного сига по системе рек Неман-Вилия не находят подтверждения и возможно вызваны этимологическими причинами (по р. Неман среди местного населения название «сиг» бытует для подуста (Жуков, 1958). В различное время предпринимались попытки рыбоводного освоения и акклиматизации других видов сигов (рипус, омуль, муксун), однако эффекта они не имели.

Европейская ряпушка – единственный аборигенный вид сигов, населяющий некоторые озера в регионе Белорусского Поозерья. В водоемах Беларуси обитает крупная форма ряпушки, близкая к крупной ряпушке озер Прибалтики, Польши и Карелии (Костоусов, 1999). По территории страны проходит южная граница естественного ареала вида, поэтому условия обитания и численность популяций подвержены изменениям.

Ряпушка населяет как относительно крупные, так и небольшие по площади средне- и глубоководные озера мезотрофного и эвтрофного типов, относящиеся к бассейнам рек Зап. Двина и Неман. По сводке П.Ф. Домрачева (1923), в бывшей Витебской губернии ряпушка ранее отмечалась в 42-х озерах, причем в 24-х она была обычной, в 13-и – редкой и в 5-и – многочисленной. Часть озер, населенных ряпушкой, расположенных в настоящее время на территории Беларуси, была по тогдашнему административному делению отнесена к бывшим Вилейской и Ковенской губерниям. Таким образом, даже с учетом последующего изменения границ, к началу 20-х годов XX века на территории современной Беларуси ряпушка встречалась примерно в 50-и озерах. По ряду причин ареал ряпушки сокращается. А.Л. Штейнфельд (1964) к началу 60-х годов указывала ряпушку только в 14-и водоемах страны. Эти же данные приведены и в монографии П.И. Жукова (1965). В настоящее время ряпушка нами отмечена в 22-и озерах, где сохранились условия для ее воспроизводства и нагула (таблица).

Попытка завоза и акклиматизации крупной карельской ряпушки была предпринята нами в 1982 г. Личинки ряпушки, полученные из Сязозерского питомника, были вселены совместно с пелядью в подготовленное химическим образом озеро в Витебской обл. Отловленными сеголетками и двухлетками на протяжении следующих лет было зарыблено два озера общей площадью 2,7 тыс. га. Несмотря на то, что ряпушка созрела уже в первый год выращивания и еще в течение трех лет использовалась для получения рыбоводной икры, по прошествии пяти лет после начала работ численность ее в водоеме вселения сошла к нулю.

Помимо ряпушки, в Беларуси в 50-е годы предпринимались неоднократные попытки акклиматизации ладожского рипуса (на 4 озерах). Несмотря на то, что кроме личинок использовали сеголетков и двухлетков, а кратность зарыбления достигала 2-6 раз, успеха они не имели (возможно, из-за несоответствия условий озер Беларуси требованиям этой формы ряпушки) (Костюченко, 1970).

Сиг. Первые попытки вселения сига в водоемы Беларуси относятся к 1925-1934 гг., когда икрой и личинками было зарыблено 53 озера. Практически все они оказались безрезультатными, за исключением оз. Лукомльское (3771 га, бассейн р. Зап. Двины), где сиг и попавшая с ним ряпушка, отмечались достаточно длительное время. Несмотря на созревание рыб в озере (в 1933 г. было собрано и проинкубировано 300 тыс. икринок) сиг промыслового значения не приобрел и к началу 40-х годов исчез из уловов (Штейнфельд, 1958). Работы по акклиматизации были возобновлены в послевоенный период, а в качестве объектов зарыбления использовали чудского и ладожского (лудога) сигов. В частности, с 1948 по 1966 гг. только в оз. Нарочь было осуществлено 11 посадок личинок (одноразовые плотности от 100 до 650 экз./га) и 9 посадок сеголетков обеих форм сига (одноразовые плотности от 2 до 21 экз./га), в оз. Лукомльское 7 посадок личинок (от 50 до 2600 экз./га) и 9 посадок сеголетков чудского сига (плотностью от 30 до 180 экз./га). Всего в озера Беларуси в этот период было посажено 51 млн экз. личинок и 4,5 млн экз. сеголетков сига. Переход от зарыбления икрой и личинками на сеголетков дал промысловый эффект на оз. Нарочь (бассейн р. Неман) и оз. Лукомльском (бассейн р. Зап. Двины), где сформировались устойчивые самовоспроизводящиеся популяции озерного сига. В оз. Лукомльском сиг и ранее акклиматизированная ряпушка встречались вплоть до конца 70-х годов, когда озеро было преобразовано в водоем-охладитель ГРЭС. Малочисленные популяции сига были сформированы и в других мезотрофных озерах, однако, отсутствие регулярных посадок не привело к натурализации вселенца. Таким образом к настоящему времени остался только один водоем, где отмечен сиг – оз. Нарочь. Анализ морфометрических данных нарочанского сига свидетельствует о его предположительно синтетическом происхождении за счет гибридизации двух исходных форм (Лещенко, 2001). Условия обитания в водоеме вселения способствовали ускорению темпа роста и увеличению плодовитости сига, но в тоже время сформировали внешний облик, более близкий к одной из исходных форм – чудскому сигу.

Пелядь. В Республике Беларусь рыбоводные работы с пелядью начали с 1957 г. Выращивание пеляди осуществляли в прудовых рыбоводных хозяйствах и в озерных питомниках. Данный вид выращивали как добавочный (пруды) или основной (озерные питомники) объект аквакультуры на основе молоди, полученной искусственным путем.

Зарыбление пелядью различных озер с целью ее акклиматизации широко практиковалось в 60-80-е годы, однако, должного эффекта не дало. Так с 1957 по 1971 гг. пелядью было зарыблено 13 озер, общей площадью 13,7 тыс. га, с 1979 по 1985 гг. – 9 озер общей площадью 7,0 тыс.га. В зарыблении озер использовали как личинок, так сеголетков и двухлетков пеляди. Естественный нерест пеляди наблюдали неоднократно, однако эффекта он не имел и без пополнения за счет зарыбления численность рыб в водоемах вселения быстро уменьшалась. Максимальная рыбопродукция по пеляди (150-240 кг/га при двухлетнем выращивании) получена из озер, обезрыбленных с помощью ихтиоцидов.

Факт самовоспроизводства пеляди в условиях естественного водоема описан для оз. Рудаково (см. таблицу) (Костюченко, 1970). В последующий период здесь неоднократно вылавливали особей сигов, отличных от обитающей местной ряпушки, а также сига, обитающего в расположенном вблизи оз. Нарочь. Есть основания считать, что мы имеем дело с пелядью, о которой упоминалось выше.

Состояние запасов. Условия обитания сигов на границе естественного ареала накладывают существенный отпечаток на состояние запасов и динамику численности популяций. Особенно это отмечается для короткоциклической ряпушки, численность которой в разные периоды времени может изменяться в десятки раз (Костоусов, 1999). Главной причиной флуктуации численности по нашему мнению выступает нестабильность условий воспроизводства, тогда как условия нагула и промысловая смертность имеют второстепенное значение. В основной массе озер ряпушка не создает большой численности, а ее популяции характеризуются как немногочисленные или малочисленные. Наибольшей численности ряпушка достигает в наиболее крупных водоемах мезотрофного типа, где до последнего времени существовал ее специальный промысел. В небольших мезотрофных, а также в эвтрофных озерах численность ряпушки невелика, а рыба отмечается, главным образом, в прилове других видов. Для озер с промысловой численностью популяции биомасса ряпушки колебалась в пределах 4,3-22,5 кг/га, промысловый запас – 3,6-19,6 кг/га.

В оз. Нарочь, где с начала 90-х годов отмечены процессы деэвтрофикации (олиготрофикации) и связанное с ними снижение трофического статуса (уменьшение значения биомасс фито- и зоопланктона, на фоне увеличения прозрачности воды до 7-10 м), условия нагула планктофагов существенно ухудшились, что привело к снижению численности ряпушки более чем в три раза (биомасса на начало 2000-х годов составила 1,6 кг/га, промысловый запас- около 1 кг/га).

С 2004 г. ряпушка внесена в Красную Книгу Беларуси (категория охраны IV), соответственно промысел ее прекращен, что затрудняет мониторинг состояния популяций в настоящее время.

Популяция сига оз. Нарочь характеризовалась динамикой, свойственной большинству акклиматизантов. За длительной фазой формирования популяции (60-80 гг.) последовала стадия максимальной численности вселенца (вторая половина 80-х и до середины 90-х годов). Популяция сига к этому времени достигла максимальных значений (биомасса – 11,2 кг/га, численность без учета сеголетков – около 200 экз./га).

Таблица – Перечень и характеристики озер, населенных сиговыми рыбами

Озеро	Бассейн Реки	Площадь, га	Глубина, м		Прозрач ность, м	Содержание насыщения		О ₂ , %	Трофический тип	Термический режим	Виды сиговых рыб	Относительная численность популяций
			макс.	средн.		поверх.	придон.					
Нарочь	Неман	7962	24,8	9,0	7,4	100,1	78,3		мезотрофное	мезотермное	ряпушка сиг	промысловая незначительная
Мядельское	Зап.Двина	1620	24,6	6,3	3,0	93,4	6,1		-/-	-/-	ряпушка	незначительная
Рудаково	-/-	24	28,6	11,3	5,3	92,6	50,4		-/-	гетеротермное	ряпушка пелядь(?)	незначительная малочисленная
Снуды	-/-	2200	16,5	4,9	6,6	110,1	27,1		-/-	мезотермное	ряпушка	промысловая
Струсто	-/-	1300	23,0	7,8	4,8	110,3	24,8		-/-	гетеротермное	ряпушка	промысловая
Дривяты	-/-	3614	12,0	6,1	2,4	124,3	32,6		эвтрофное	гомотермное	ряпушка	незначительная
Дрисвяты	-/-	4500	32,0	8,9	4,5	-	-		мезотрофное	гетеротермное	ряпушка	незначительная
Рыча	-/-	1284	51,9	10,2	4,9	109,2	35,6		-/-	-/-	ряпушка	незначительная
Волос	-/-	421	29,2	7,3	5,8	102,3	5,8		-/-	-/-	ряпушка	незначительная
Северный												
Волос Южный	-/-	121	40,4	12,5	8,3	103,3	54,7		-/-	-/-	ряпушка	незначительная
Болойсо	-/-	137	15,6	5,3	3,6	98,7	35,7		эвтрофное	-/-	ряпушка	незначительная
Войсо	-/-	231	9,1	4,4	2,0	95,8	64,6		эвтрофное	мезотермное	ряпушка	малочисленная
Лосвидо	-/-	1142	20,2	7,2	5,0	105,4	89,4		мезотрофное	-/-	ряпушка	незначительная
Котовское	-/-	56	22,9	8,6	2,7	110,0	22,3		-/-	гетеротермное	ряпушка	незначительная
Какисино	-/-	78	33,5	10,6	5,5	105,9	8,4		-/-	-/-	ряпушка	незначительная
Мугирино	-/-	147	26,2	5,6	4,5	99,9	48,3		-/-	-/-	ряпушка	незначительная
Липно	-/-	114	19,7	6,3	4,4	115,0	37,2		-/-	-/-	ряпушка	малочисленная
Кривое	-/-	450	31,5	9,6	6,0	99,4	63,7		мезотрофное	-/-	ряпушка	незначительная
Троща	-/-	51	38,2	12,4	4,7	104,2	46,4		-/-	-/-	ряпушка	незначительная
Ведето	-/-	461	12,2	4,5	2,5	91,0	52,8		эвтрофное	гомотермное	ряпушка	незначительная
Селява	-/-	1500	17,6	6,3	2,8	73,2	76,6		эвтрофное	гетеротермное	ряпушка	малочисленная

Вспышка численности наложилась на период начала процессов деэвтрофикации в экосистеме озера. Последняя повлекла за собой снижение общей биологической продуктивности водоема и, как следствие, его рыбопродуктивности примерно на 34% (Костоусов и др. 2000). Для сига это нашло отражение в ухудшении условий нагула молоди (снижение биомассы кормового зоопланктона при относительной стабильности биомассы зообентоса) и условий воспроизводства (зарастание части нерестилищ погруженными макрофитами вследствие увеличения прозрачности воды). Численность популяции сига на конец 1990-х – начало 2000-х годов составляла уже до 70 экз./га, биомасса – 3,9 кг/га. К настоящему времени можно говорить о тенденции дальнейшего снижения численности стада сига еще на порядок (при биомассе не более 0,25 кг/га).

Запасы пеляди в озерах поддерживались в основном за счет периодического зарыбления, что позволило получать ее годовые промысловые уловы в пределах 220-2400 кг. К началу-середине 90-х годов маточные стада пеляди в рыбхозах были утрачены, зарыбление озер прекратили и пелядь естественным образом выбыла из состава ихтиоценозов. Как исключение можно рассматривать Рудаково, в котором промысловой статистикой помимо ряпушки периодически учитывался и сиг неизвестного происхождения (последний случай в 1993 г. – 28 кг). Если учесть что последнее зарыбление пелядью этого водоема относится к 60-м годам, а вселение иных видов сигов в последующий период не проводили, резонно относить этот улов за счет самовоспроизводства пеляди. Исходя из площади водоема и его продукционных способностей (см. таблицу) численность популяции следует оценивать как низкую. К середине 90-х годов рыбный промысел на данном водоеме был прекращен (озеро вошло в территорию национального парка), поэтому подтвердить существование и оценить реальную численность популяции сейчас не представляется возможным. В настоящее время пелядь повторно завезена в два рыбоводных хозяйства, где предполагается формирование ее маточных стад.

Таким образом, достоверно установлено наличие популяций ряпушки в 22 озерах, сига – в одном озере. Наличие натурализованной популяции пеляди требует дополнительного уточнения и остается под вопросом. Запасы ряпушки в большинстве водоемов оцениваются как низкие (незначительные). Численность популяций подвержена значительным колебаниям, в основном вызываемыми абиотическими факторами. Запасы популяции сига в оз. Нарочь после вспышки численности пошли на убыль и следует ожидать их стабилизации на более низком уровне, обусловленном процессами деэвтрофикации озера.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Домрачев П.Ф. О распространении ряпушки и сетка в связи с рыбоводными перспективами озерного края // Русск. гидробиологический журнал. – 1923. – № 11 – С.5-7.

Жуков П.И. Рыбы Белоруссии. – Минск: Наука и техника, 1965 – С. 119-124.

Костоусов В.Г. Ряпушка европейская: экология и хозяйственное значение. – Минск: Георг, 1999 – 44с.

Костоусов В.Г., Копылова Т.В., Полякова Г.И., Оношко И.И. Состояние ихтиофауны оз. Нарочь в условиях изменяющегося антропогенного воздействия /В сб. «Озерные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды. Материалы международной научно-практич. конф., Минск-Нарочь, 20-25 сентября, 1999 г.». – Минск, 2000. – с.181-186.

Костюченко А.А. Акклиматизация рыб в водоемах Белоруссии // Вопросы рыбного хозяйства Белоруссии. – Минск, 1970. – Т. 8 – С. 147-180.

Лещенко А.В. Морфологическая характеристика и таксономический статус сига оз. Нарочь // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. – Минск, 2001. – Вып.17. – С. 251-257.

Штейнфельд А.Л. Запасы ряпушки в озерах БССР и перспективы их увеличения // Биологические основы рыбного хозяйства на внутренних водоемах Прибалтики. – Минск, 1964. – С. 49-55.

ПРОБЛЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ И РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРОМЫСЛА СИГОВЫХ ВИДОВ РЫБ В ОБЬ – ИРТЫШСКОМ БАССЕЙНЕ

Крохалевский В.Р.

*ФГУП «Государственный научно-производственный центр рыбного хозяйства»
(ФГУП «Госрыбцентр»)*

В настоящее время основной мерой управления промыслом сиговых рыб является определение общего допустимого улова (ОДУ), величина которого, в свою очередь, зависит от биомассы промыслового запаса и его биопродукционных характеристик. Далее, исходя из величины ОДУ, должна определяться допустимая промысловая нагрузка на эксплуатируемый запас (промысловая смертность, количество орудий лова, промысловое усилие). Причем величина ОДУ должна устанавливаться для каждого конкретного промыслового запаса. Таковы современные представления об управлении промыслом (Бабаян, 2000), и они ни у кого не вызывают серьезных нареканий. Однако после утверждения величины ОДУ возникает ряд проблем и неопределенностей, связанных с его освоением.

Прежде всего, утвержденная величина ОДУ разбивается на шесть видов квот, причем самая важная для регулирования промысла квота для осуществления промышленного рыболовства (КПР) устанавливается по остаточному принципу, как разность между величиной ОДУ и суммой пяти других квот вылова. Причем в последние годы проявилась явная тенденция уменьшения КПР за счет увеличения квоты для организации любительского рыболовства и квоты для коренных малочисленных народов севера. Так, например, в 2009 г. для водоемов ХМАО КПР по муксуну составила только 14,4% от ОДУ, а по нельме 36,5%. Таким образом, разработчики прогноза ОДУ в настоящее время практически отстранены от выработки режима промысла и определения оптимального промыслового усилия для освоения ОДУ, то есть от управления промыслом.

Вторая проблема заключается в том, что в последние годы постоянно возрастает число пользователей водными биологическими ресурсами, за счет образования общин, малых предприятий и индивидуальных предпринимателей. Так, например, до 2008 г. промысел муксуна на магистрали Оби на территории ЯНАО осуществляло 11-12 пользователей (рыбозаводы, совхозы, общины). В 2008 г. их количество возросло до 28, а в 2009 году разрешения на вылов муксуна получили 34 пользователя. В результате в 2009 г. отдельные пользователи имели квоты на вылов муксуна в количестве около 500 кг, что неизбежно привело к увеличению неучтенного вылова муксуна. Современное весовое лимитирование уловов муксуна разрушило хорошо зарекомендовавшую себя систему регулирования интенсивности промысла количеством орудий лова (Сечин, 2008). В результате промысел муксуна стал практически неуправляемым, а вылов муксуна на одну плавную бударку повсеместно сократился более чем в два раза (Крохалевский и др., 2008).

Следующая проблема в использовании запасов сиговых рыб связана с Постановлением Правительства РФ № 775 от 22.10.2008 г. «Об оформлении, выдаче, регистрации, приостановлении действия и аннулировании разрешений на добычу (вылов) водных биологических ресурсов, а также внесения в них изменений» согласно которого, в разрешении на вылов ВБР, для каждого рыбопромыслового участка должны указываться не только перечень орудий лова и сроки вылова, но и допустимый объем изъятия.

Исходя из этого, каждый пользователь ВБР, выделяемую ему квоту, еще до начала промысла должен распределить на 5-10 рыбопромысловых участков, а при ведении промысла в целях недопущения перелова, должен оперативно вносить изменения в выданное

ему разрешение. Эта процедура является весьма сложной, поэтому многие пользователи не могут полностью использовать выделенные им квоты. Еще более сложным и практически не решаемым является вопрос перераспределения квот вылова между пользователями в пределах одного субъекта федерации. В результате, промышленную квоту на вылов сиговых рыб полностью осваивает лишь незначительная часть пользователей (таблица 1).

Таблица 1 – Количество пользователей и освоение квот на вылов сиговых рыб на водоемах ЯНАО и ХМАО в 2008 и 2009 гг.

Показатели	ЯНАО		ХМАО	
	2008	2009	2008	2009
Количество пользователей, наделенных квотами (долями квот) на вылов сиговых видов рыб.	127	79	72	81
Количество рыбопромысловых участков, на которые выданы разрешения на вылов сиговых видов рыб	340*	368	288	293
Количество пользователей, освоивших квоты в полном объеме	26	11	25	32

Примечание: * – экспертная оценка

В результате из-за отсутствия возможности оперативного перераспределения квот вылова между рыбопромысловыми участками и отдельными пользователями ВБР, суммарный вылов сиговых также оказывается значительно ниже прогнозируемого (таблица 2). Это создает иллюзию недоиспользования запасов сиговых рыб, однако на самом деле нелегальный, нерегулируемый и не учитываемый промысел (ННН – промысел) значительно превосходит по величине не освоенную часть ОДУ. Именно поэтому при не освоении ОДУ, запасы муксуна, чира и нельмы продолжают снижаться.

Таблица 2 – ОДУ и фактический вылов сиговых рыб в Тюменской области, включая округа

Виды рыб	2006 г.			2007 г.			2008 г.		
	ОДУ	факт.	%	ОДУ	факт.	%	ОДУ	факт.	%
Сиговые:	8139,0	4858,1	59,7	9391,0	4545,2	48,4	6160,0	4636,1	75,3
нельма	175,0	87,7	50,1	180,0	64,9	36,1	127,0	114,9	90,5
муксун	577,0	481,7	83,5	627,0	415,8	66,3	455,0	409,3	90,0
пелядь	2225,0	1165,7	52,4	2500,0	992,1	39,7	1580,0	1534,1	97,1
ряпушка	3400,0	1677,7	49,3	3553,0	1728,2	48,6	2430,0	1195,0	49,2
чир	779,0	611,2	78,5	1115,0	592,4	53,1	510,0	442,3	86,7
сиг-пыжьян	940,0	802,9	85,4	1337,0	692,9	51,8	930,0	833,2	89,6
омуль	34,0	26,2	77,1	71,0	56	78,9	122,0	101,9	83,5
тугун	9,0	5	55,6	8,0	2,9	36,3	6,0	5,4	90,2

Крайне сложная ситуация возникла в результате реализации ст. 31 ФЗ № 160 «О рыболовстве и сохранении ВБР». В пункте 7 данной статьи записано, что промышленные квоты в пресноводных водных объектах распределяются органами исполнительной власти

субъектов РФ. Однако законодатель не установил, какие водные объекты следует относить к пресноводным. Исходя из положений «Водного кодекса» (ст.5), Обская и Тазовская губы были отнесены к морским водоемам и, следовательно, в вопросах организации промысла попадают под юрисдикцию федерального агентства по рыболовству. В результате единый промысловый запас чира Тазовского бассейна оказался искусственно разделен на две части. При промысле в реке Таз на него устанавливается ОДУ и управление промыслом осуществляет субъект федерации. В Тазовской губе в зимний период его промысел должен осуществляться по нормам морского (прибрежного) рыболовства, без утверждения величины ОДУ. Аналогичная ситуация сложилась и по другим сиговым рыбам бассейна Тазовской губы – пеляди и сигу-пыжьяну. Это противоречит всем общепринятым нормам управления запасами рыб, так как единый промысловый запас искусственно разделяется на две части, с разным режимом промысла. Поэтому, на наш взгляд в статью 7 ФЗ № 166 необходимо внести изменения, предоставляющие субъектам федерации право распределять между пользователями промышленные квоты по пресноводным биологическим ресурсам, перечень которых может быть утвержден ФАР. В противном случае, аналогичные проблемы с управляемыми запасами сиговых рыб, возникнут и по другим эстуариям России.

Таким образом, при осуществлении промысла сиговых рыб, существует ряд организационных и юридических проблем, которые не позволяют полно и рационально использовать их запасы и способствуют увеличению доли ННН – промысла.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бабаян В.К. Предосторожный подход к оценке общего допустимого улова (ОДУ): Анализ и рекомендации к применению. – М.: ВНИРО, 2000. – 192 с.

Крохалевский В.Р., Матковский А.К., Янкова Н.В. Проблемы управления промыслом и прогнозирование ОДУ сиговых рыб в Обь-Иртышском бассейне // Вторая международная научно-практическая конференция «Повышение эффективности использования водных биоресурсов»: Материалы конференции. – М. Изд-во ВНИРО, 2008. – С. 116-118.

Сечин Ю.Т. Управление биоресурсами внутренних водоемов Российской Федерации // Рыбное хозяйство. – 2008. – №1. – С.91-93.

ВЛИЯНИЕ ПРОМЫСЛА НА СИГОВ (*COREGONUS LAVARETUS* L.) ОНЕЖСКОГО ОЗЕРА

Лукин А.А.¹, Бабий А.А.²

¹Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН

²Северный научно-исследовательский институт рыбного хозяйства ПетрГУ

Использование биоресурсов является одним из видов антропогенного воздействия на природные системы, а браконьерский лов рыбы, в некоторых регионах, по степени воздействия на состояние запасов ценных промысловых видов превосходит влияние промышленного загрязнения. Рассматривая статистику современного промысла, следует отметить, что пресс нелегального лова является очень серьезным фактором, оказывающим значительное влияние на состояние всех без исключения (популяций) промысловых видов рыб. Судя по многочисленным данным отечественных и зарубежных исследователей неучтенный вылов может достигать 80-100% от вылова, регистрируемого официальной статистикой, но нередко бывает и значительно большим (Атлантический лосось, 1998).

С нашей точки зрения в настоящее время в Онежском озере обитает два вида сиговых рыб: европейская ряпушка *Coregonus albula* и сиг *C. lavaretus*. Все формы сига в Онежском озере могут быть разделены на 3 группы: малотычинковые, среднетычинковые и многотычинковые сики, которые представлены 9 экологическими формами, включая ряд

озерных, озерно-речных и речных сигов (Решетников, Лукин, 2006). Эти группы определяли и определяют общий вылов сига по водоему.

Промысел всегда базировался на запасах озерных сигов, которые составляли до 90% от общего улова по водоему, и лишь 10% приходилось на проходные формы. Однако достаточно сложно составить представление об общем объеме вылова сигов в середине XIX – начале XX веков, так как все сведения по вылову приводились для отдельных районов озера. Так Н.Я Данилевский (1875) писал о вылове 80 тыс. сигов только в устье р. Водлы, что составляло «слишком 3000 пудов» (приблизительно 48 т). Речь здесь шла исключительно только о товарной рыбе, вывозимой за пределы района добычи. По данным Н.Н. Пушкарева (1900), в Шальской губе, включая р. Водлу в 1895-1900 гг. вылавливалось около 46 тыс. экз. сигов или приблизительно 118 т. В этот же период на акватории средней части Онежского озера рыбаками Кижского архипелага и д. Ялгубы добывалось приблизительно 6150 пудов сига (98,4 т), а в устье р. Суны приблизительно 35-40 возов сига, что составляет 1140-1290 пудов (18,5-21,5 т). Здесь, конечно, приводятся наиболее продуктивные места лова. Так, например, в истоке р. Свири и прилегающей акватории уловы сига в этот же период (1895 г.) составляли приблизительно 1,6 т. Тем не менее, общий вылов сигов, исходя из приведенных показателей по всему озеру, мог колебаться в пределах 220-240 т.

Анализ вылова из наиболее продуктивного района (Шальская губа, включая р. Водлу) в 1926-1932 гг. демонстрирует, во-первых, заметное снижение, во-вторых, значительные колебания в уловах сига (Смирнов, 1935). Максимальный вылов отмечен в 1927 г. и составил 31,2 т, а минимальный – 7,2 т наблюдался в 1932 г., то есть колебания уловов за тридцатилетний период (1895-1932 гг.) были весьма значительными, однако наблюдалась устойчивая тенденция уменьшения уловов в 4-16 раз (3,8-16 раз).

Среднемноголетний вылов сига в 60-80-х годах прошлого века в границах Карелии составил 56 т, в границах Вологодской и Ленинградской областей – 27 т, в целом по водоему – 83 т. Максимальные уловы в озере отмечены в 1986-1989 гг. Падение уловов сига в водоеме наблюдается с 1990 г. Уменьшение фактического улова сига объясняется, прежде всего, ухудшением естественного воспроизводства и сокращением запасов данного вида (особенно проходных форм) в связи с возросшей промысловой нагрузкой, в первую очередь от нелегального вылова. Добычу сига рыбаготовители проводят с промысловых судов на глубинах 20-40 м в период нагула (май-сентябрь). Осенью (в октябре-ноябре) часть сетей переставляют на более мелководные участки с глубинами 10-20 м, где осуществляется лов нерестового сига, хотя лов его на нерестилищах категорически запрещен. Сиги разных экологических форм из различных участков озера отличаются размерами, массой, темпами роста и возрастным составом. В районах Малое Онего, Бесов Нос, Муромский Мыс преобладал крупный ямный сиг, в северо-восточной части озера – более мелкий сиг-лудога, в Петрозаводской губе – озерно-речной сиг, идущий на нерест в р. Шую, в предустьевых участках р. Водлы – озерно-речной водлинский сиг. Ниже мы приводим данные о промысле и состоянии запасов основных форм сига Онежского озера (лудоги, ямного, водлинского и шуйского, а также обосновании величины их биологически допустимого промыслового изъятия

Сиг-лудога имеет наибольшее распространение в озере и встречается во всех его районах, являясь до настоящего времени главной промысловой формой сига в северо-восточной части. Очевидно, динамика уловов сигов в этом районе во многом зависит от состояния запасов сига-лудоги. Биологический анализ всех форм сига из промысловых районов северо-восточной части Онежского озера показал следующее. Средние показатели размера и массы сигов из траловых уловов в разных районах различны. Так, например, в Повенецком Онего в 1981 г. сии имели средний размер (АД) и массу 29,6 см и 304 г, а в Толвуйском Онего – 26,4 см и 202 г, соответственно.

Средние показатели размера и массы даже в одном районе в течение ряда лет претерпевают значительные колебания. Так, средняя масса сигов в Повенецком Онего за 1981-1984 гг. колебалась от 228 г (1982 г.) до 304 г (1981 г.), в Пялемском Онего – от 177 г

(1982 г.) до 288 г (1984 г.), это характерно и для прочих районов и связано, видимо, с колебаниями численности поколений. В целом в опытных траловых уловах преобладали сиги длиной 22-35 см (до 90%) и массой до 400 г (90%). В опытных траловых уловах 1981-1984 гг, которые характеризовали в основном нагульное стадо, в северо-восточной части озера встречались особи от 1+ до 11+ лет. Причем в 1981 году преобладали шестилетки (25%), в 1982-1984 гг. – пятилетки (35%). До 70-80% в среднем приходится на три возрастные группы – 3+, 4+, 5+ лет. Численность указанных возрастных групп составляла в Повенецком Онего от 67 до 92% (в разные годы), в Пялемском Онего – от 46 до 93%, в Толвуйском Онего – от 52 до 83%. Возрастной состав сигов в траловых уловах является одним из показателей состояния их запасов.

Анализ многолетней возрастной структуры уловов сигов по всему Онежскому озеру (напомним, что в траловых уловах сиги представлены, в основном, сигом-лудогой) показал, что процент старших возрастных групп, в промысловом стаде (от 6+ лет и старше), в 1981 г. был близким к соответствующим показателям 1964-1967 гг. – 30-40%.

В 1973, 1975, 1977, 1979, 1982-1984 гг. на особой старших возрастных групп в уловах приходилось около 10-15%. В этот период уловы сига в Онежском озере находились на уровне выше среднемноголетнего. Таким образом, наличие в уловах старшевозрастных групп в количестве 10-15% позволяет сохранить естественное воспроизводство на достаточно высоком уровне.

В промысловых сетных уловах (Кузарандское, Пялемское Онего) сиг-лудога представлен в последние годы особями в возрасте от 4+ до 13+ лет. Основу промысловых уловов составляют особи четырех возрастных групп – от 5+ до 8+ лет, на долю которых и приходится в среднем 89%. Модальной возрастной группой являются семи-восьмилетки (6+-7+). Средняя длина и масса (внутри) отдельных возрастных классов по годам колеблются довольно существенно. Эти колебания можно объяснить селективностью орудий лова. В этот период рыбаки-промысловики в основном использовали сети с ячейей 50-60 мм.

По данным траловых уловов (1983-1984 гг., октябрь-ноябрь) в преднерестовый и нерестовый период в северо-восточной части Онежского озера отдельные половозрелые особи сига-лудог встречались в возрасте 3+ лет (самцы), в массе половозрелым сиг становится в возрасте от 4+ до 6+: самцы созревают в возрасте 4+-5+; самки – 5+-6+. Старше шестилетнего возраста неполовозрелые самцы не встречались; самки длиной 37-40 см с половыми продуктами на стадии зрелости II-III осенью встречались в уловах единично. Скорее всего, указанные особи пропускали нерест. Наименьший промысловый размер сига, допустимого к вылову на Онежском озере, установлен в 30 см. Как среди самцов, так и самок размером свыше 30 см в возрасте шести лет доля половозрелых особей составляет 60-70%. По нашим данным, оптимальный вылов сига в северо-восточной части Онежского озера оценивается величиной 19,5-20,5 т. Соответствующие расчеты по сигу-лудоге в других промысловых районах показали, что вылов его в южной части озера биологически допустим в объеме 8-10 т, в Центральном и Малом Онего – 4-5 т, в Большом Онего – до 4 т.

Сравнительный анализ уловов и размерно-весовых показателей сига в начале XXI века выявил следующее. Вылов сигов с 2002 по 2006 гг. колебался от 37,1 (2002 г.) до 14,3 т (2005 г.). Как и в середине 1980-х годов, в уловах преобладал сиг-лудога длиной от 20 до 49 см (в среднем 37 см) и массой от 120 до 1700 г.

Ямный или чолмужский – самый крупный сиг в озере в наших уловах был представлен всего 1 экз. длиной 35 см и массой 620 г, поэтому мы приводим литературные данные по этому сигу. Ранние данные свидетельствуют о том, что этот сиг достигал длины 57 см, массы 4-6 кг (рекордная масса 11 кг) и возраста 20 лет, но обычно в промысле преобладали особи длиной 30-40 см, массой 700-1000 г в возрасте 6-10 лет.

Таким образом, начиная с 50-х годов прошлого века размерно-весовые показатели сигов остаются достаточно стабильными: длина тела в уловах колеблется в среднем от 25 до 40 см и масса от 220 до 900 г. Тем не менее, при селективности орудий лова доминирование в уловах впервые нерестующих особей в период интенсивной промысловой нагрузки, скорее

всего, является причиной значительных колебаний численности сигов. Более того, совершенствование орудий лова и современные навигационные приборы позволяют облавливать почти все глубины и наиболее удаленные районы озера, что сказывается на снижении численности ямного сига.

Сравнивая данные 100-150 летней давности, можно с уверенностью утверждать, что размерно-весовые характеристики сигов значительно снизились, и сейчас на пуд веса рыбы, вряд ли можно насчитать 19-22 особей сига, как это было во времена Н.Н. Пушкарева (1900), так как при средней навеске 380-420 г таких сигов на пуд будет 38-42 экз.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Атлантический лосось / под ред. Р.В. Казакова. – СПб: Наука, 1998 – 573 с.

Данилевский Н.Я. Онежское озеро / Исследования о состоянии рыболовства в России. – СПб, 1875. – Т.IV. – Вып.1. – С.40-88.

Пушкарев Н.Н. Рыболовство на Онежском озере // Отчет Мин. земледелия и гос. имущества. – СПб, 1900. – 260 с.

Решетников. Ю.С., Лукин А.А. Современное состояние разнообразия сиговых рыб Онежского озера и проблемы определения их видовой принадлежности // Вопросы ихтиологии. – 2006. – Т.46. – №6. – С 732-746.

Смирнов А.Ф. Биология и промысел сигов р. Водлы и Шальской губы Онежского озера // Тр. Карельской научн.-исслед. рыбохоз. ст. – 1935. – Вып. 1. – С. 16-35.

ДЕГРАДАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ В ПОПУЛЯЦИИ МУКСУНА РЕКИ ОБИ И НЕОБХОДИМЫЕ МЕРЫ ПО ВОССТАНОВЛЕНИЮ ЕГО ЧИСЛЕННОСТИ

Матковский А.К.

*ФГУП «Государственный научно-производственный центр рыбного хозяйства»
(ФГУП «Госрыбцентр»)*

Муксун в Обском бассейне всегда являлся приоритетным объектом промысла, чему способствовали высокая численность вида, отменные вкусовые качества и высокий спрос у населения. Однако ухудшение условий естественного воспроизводства (гидростроительство, добыча ПГС, загрязнение) и постоянно возрастающая промысловая нагрузка отрицательно сказались на численности и промысловом запасе муксуна. В итоге его годовой вылов с 2-5 тыс. т (1932-1962 гг.) снизился до 300-500 т (2007-2009 гг.).

Поскольку тренд в уловах муксуна был достаточно длительным (более 40 лет), то постоянно предпринимались попытки улучшения ситуации, главным образом за счет мер по регулированию рыболовства. Следует отметить, что в советский период была успешно внедрена система регулирования интенсивности промысла путем лимитирования количества используемых орудий лова. Применяемая методика ограничения рыболовства позволила на долгие годы стабилизировать вылов муксуна на уровне 1,2 тыс. т. Однако с вступлением страны в рыночную экономику сменились приоритеты от рационального использования биоресурсов к получению максимальной выгоды, что привело к изменению структуры промысла и мер его регулирования.

В новых условиях значительно увеличилась численность различных малых предприятий (бригады, артели, общины и т.п.), возросло сокрытие улова и браконьерство, ухудшилась система охраны рыбных запасов и вместо регулирования промысла орудиями (интенсивностью) лова перешли к весовому лимитированию улова. Поскольку муксун выгодный объект промысла, имеющий высокую рентабельность, то на его лов были нацелены все предприятия, имеющие рыбоугодья в бассейне Оби. Особые масштабы приобрело браконьерство. Ежегодно в зимний период незаконно в Обской губе добывается 300-500 т муксуна и порядка 50-100 т в период его нерестовой миграции в бассейне Средней Оби. Все это несомненно сказалось на увеличении промысловой нагрузки и вызвало резкое

сокращение численности популяции. Кроме того, отрицательное влияние на популяцию оказали и природные факторы последних лет: это исключительно затянувшийся по продолжительности маловодный период (2004-2006 гг., 2008-2009 гг.) и мощный зимний замор 2007 г. в Обской губе, в результате которого погибло более 9,5 тыс. т рыбы (Матковский, Степанов, Вылежинский, 2008).

Снижение численности муксуна нашло отражение в изменении не только абсолютных, но и относительных величин уловов (вылов на единицу промыслового усилия). В ходе многолетних мониторинговых наблюдений за нагульно-нерестовой миграцией муксуна из Обской губы в р. Обь установлен общий нисходящий тренд в уловах за один контрольный плав, а также в среднем вылове на одну бударку (маломерное судно, ведущее плавной лов рыбы) на участке ниже устья Иртыша (рисунки 1, 2).

Деградационные процессы в популяции муксуна привели не только к снижению относительной численности рыб, но и к изменению размерно-возрастной структуры нерестового стада. Прежде всего они связаны с уменьшением доли старшевозрастных рыб (13+-18+). Их процент в уловах стрелевых неводов в пределах Ханты-Мансийского автономного округа по сравнению с 80-ми и 90-ми годами снизился более чем в два раза (рисунок 3). В соответствии с изменениями в возрастной структуре уменьшились и средние размеры рыб. Так, в 80-ые годы средняя масса муксуна составляла 1,5 кг, в 90-ые – 1,7 кг, а в 2009 г. – 1,3 кг. Все это отрицательно сказалось на численности повторно нерестующих рыб и на популяционной плодовитости муксуна.

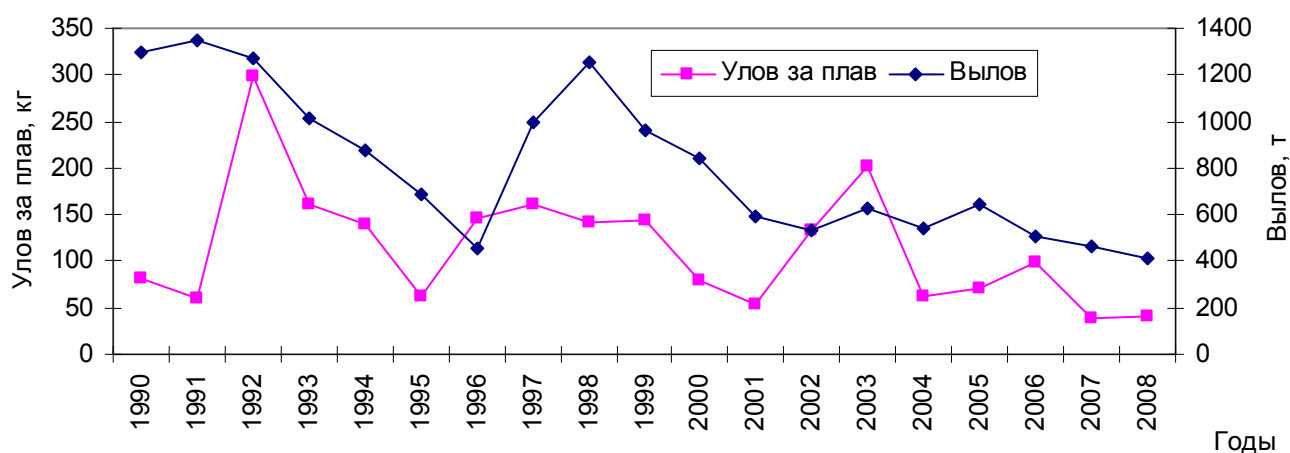


Рисунок 1 – Динамика общего вылова муксуна и среднего улова за плав в период контрольного научно-исследовательского лова в Нижней Оби

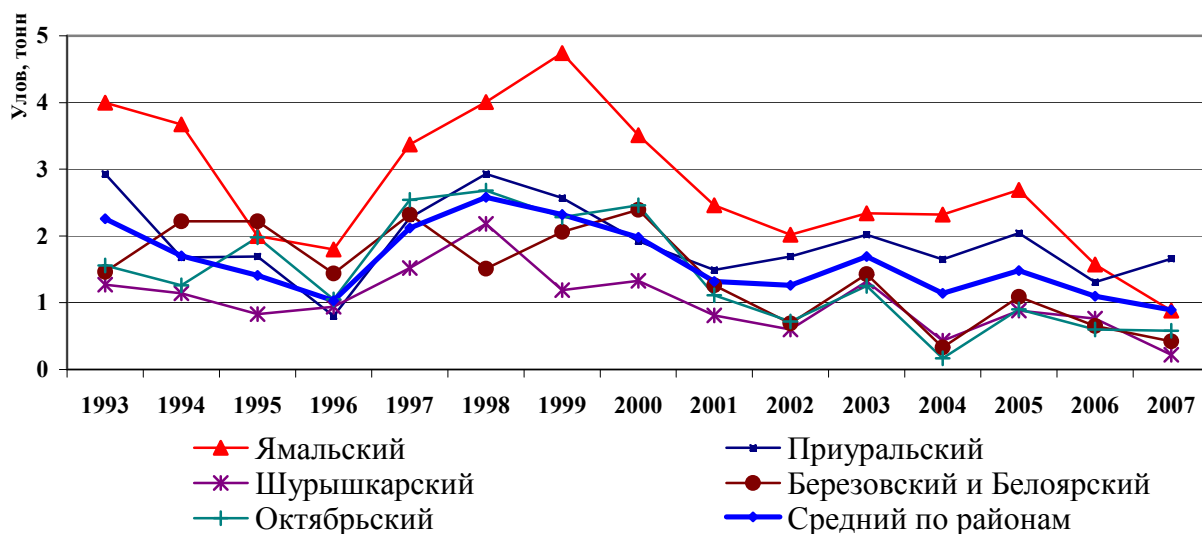


Рисунок 2 – Стандартизированный вылов муксуна по районам промысла на одну бударку

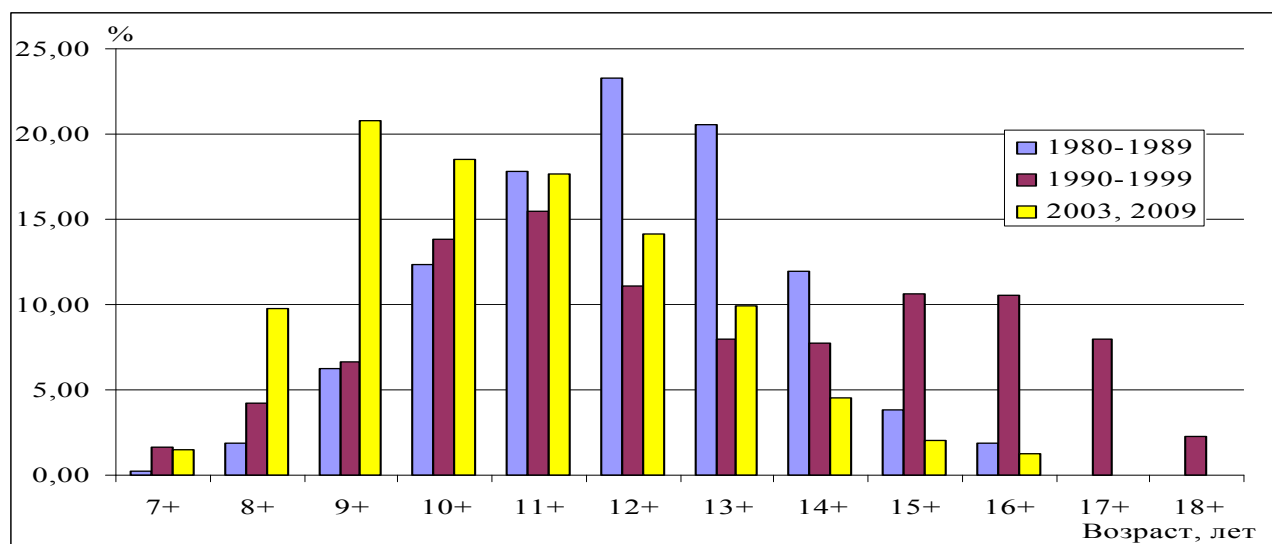


Рисунок 3 – Возрастная структура нерестовой популяции мускуна в районе Средней Оби за разные периоды лет

В итоге, установленное сокращение поголовья мускуна приобрело для существования популяции угрожающие последствия, поскольку нерестовое стадо достигло тех размеров, когда естественное возвращение численности на прежний высокий уровень становится невозможным. В настоящее время численность родительского стада уже не может обеспечить необходимого пополнения промыслового запаса. Более того, исчезла ранее наблюдаемая положительная зависимость между родителями и потомством (рисунок 4).

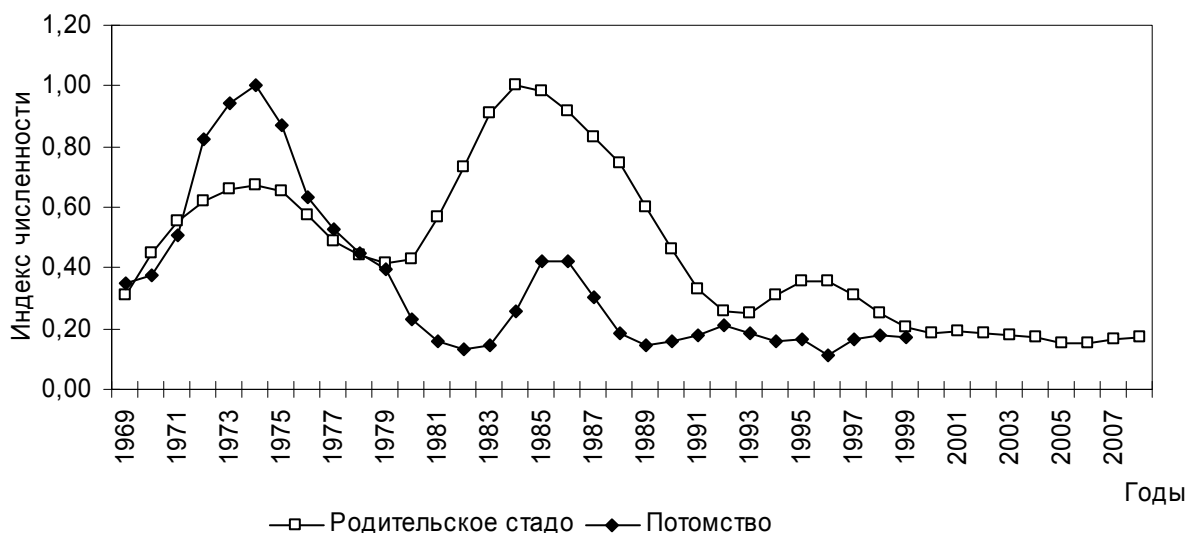


Рисунок 4 – Динамика индексов численности родительского стада и потомства мускуна Оби

Можно предположить, что популяция начала функционировать на более низком количественном уровне и это сопровождается нарушениями естественных закономерностей в формировании численности. Последнее обстоятельство достаточно отчетливо проявляется на уровне динамики каждой отдельно взятой возрастной группы мускуна. Ранее такой анализ позволил установить закономерности в его волнах жизни, проявляющихся в двенадцатилетней цикличности (Матковский, 2006). В настоящее время устойчивость таких колебаний, как и следовало ожидать, нарушилась. Последний двенадцатилетний цикл (1996-2007 гг.) в большей мере соответствует двум слабым шестилетним циклам (рисунок 5).

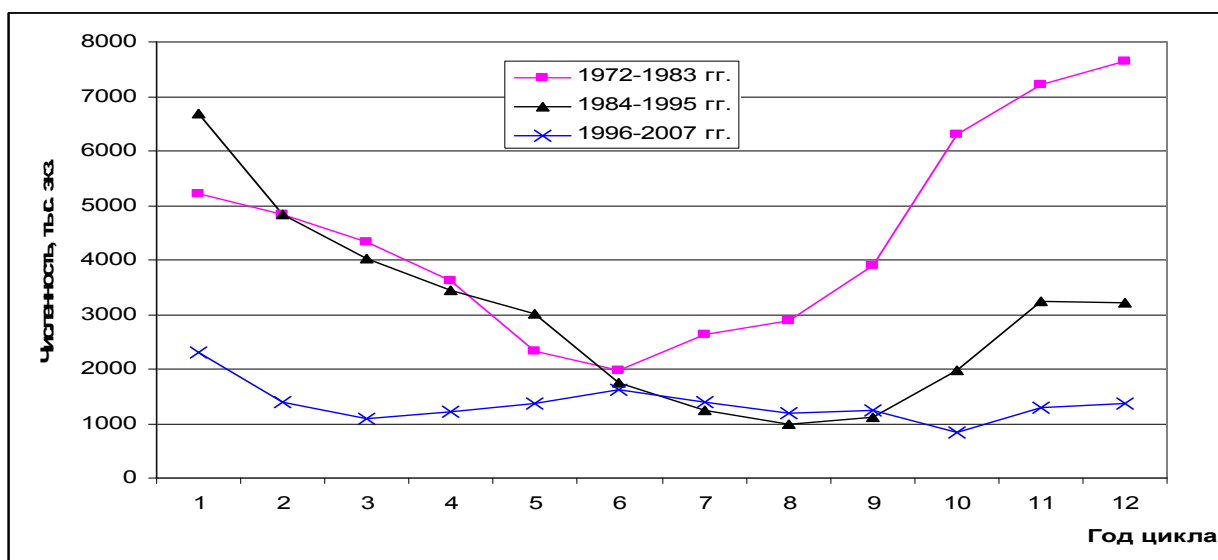


Рисунок 5 – Динамика численности восьмилетних особей муксуна по отдельным периодам двенадцатилетнего цикла

Таким образом, в настоящее время в годы благоприятного воспроизводства муксуна высокоурожайные поколения в силу рассмотренных деградиционных процессов в популяции уже не появляются. Поскольку данный период уже превысил цикл волн жизни вида и продолжается более 20 лет, то, соответственно, это привело к нарушениям в закономерностях динамики численности муксуна. Деградиционные процессы привели к тому, что дефицит молоди отдельных его генераций превысил 60 млн экз. При этом средний недостаток численности урожайности по последнему двенадцатилетнему циклу составляет $34,0 \pm 5,9$ млн экз. молоди (Матковский и др., 2009). Такая ситуация требует срочного принятия мер по восстановлению поголовья муксуна.

Как уже отмечалось, на численность муксуна в последние годы наряду с отмеченными факторами отрицательное влияние оказал и зимний замор в Обской губе в 2007 г. Сейчас уже есть материалы, которые позволяют проанализировать масштабы этого воздействия. Результаты расчетов численности рыб, выполненные методом восстановленного запаса (Матковский, 2001), свидетельствуют, что от замора в наибольшей степени пострадали генерации, начиная с 1998 г. рождения (таблица 1). Их численность в среднем сократилась на 45%. Понимая, что не исключена ошибка метода при прогнозировании по данным 2006 г., тем не менее, с учетом погрешности вычислений снижение численности произошло как минимум на 10-15%. Таким образом, воздействие замора на численность популяции муксуна следует считать существенным.

Таблица 1 – Сокращение численности муксуна по отдельным его возрастным группам после замора 2007 г., тыс. экз.

Показатель численности	Возраст, лет									Всего
	8+	9+	10+	11+	12+	13+	14+	15+	16+	
Ожидаемая	1824,6	2522,1	1330,6	344,2	279,3	118,6	46,6	11,1	0,1	6477,3
Фактическая	1198,2	1104,7	706,9	313,7	279,7	102,3	28,7	0,6	-	3734,8
Разница	626,4	1417,5	623,7	30,5	-0,4	16,3	17,9	10,5	0,1	2742,5

Подводя итог вышеизложенному, можно заключить, что деградиционные процессы в состоянии популяции обского муксуна, обусловленные главным образом антропогенными факторами, нарушили естественные закономерности формирования численности и приняли угрожающие для ее существования последствия. К сожалению, приходится констатировать, что выполняемый до настоящего времени комплекс рыбоохранных и воспроизводственных

работ не решает проблемы и необходимы более кардинальные меры. Необходимо проведение масштабных работ по четырем основным направлениям: искусственное воспроизводство, охрана популяции, регулирование рыболовства и улучшение естественного воспроизводства. Прежде всего, объемы искусственного воспроизводства должны быть в несколько раз увеличены до предлагаемых для каждого года оптимальных значений с учетом естественной флуктуации численности вида под влиянием комплекса природных факторов. Объемы искусственного воспроизводства следует ежегодно определять с годичной заблаговременностью для своевременного планирования рыболовных работ. Для восстановления популяции необходимо создание рыбозаводного завода в Средней Оби в районе исторических нерестилищ муксуна.

Действенной охрана популяции может быть только при решении следующих основных задач:

1. Перекрытие рынков сбыта и путей транспортировки браконьерской рыбы в бассейне Обской губы.
2. Уничтожение плавных браконьерских песков путем затопления бетонной арматуры.
3. Ужесточение законодательства вплоть до уголовной ответственности за браконьерство, незаконную торговлю и транспортировку рыбы.
4. Создание заповедников в местах нереста и зимовки муксуна.

К эффективным мерам регулирования рыболовства следует отнести такие как:

1. Лимитирование вылова количеством разрешенных к использованию орудий лова, которые должны рассчитываться исходя из среднего вылова на единицу промыслового усилия и общей величины ОДУ.
2. Введение запрета на плавной лов муксуна в пределах Ханты-Мансийского автономного округа и Томской области.

Предложения к изменению режима рыболовства следует внести в дорабатываемые в настоящее время Правила рыболовства в Обском бассейне, т.к. маловероятно, что в ближайшие 20 лет ситуация с промысловым запасом муксуна существенно улучшится.

Для улучшения естественного воспроизводства и условий обитания муксуна необходимо:

1. Восстановление утраченных нерестилищ (гидротехнические работы по возвращению исходных глубин, скоростей течения и нерестового субстрата).
2. Снижение уровня загрязнения рек.
3. Проведение мелиоративных работ.
4. Создание новых центров воспроизводства муксуна в уральских притоках Оби.

Возможность создания новых центров воспроизводства вида в свое время была показана Г. И. Никоновым (1963). Данное направление в связи с существующей деградацией численности популяции и глобальными процессами потепления климата может стать весьма актуальным.

Восстановление численности муксуна, как и других ценных промысловых объектов, должно быть приоритетной государственной региональной задачей, поскольку с этим связано не только благополучие рыбной отрасли, но и населения, проживающего по берегам рек и чья жизнь неразрывно связана с рыболовством.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Матковский А.К. Алгоритмы метода "восстановленного запаса рыб" для изучения изменения промыслового запаса и прогнозирования общедопустимых уловов (ОДУ) на примере обского чира (*Coregonus nasus*) / Биология, биотехника разведения и промышленного выращивания сиговых рыб / Материалы шестого всероссийского научно-производственного совещания. – Тюмень, 2001. – С. 95-98.

Матковский А.К. Основные закономерности динамики численности муксуна *Coregonus muksun* р. Обь и их использование для управления его запасом // Вопросы рыболовства. – 2006. – Т.7. – №3(27) – С. 505-521.

Матковский А.К., Степанов С.И., Вылежинский А.В. О гибели рыбы в Обской губе от зимнего замора // «Современное состояние водных биоресурсов» Материалы международной конференции (26-28 марта 2008 г.) – Новосибирск, 2008. – С. 313 – 318.

Матковский А.К., Крохалевский В.Р., Янкова Н.В. Современное состояние запасов и оценка необходимого объема воспроизводства ценных промысловых видов рыб Обского бассейна // Аквакультура Сибири: взаимосвязь с европейской технологической и инновационной платформой по аквакультуре / Международная конференция (Барнаул, 3-8 августа 2009 г.). – Тюмень: Госрыбцентр, 2009. – С. 95-111.

Никонов Г.И. Опыт перевозки муксуна в р. Сев. Сосьву // Тр. Обь-Тазовского отд. ГосНИОРХ. – Тюмень, 1963. – Т. 3, новая серия. – С. 205-211.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЗАПАСОВ ОМУЛЯ ОЗЕРА БАЙКАЛ

Палубис С.Э.¹, Соколов А.В.², Бобков А.И.¹

¹ФГУП «Государственный научно-производственный центр рыбного хозяйства»
Байкальский филиал (ФГУП «Госрыбцентр»)

²ФГОУ ВПО «Калининградский государственный технический университет»
(ФГОУ ВПО КГТУ)

Байкальский омуль (*Coregonus autumnalis migratorius* Georgi) относится к озерно-речным проходным сиговым, нагуливается в оз. Байкал, на нерест идет во впадающие в него реки. Летом омуль держится в поверхностных слоях воды, причем достаточно выражены так называемые «привалы» омуля в прибрежную зону озера с глубинами до 50 м. Зимой опускается на глубины до 300 м. Воспроизводство омуля происходит в основном в реках Верхняя Ангара, Селенга, Баргузин, речках Посольского сора.

Общепризнано наличие внутривидовой дифференциации байкальского омуля (Мухомедияров, 1942; Мишарин, 1953; Смирнов, Шумилов, 1974 и др.). Согласно последним авторам, байкальский омуль представлен тремя морфоэкологическими группами (пелагической, придонно-глубоководной, прибрежной), разделение которых обусловлено геологическими процессами возникновения Байкала, приведшими к возможности освоения омулем кормовой базы пелагиали открытого Байкала, батимальной части, а также прибрежной отмели в пределах свала глубин. Дивергентная эволюция байкальского омуля (Смирнов, Шумилов, 1974) шла не только по линии наиболее полного использования кормовой базы озера, одновременно с пищевым действовал и такой мощный фактор, как разнообразие условий размножения.

Структурные показатели омуля для разных морфоэкологических групп существенно различаются. Наибольший размах колебаний размерно-возрастных показателей наблюдается у придонно-глубоководной группы, в которой омуль представлен промысловой длиной до 38 см (единично до 50 см) в возрасте до 19 лет. Пелагический и прибрежный омули в целом имеют меньшие размеры и в нагульном стаде этих групп особи старше 13 лет практически отсутствуют.

Изменение линейно-весовых показателей омуля с возрастом происходит также неодинаково у различных морфоэкологических групп. Наиболее высокий темп роста на протяжении всего жизненного цикла наблюдается у пелагического омуля. Прибрежный омуль имеет сходный темп роста до 6-летнего возраста, однако в более старшем возрасте показатели его роста снижаются. И, напротив, у придонно-глубоководного омуля наблюдаются самые низкие линейные показатели в младших возрастах, к 7 годам по

показателям роста он сравнивается с прибрежным омулем, а к 11-12 годам с пелагическим омулем (рисунок 1).

В 2000-2008 гг. по сравнению с 80-ми и 90-ми годами (Майстренко, Майстренко, 1997) существенных изменений как в размерно-возрастной структуре, так и линейно-весовых показателях омуля не наблюдается.

После окончания запрета на лов омуля в Байкале (1969-1975 гг.) и проведения научной разведки (1976-1981 гг.), с 1982 г. был начат сначала экспериментальный, а затем промышленный (с 1987 г.) лимитированный лов данного вида. Существующий до настоящего время режим промысла омуля был достаточно стабилен на протяжении более двух десятилетий (с 1982 по 2004 гг.) и базировался на относительном постоянстве общих показателей численности и биомассы омуля в этот период, соответствующим экологическим условиям, сложившимся в Байкале (таблица 1) (Калягин и др., 1997).

Сохранение достаточно стабильного положения с пополнением омуля в последние 25 лет во многом связано с деятельностью рыбоводных заводов. Общая проектная мощность действующих омулевых рыбоводных заводов на Байкале составляет 3,75 млрд шт. икры в год. Все они находятся на территории Республики Бурятия. Выпуск личинок с рыбоводных заводов в 1981-2008 гг. составил в среднем 1,2 млрд экз. или 41,7 % от общего ската личинок омуля в Байкал.

Таблица 1 – Численность и биомасса омуля в период с 1982 по 2004 гг.

Параметры	Разброс	Среднее значение
Численность общего запаса, млн экз.	213-269	243
Биомасса общего запаса, тыс. т	20,5-26,4	23,3
Биомасса промыслового запаса, тыс. т	12,9-18,9	15,2
Численность нерестового запаса, млн экз.	3,4-6,0	4,8
Общий допустимый улов, тыс. т	2,5-3,3	3,0

Регулирование промысла омуля осуществляется в соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 28.01.2002 г. № 67 «Об особенностях охраны, вылова (добычи) эндемичных видов водных животных и сбора эндемичных видов водных растений озера Байкал» и утвержденными законодательными актами величинами ОДУ.

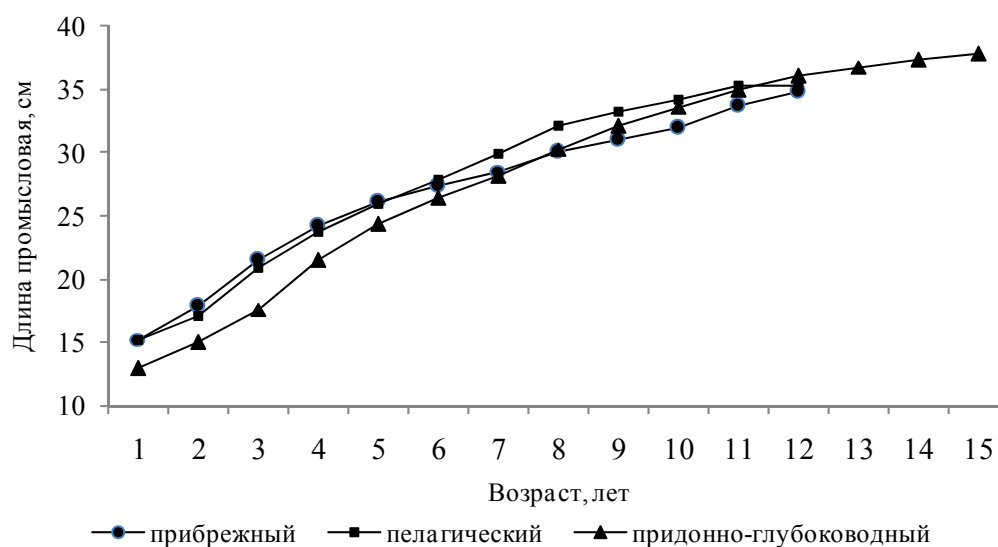


Рисунок 1 – Линейный рост различных морфоэкологических групп омуля оз. Байкала в 2000-2008 гг.

Промысел омуля непосредственно в Байкале ведется с периода освобождения озера от ледяного покрова до 1-10 августа, зимний промысел – после ледостава (конец января -

начало февраля) до конца марта-начала апреля в зависимости от ледовой обстановки на озере. Применяются следующие орудия лова: ставные и закидные невода с ячеей в ловушке 30-32 мм, сети ставные и дрейфтерные с набором ячеей от 30 до 34 мм.

На рисунках 2 и 3 приведены данные по количеству орудий лова на промысле байкальского омуля и вылову на промысловое усилие. Учитывая различные типы используемых орудий лова, в качестве условной единицы промыслового усилия принят среднемноголетний вылов на стандартный сетепорядок (2000 м). При этом промыслие для ставного невода равно 1,73 усл. ед., закидного невода – 4,32 усл. ед. В 2003-2007 гг. на фоне повышения интенсивности лова стала проявляться тенденция снижения вылова на промыслие. В 2008 г. при некотором снижении интенсивности лова вылов на промыслие возрос с 9,4 до 11,3 т.

Сложившийся режим промысла омуля обусловлен структурно-функциональными характеристиками основных популяций омуля, историческим опытом ведения омулевого промысла в Байкале и ориентирован на преимущественный вылов неполовозрелой части стада в нагульный период, вылов покатного, уже отнерестившегося омуля (в основном в р. В. Ангара) и изъятие половозрелого омуля на цели воспроизводства (рр. Селенга, Баргузин, реки Посольского сора).

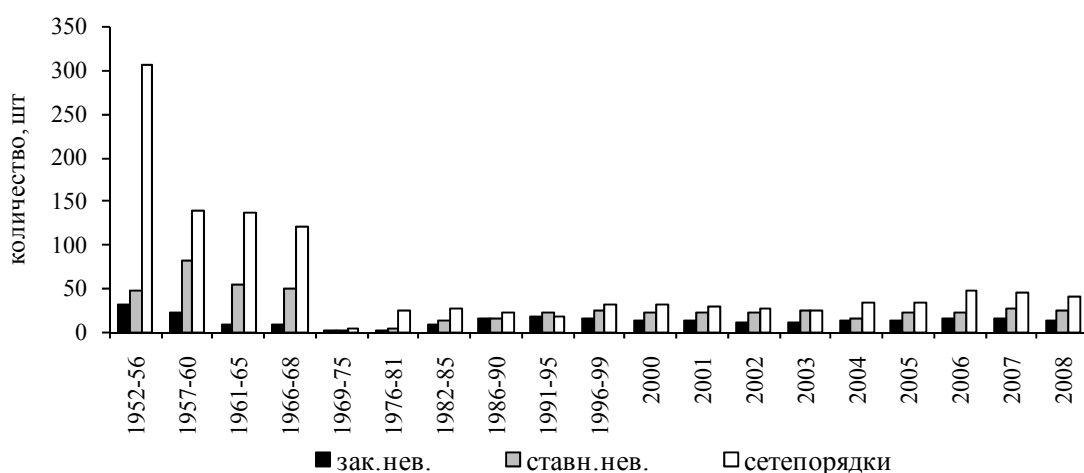


Рисунок 2 – Количество омулевых орудий лова

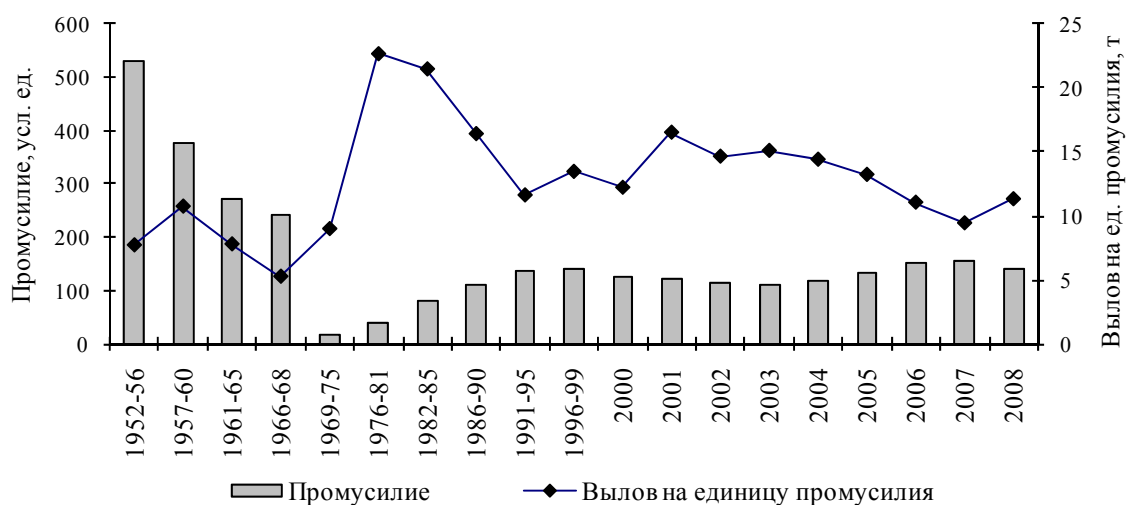


Рисунок 3 – Интенсивность промысла байкальского омуля

Основная часть нагульного стада омуля по массе представлена неполовозрелыми рыбами. Наиболее высокая ихтиомасса наблюдается у рыб средних возрастов (таблица 2),

соответственно, это предполагает возможность получения максимальных уловов при их эксплуатации.

Таблица 2 – Соотношение возраста массовой половозрелости и кульминации ихтиомассы для разных морфоэкологических групп

Показатели	Прибрежный	Пелагический	Придонно-глубоководный
Возраст кульминации ихтиомассы, лет	6+	7+	8+
Возраст массовой половой зрелости, лет	6+	9+	14+
Вредный возраст в уловах, лет	6,1	7,6	10,8

Работами Востсибрыбцентр на основе методов математического моделирования на примере пелагического омуля показано, что изъятие части неполовозрелых особей не ведет к снижению воспроизводственного потенциала стада. Ориентация же только на вылов половозрелых рыб приводит к существенному снижению возможных уловов и необходимости значительного увеличения промысловых усилий. Последнее может оказать значительно более негативное влияние на воспроизводящую часть стада по сравнению с частичным изъятием неполовозрелых особей, что и наблюдалось неоднократно в историческом прошлом. Анализ омулевого промысла, проводимого в течение прошлого века, показывает, что в каждом случае усиление промысловой нагрузки на воспроизводящую часть стада омуля отрицательно сказывалось на уровне его воспроизводства.

Дестабилизирующим фактором в сложившейся схеме регулирования режима промысла омуля выступает неучтенный вылов, масштабы которого были велики в конце 90-х годов и после наметившейся тенденции к снижению объема неучтенного вылова в 2001-2004 гг. резко возросли в 2005-2008 гг. (рисунок 4). Причиной отмеченного увеличения неучтенного вылова является проводимая административная реформа в рыбном хозяйстве РФ, в результате которой эффективность охраны рыбных запасов в отмеченный период оказалась очень низкой.

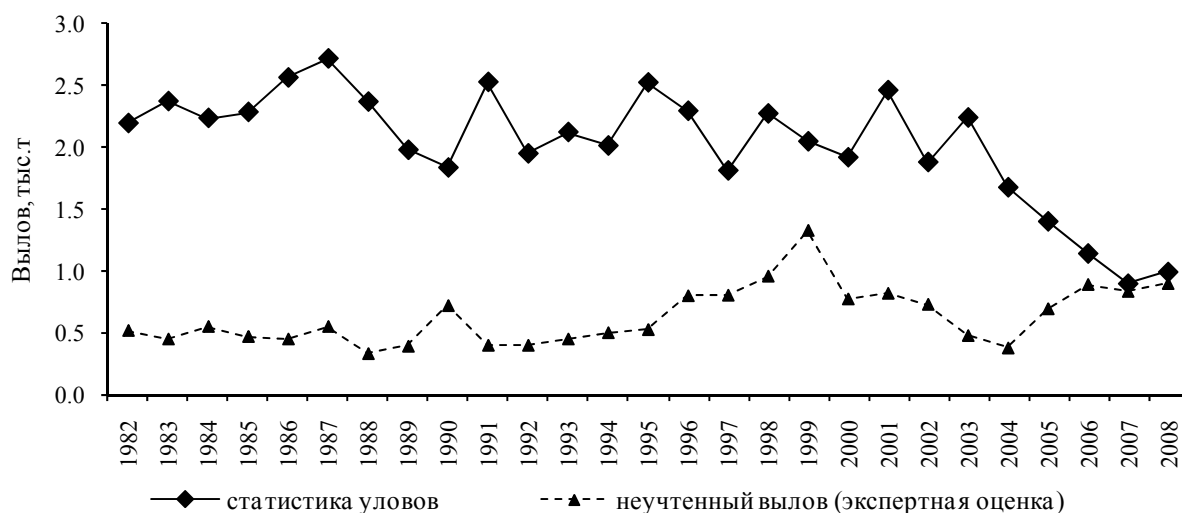


Рисунок 4 – Соотношение уловов омуля по статистическим данным и неучтенного вылова

Таким образом, после 2000-х годов стала проявляться тенденция снижения общих запасов омуля в Байкале. В соответствии с проведенной оценкой состояния запасов омуля его биомасса в 2005-2008 гг. находилась на уровне 19-20 тыс. т при биомассе промысловой части стада в пределах 9,0 тыс. т. Отмеченное снижение запасов по сравнению с 90-ми

годами согласно проведенного анализа не носит критического характера, но требует соответствующего снижения общего допустимого улова до 1,7-1,9 тыс. т и ужесточения контроля за промыслом омуля.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Калягин Л.Ф., Калашников Ю.И., Палубис С.Э., Соколов А.В. Вопросы регламентации ведения рыбного хозяйства на озере Байкал // Экологически эквивалентные виды гидробионтов в великих озерах мира. Материалы международного симпозиума. – Улан-Удэ, 1997 – С. 13-15.

Майстренко С.Г., Майстренко М. А. Многолетняя динамика основных биологических показателей морфо-экологических групп байкальского омуля (*Coregonus autumnalis migratorius*, Georgi). – Сибирский экологический журнал. – Новосибирск, 1997. – С. 417-423.

Мишарин К.И. Рыбы и рыбное хозяйство в бассейне оз. Байкал. – Иркутск, 1958 – С.130-287.

Мухомедияров Ф. Б. Расы байкальского омуля, их морфологические и биологические особенности и роль в промысле // Известия Биолого-географического научно-исследовательского ин-та при Иркутском ун-те. – Иркутск, 1942. – Т.9. – Вып.3-4. – С.35-96.

Смирнов В. В., Шумилов И. П. Омули Байкала. – Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1974. – 160 с.

К ВОПРОСУ ВОСПРОИЗВОДСТВА МУКСУНА В ВОДОЕМАХ ЯКУТИИ

Тяптиргянов М.М.

Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН (ИБПК СО РАН)

Классическим примером изменения ареала муксуна под воздействием промысла является р. Яна, где он более 50 лет тому назад доходил до устья р. Адычи. В настоящее время он встречается в низовьях и в нижнем течении Яны. В зимнее время муксун всех возрастных групп обитает в дельте и авандельте Яны. По мере того как дельта и приморские участки очищаются ото льда, а речной сток значительно распространяет и как бы отодвигает от дельты соленые морские воды, муксун начинает осваивать кормовые участки морского побережья, а именно Янский залив, более мелководный, имеющий высокую продуктивность. В летний период муксун использует кормовые возможности приморских опресненных участков. Осенью, в результате снижения речного стока и повышения солености муксун вновь покидает приморские участки и концентрируется в дельте. Здесь на зимних кормовых пастбищах зимует муксун всех возрастов.

В условиях усиливающегося антропогенного воздействия и снижения численности таких видов рыб как муксун, рыбоводство все больше должно принимать участие в комплексе работ по воспроизводству этого вида. В настоящее время известно, где распределяются и обитают малотычинковые и многотычинковый муксуны. К сожалению их численность оставляет желать лучшего. В отличие от муксунов, обитающих в рр. Оленьке, Лене, Индигирке и Колыме, муксун в Яне приспособился к ограниченному участку реки, подверженному приливно-отливному течению. Больших нерестовых миграций вверх по реке он не совершает и доходит до с. Усть-Куйга. Места его нереста, расположенные в большинстве случаев, на зимних нагульных площадях и определяют ограниченную численность этой популяции. Распространен муксун в нижнем течении р. Анабаре и в его притоках Суоляма и Харабыл; в р. Оленьке они поднимаются выше 72° с.ш. В Лене муксун чаще встречается в дельте и в притоках, на нерест очень редко поднимается до г. Якутска и выше, в Вилюе – до устья р. Марха. В Индигирке встречается до с. Крест-Майор, заходит в Алазею; в Колыме поднимается до г. Среднеколымска, а отдельные особи – до заимки Родчево (Кириллов, 1972; Решетников, 1980).

Половая зрелость муксуна низовьев Яны по 36 половозрелым особям наступает у самцов на 11+ и у самок на 13+ году жизни. На Индигирке самцы муксуна впервые становятся половозрелыми на девятом, самки – на десятом году жизни. Массовое половое созревание происходит на два года позже. В этом же возрасте муксун становится половозрелым и на Колыме. В Лене муксун достигает половой зрелости на десятом году. В Анабаре половозрелость муксуна наступает на двенадцатом году (Москаленко, 1955; Кириллов, 1972). Созревание половых продуктов у муксуна идет довольно замедленно. Переход из II на III стадию зрелости происходит довольно медленно, III стадия у самцов продолжается в течение одного года, а у самок – в течение двух лет. Этим и обусловлено дальнейшее отставание самок в половом созревании. Переход же из III на IV стадию, начинается в августе и завершается к началу гидрологической весны. Таким образом, созревание половых продуктов у муксуна, как у холодолюбивой рыбы происходит в условиях пониженной температуры, интенсивность питания муксуна не прекращается. Нерест по времени совпадает с падением температуры воды до 1-2 градусов и началом образования льда. Развитие икры длится 150-180 суток при сумме тепла 63,2 градусо-дня (Юхнева, 1963).

Характер полового созревания и наличие рыб в возрасте 12+ и 13+ с половыми продуктами на II и III стадии зрелости подтверждают ранее высказанное мнение о неежегодном нересте муксуна (Москаленко, 1955, 1958). Что касается периодичности половых циклов, то мы считаем, что у самок последующее половое созревание и участие в размножении происходит через год (таблица 1).

Позднее половое созревание и двухлетняя периодичность полового цикла у самок определяет большую уязвимость этого вида от промысла. Изменение структуры нерестового стада в сторону омоложения приводит к тому, что самка муксуна за свою двенадцатилетнюю жизнь примет участие в размножении один, максимум два раза. Это снижает эффект естественного воспроизводства и, в конечном результате, приводит к сокращению численности. Необходимость сохранения естественного соотношения возрастных классов в популяциях, состоящих до эксплуатации из 12-15 возрастных групп в условиях чрезвычайно напряженного состояния запасов муксуна, нужно сочетать с охраной численности муксуна на зимних и летних пастбищах (на местах нагула и формирования нерестовых скоплений).

Нерест муксуна начинается в период образования льда и заканчивается в конце ноября. Чаще всего нерестовые участки расположены на перекатах с крупнопесчаным и галечным дном на глубинах 2-3 м, но он откладывает икру и на плесах реки с замедленным течением на глубинах до 6-7 м. Скат взрослых рыб с нерестилищ бывает зимой.

Таблица 1 – Созревание половых продуктов муксуна в нижнем течении Яны

Возраст, лет	Стадии зрелости			К-во особей, экз.	Стадии зрелости			К-во особей, экз.
	II	III	IV		II	III	IV	
Самцы				25	Самки			56
6+	3	-	-	3	-	-	-	-
7+	-	-	-	-	-	-	-	-
8+	-	-	-	-	1	-	-	1
9+	-	-	-	-	3	-	-	3
10+	5	1	-	6	6	-	-	6
11+	2	-	1	3	10	-	-	10
12+	3	1	4	8	6	-	-	6
13+	1	-	2	3	1	-	16	17
14+	-	-	-	-	-	-	1	6
15+	-	-	1	1	-	-	1	5
16+	-	-	1	1	-	-	-	-

Абсолютная плодовитость у муксуна в низовьях Яны, по результатам просчета икры у 27 самок на IV стадии зрелости от 13700 до 61900 икринок, составляя в среднем 33600 икринок. Наименьшее количество икринок имела самка в возрасте 13+ лет, массой тела 1720 г и при общей длине (ас) 51,8 см – 13700 икринок, наибольшее количество икринок имела самка в возрасте 15+ лет при массе тела 2239 г, длине тела (ас) 52,9 см – 61900 икринок (таблица 2).

Таблица 2 – Зависимость плодовитости муксуна низовьев Яны от возраста и диаметра икринок

Возраст, лет	13+	14+	15+
Диаметр икринок, мм	17,9 – 20,7	18,0-19,9	20,7-22,9
Плодовитость, шт.	30200	30600	48400
Кол-во экз.	16	6	5

Коэффициент зрелости половых продуктов у самцов муксуна II стадии изменялся от 0,02 до 0,14, в среднем составлял 0,07 (n=11 экз.), у самцов – III стадии 0,19-0,77, в среднем – 0,48 (n=2 экз.) и у самцов IV стадии – 1,03-1,94, в среднем – 1,42 (n=9 экз.). У самок II стадии коэффициент корреляции находился в интервале 0,17-0,73, в среднем – 0,34 (n=29 экз.), у самок IV стадии – 9,21-14,57, в среднем – 12,49 (n=27 экз.).

По данным Ф.Н. Кириллова (1972), абсолютная плодовитость муксуна в Яне по 3 экз. составила 45-58 тыс. икринок. Абсолютная плодовитость муксуна в Индигирке, по результатам просчета икры у 28 самок на IV стадии развития половых продуктов, колеблется от 31651 до 84148 икринок, составляя в среднем 58292 икринки. У ленского муксуна, судя по анализу 46 рыб, проведенному Н.Н. Коробко, абсолютная плодовитость колеблется от 21411 до 82694, составляя в среднем 42530 икринок. Абсолютная плодовитость трех муксунов, выловленных в р. Вилное, была в пределах от 70750 до 102000 икринок. У оленекского муксуна, выловленного на местах нереста, расположенных в 100-150 км от устья, в районе пос. Таймалыр, абсолютная плодовитость была в пределах 21300-27872 икринки. Диаметр икры IV стадии колебался от 2,61 до 2,81 мм. Такая низкая плодовитость определяется размерами анализированных самок, масса которых была 1,4 и 1,6 кг. Вес яичников не превышал 16,2% от массы тела рыбы.

Судя по результатам просчета икры, плодовитость не является постоянной величиной, а зависит от возрастных показателей и условий среды обитания. При этом даже у одновозрастных рыб имеется тенденция к существенному изменению под влиянием антропогенного фактора и прежде всего усиленного промышленного лова на местах его нагула (таблица 3).

Это, по мнению Ф.Н. Кириллова (1972), обуславливается тем, что одновозрастные особи имеют значительные колебания в линейных размерах и в массе тела, а промысел в первую очередь, отбирает более крупных особей, обладающих признаками хорошего роста и высокой плодовитости. Таким образом, промысел, кроме общего отрицательного влияния на численность популяции, эксплуатируемой на кормовых площадях, способствует еще и выживанию рыб с показателями менее рентабельного роста и воспроизводительной способности.

Массовый выклев личинок приходится на апрель. Основу питания молоди составляет рачковый зоопланктон, в меньшей степени – придонные ракообразные и личинки хирономид. Зоопланктон играет ведущую роль в питании взрослого муксуна в зимнее время (Романова, 1947; Пирожников, 1950, 1953, 1955). В солоноватых водах северных рек главной пищей является рачок *Limnocalanus grimaldii*. Летом в питании преобладает бентос (моллюски, полихеты, личинки насекомых), придонные мизиды и бокоплавы (Решетников, 1980).

По заключению А.Ф. Кириллова (2002), популяция муксуна в Яне всегда уступала по численности популяциям из рр. Лены, Индигирки и Колымы. Одним из основных факторов, определяющих численность этого вида, является величина зоны его питания. Наиболее

обширные кормовые площади для муксуна расположены в нижнем течении Лены, в ее дельте и прилегающих к ней приморских участках, а наиболее ограниченные по площади места нагула – в рр. Яне и Анабаре. Вместе с тем позднее половое созревание и двухлетняя периодичность полового цикла у самок определяют большую уязвимость этого вида от промысла. Изменение структуры нерестового стада в сторону его омоложения приводит к тому, что самка муксуна принимает участие в размножении один, максимум два раза за свою жизнь, что снижает эффект естественного воспроизводства.

Таблица 3 – Плодовитость полупроходного муксуна в водоемах Якутии

Возраст, лет	р. Лена (n=46 экз.) (Кириллов, 1972)		р. Индигирка (n=30) (Кириллов, 1972)		р. Яна (n=27 экз.) (наши данные)	
	Разброс	Ср. значения	Разброс	Ср. значения	Разброс	Ср. значения
10+	27788-43520	35317	31651-61810	47601	-	-
11+	30252-43139	36871	-	-	-	-
12+	21411-56678	41867	50030-54349	52189	-	-
13+	30584-47022	38129	51817-84148	62448	13700-45500	30100
14+	29674-57119	41384	59708-74148	68132	27100-35200	30600
15+	31425-42143	38403	-	-	32600-62000	48400
16+	36325-38869	37415	62833-79250	72409	-	-
17+	35656-45951	40803	-	-	-	-
18+	66254-78713	72483	-	-	-	-

Муксун – важнейшая промысловая рыба в реках Якутии, его ежегодные уловы достигали до 3306-4392 т в 1942-1943 гг. В настоящее время запасы муксуна находятся в подорванном состоянии, уловы составляют около 500 т.

Муксун «забытая» рыба в рыболовной практике Якутии. Спасти и сохранить биологическое разнообразие ихтиофауны Якутии, дать шанс выжить одному из Краснокнижных видов Якутии – муксуну – задача якутских ихтиологов-рыбоводов, что будет являться одним из элементов устойчивого развития Республики Саха (Якутия).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Кириллов А.Ф. Промысловые рыбы Якутии. – М.: Научный мир, 2002. – 194 с.
- Кириллов Ф.Н. Рыбы Якутии. – М.: Наука, 1972. – 360 с.
- Москаленко Б.К. Муксун реки Анабара // Известия ВНИОРХ. – 1955. – Т. XXXV. – С.44-60.
- Москаленко Б.К. Биологические основы эксплуатации и воспроизводства сиговых рыб Обского бассейна // Тр. Обь-Тазовского отделения ВНИОРХ. Нов. сер. – 1958. – Т. 1. – С. 60-83.
- Пирожников П.Л. О питании сиговых в приустьевых районах // Зоологический журнал. – 1950. – Т. XXIX. – Вып. 2. – С. 140-146.
- Пирожников П.Л. Некоторые данные по биологии муксуна // Труды Всесоюз. гидробиол. об-ва. – 1953. – Т. 5. – С. 339-348.
- Пирожников П.Л. Питание и пищевые отношения рыб в эстуарных районах моря Лаптевых // Вопросы ихтиологии. – 1955. – Вып.3. – С. 140-185.
- Решетников Ю.С. Экология и систематика сиговых рыб. – М.: Наука, 1980. – 302 с.
- Романова Г.П. Питание рыб в нижнем Енисее // Труды Сиб. отд-ния ВНИОРХ. – 1947. – Т. 7. – Вып. 2. – С. 149-203.
- Юхнева В.С. Годовой цикл питания тазовской ряпушки (*Coregonus sardinella Valenciennes*) // Зоологический журнал. – 1955. – Т. 34. – Вып. 1. – С. 158-161.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЗАПАСОВ СИГОВЫХ РЫБ В НИЗОВЬЯХ РЕКИ ЯНЫ

Тяптиргянов М.М.

Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН (ИБПК СО РАН)

Материалом для настоящей работы послужили, сборы автора проведенные в сентябре-октябре 2008 г. в низовьях р. Яны. Исследовано 314 экз. сиговых рыб, в том числе, сиг-пыжьян, муксун, чир, сибирская ряпушка и нельма. Измерения морфологических признаков проводили на свежих рыбах по обычной для сиговых рыб схеме. Статистическую обработку материала осуществляли по общепринятым методикам (Урбах, 1964; Андреев, Решетников, 1977). Темп весового и линейного роста исследовали по традиционным методикам (Чугунова, 1959; Мина, Клевезаль, 1976). Абсолютную плодовитость сиговых рыб определяли весовым методом, показатель популяционной плодовитости рассчитывали по Г.В. Никольскому (1974). Исследование питания и пищевых взаимоотношений рыб проводили в соответствии с «Методическим пособием по изучению питания и пищевых взаимоотношений рыб в естественных условиях» (1974).

Сиг-пыжьян. Диагностические признаки 100 экз. следующие: D III-V 10-12, A III-V 10-14, P I 13-16, V II 8-13, чешуй в боковой линии – 77-89, тычинок на первой жаберной дуге – 18-23, позвонков – 57-64. В Яне сиг-пыжьян расселен повсеместно, встречается он и в озерах янской низменности. В уловах сиг представлен десятью возрастными группами от 5+ до 14+ лет. Основу улова составляют рыбы в возрасте от 7+ до 10+ лет, длиной тела от 30 до 41 см и массой от 300 до 1000 г (таблица 1).

Таблица 1 – Рост янского сига по наблюдаемым величинам (сентябрь, 2008 г.)

Возраст, лет	Длина тела (ас), см		Масса тела, г		Количество (n=103 экз.)
	разброс	ср. значение	разброс	ср. значение	
5+	-	28,1	-	270	1
6+	29,3-32,4	30,6	220-370	296	5
7+	29,9-35,1	33,5	300-630	443	23
8+	32,1-39,7	35,0	350-800	505	28
9+	31,9-38,3	35,0	420-660	564	18
10+	34,7-41,1	38,4	480-1000	733	19
11+	37,3-41,1	39,8	710-1100	741	7
12+	-	41,3	-	890	1
13+	-	44,6	-	1060	1

Абсолютная плодовитость сига-пыжьяна низовьев Яны подвержена значительным колебаниям. При этом размах колебаний варьировал от 5700 до 69900 икринок, в среднем составляя 26600 икринок (таблица 2).

Таблица 2 – Изменение плодовитости сига-пыжьяна низовьев Яны в зависимости от возраста

Возраст, лет	Абсолютная плодовитость, икринки		Количество особей, экз.
	Разброс	среднее значение	
8+	5700-20300	16000	6
9+	13800-36200	21400	7
10+	20500-69900	35500	7
11+	25700-43500	33300	4
12+	-	36300	1

По этим показателям размах колебаний у янского пыжьяна сравнительно выше, чем у вилуйского сига – 2500-22300, у ленского сига – от 4000 до 37800 и у колымского сига – 8600-34200 икринок. Нерест сига во всех реках Якутии происходит примерно в одни и те же сроки, обычно в конце сентября – начале октября. Места же нереста по составу грунтов различны. В Яне нерест сига происходит как на песчаных, так и на песчано-галечных местах. Нерест сига проходит в течение 10-15 дней. Места нагула сига расположены в прибрежной зоне, с достаточной глубиной и подверженной слабому прогреванию. Ведущее значение в питании сигов имеют личинки хирономид и ручейников. Удельный вес сига-пыжьяна в общем промысле невелик, поскольку и запасы его весьма ограничены.

Муксун. Диагностические признаки следующие (n=50 экз.): D III - V 9-13, A III -V 11-14, P I 14-17, V II 9-12, чешуй в боковой линии – 84-96, тычинок на первой жаберной дуге – 41-60, позвонков – 57- 65. Половая зрелость муксуна низовьев Яны наступает у самцов в возрасте 11+, у самок – 13+. Абсолютная плодовитость у муксуна в низовьях Яны, по результатам просчета икры у 27 самок на IV стадии зрелости находилась в пределах от 13700 до 62000 икринок, составляя в среднем 33600 икринок. В наших уловах муксун был представлен 10 возрастными группами от 6+ до 15+ лет, с колебаниями длины тела (ас) от 281 до 549 мм и массы – 220-2590 г (таблица 3). Состав пищи разнообразен, наряду с рачковым кормом использует бентосные организмы, особенно личинок и куколок хирономид, а также икру сибирской ряпушки и других рыб. Жирность рыб была довольно высокой.

Организация на Яне неограниченного специализированного промышленного лова муксуна в 1942-1946 гг., поставила его перед угрозой исчезновения. В последние 25 лет янского муксуна добывается в среднем менее 5 т ежегодно, и то только в качестве прилова при добыче ряпушки.

Усугубляет положение продолжающееся отрицательное воздействие на численность популяции промышленное загрязнение реки. В 2008 г. вылов муксуна в Яне, вместе с любительским ловом составил 0,8 т.

Таблица 3 – Размерный состав муксуна в низовьях Яны

Возраст, лет	Длина тела (ас), см		Масса тела, г		Количество экз. (n=85 экз.)
	разброс	ср. значение	разброс	ср. значение	
6+	281-295	288	220-310	270	3
7+	293-324	306	270-370	296	3
8+	299-351	336	300-630	443	4
9+	321-397	350	350-800	505	3
10+	319-383	360	420-660	564	12
11+	347-411	384	480-1000	733	13
12+	373-411	398	710-1260	1072	14
13+	389-436	413	890-1620	1490	20
14+	397-498	445	986-1970	1680	7
15+	421-549	521	1260-2590	1980	6

Чир. По результатам анализа 22 экз. чира, диагностические признаки были следующими: D III-IV 8-11, A III-V 10-13, P I 14-17, V II 8-11, чешуй в боковой линии – 85-102, тычинок на первой жаберной дуге – 19-25, позвонков – 58-65. Во время наших полевых работ чир в низовьях Яны в промысловых уловах встречался длиной (ас) от 33 до 46 см (таблица 4).

По литературным данным, чир в бассейне Яны становится половозрелым на шестом-седьмом году жизни, в массе – на восьмом-девятом году жизни (Кириллов, 1972). По нашим данным, чир низовьев Яны впервые приступает к нересту на десятом году жизни. Из 22-х пойманных нами чиров только один был половозрелым – это самец на IV стадии развития

половых продуктов. Остальные – на II и III стадиях развития половых продуктов. По характеру размножения чир относится к рыбам с полициклическим и единовременным икрометанием. Места нереста приурочены к перекатам и характерны тем, что вода здесь долго не замерзает. Они расположены близ затона Янский и у местечка Кулар (Кириллов, 1972). Плодовитость янского чира (по 34 самкам) колеблется в пределах от 21269 до 72600 икринок (Кириллов, 1972). Коэффициент зрелости половых продуктов у чира р. Яны был равен: у самцов II стадии развития – 0,01-0,13; III стадии развития – 0,18-1,15; IV стадии развития – 1,67; у самок II стадии – 0,29-0,71. Изучение питания чира Яны в сентябре-октябре 2008 г. позволило выяснить, что излюбленными объектами служат моллюски и личинки хирономид. Значительную долю в желудке чира составляет детрит. Коэффициент упитанности у чира был довольно высокий и равнялся по Фультону 1,00-1,82, по Кларк – 0,97-1,72. В настоящее время в Яне чир по общему вылову занимает четвертое место после сибирской ряпушки, муксуна и сига-пыжьяна. Лов в реке производится сетями с ячейей 55-60 мм. Следует отметить, что промыслом охватывается только небольшая часть легкодоступных озер, расположенных недалеко от населенных пунктов. Обладая высокими пищевыми качествами, чир пользуется большим спросом у населения района и имеет большую хозяйственную ценность.

Таблица 4 – Возраст и рост чира в Яне (сентябрь-октябрь 2008 г.)

Возраст, лет	Линейный рост (ас), см		Масса тела, г		Количество экз. (n=22 экз.)
	ср. значение	разброс	ср. значение	разброс	
4+	37,5	-	730	-	1
5+	38,5	38,0-39,1	850	701-1000	2
6+	37,9	32,6-41,9	627	370-810	6
7+	38,9	35,1-45,1	730	461-1180	3
8+	41,6	36,6-45,7	914	630-1380	5
9+	43,1	40,9-46,2	1117	830-1621	3
10+	51,1	-	1709	-	1
11+	36,9	-	770	-	1

Сибирская ряпушка. По результатам исследований 50 половозрелых рыб диагностические признаки ряпушки Яны следующие: D III-IV 8-11, A III-IV 10-14, P I 12-16, V I 9-12, число чешуй в боковой линии – 77-97, тычинок на первой жаберной дуге – 36-50, позвонков – 57-63. Основную часть своей жизни ряпушка проводит в дельтовой части реки. В весеннее-летнее время, когда опресняющее влияние речного стока велико, ряпушка для нагула часто использует заливы и опресненные части моря. Осенью речной сток сильно сокращается. Соленые воды подходят к дельтовым участкам. Ряпушка после формирования нерестовых стад поднимается с дельтовых участков в реки. По нашим наблюдениям, в 2008 г. осенний ход ряпушки в низовьях Яны начался с 6 сентября при температуре воды 11,1°C, массовый – с 17 сентября при температуре воды 6,7°C. Нерестовый ход сибирской ряпушки, видимо, определяется комплексом факторов гидрологического режима – спадом уровня воды и снижением температуры воды, которые и обуславливают сроки преднерестовой миграции ряпушек. В целом нерестовый ход ряпушек в исследуемом районе сжат во времени и продолжается с первых чисел сентября по 25 сентября включительно, при температуре воды 3,8°C. По результатам исследований 100 половозрелых рыб коэффициент зрелости половых продуктов на IV стадии был равен у самцов (n = 59 экз.) – 0,56-2,62, у самок (n = 41 экз.) – 8,56-20,11. Индивидуальная абсолютная плодовитость ряпушки колебалась от 6070 до 55100 икринок и составляла в среднем 31000 икринок. В низовьях Яны промыслом охватываются особи, имеющие длину тела от 24,1 до 37,8 см (таблица 5).

Более 83,8% улова представлено рыбами нерестящихся в этом году. По результатам анализа 102 экз. ряпушки ее средняя масса тела составила 212 г, при средней длине – 29,6 см. Максимальную массу 630 г и длину 37,8 см имела самка в возрасте 9+ лет, при длине тела до

конца чешуйного покрова 35,3 см. В уловах преобладали ряпушки двух возрастов – 5+ и 6+ лет, что составило 69,2% от всего вылова. Самцы ряпушки заметно уступают в росте самкам. Если шестилетние самки имели среднюю длину тела 291 мм, то самцы – 276 мм. Семилетние самки по тому же показателю имели длину 352 мм, то самцы – 288 мм. Плодовитость ряпушки зависит от возраста рыбы, размера диаметров икринок и от размеров и массы тела. По усредненным показателям, ряпушка низовьев Яны имела следующие данные: в возрасте 5+ лет плодовитость равнялась 13400 икринок, при колебании 7200-25000 икринок, диаметре икры – 12,2-13,8 мм (n=8 экз.). В возрасте 6+ лет плодовитость была равна 16600 икринок, при колебаниях от 8800 до 47900 шт., диаметре икры – 12,7-14,2 мм (n=8 экз.). В возрасте 7+ лет плодовитость 37000 шт., при колебании от 24100 до 50400 икринок, диаметре икры – 13,3-13,5 мм (n=2 экз.). Средняя плодовитость сибирской ряпушки низовьев реки Яны была равна 20100 икринок (n=26 экз.). Коэффициент упитанности по Фультону составил 0,73-1,12, по Кларк – 0,61-1,06. Ряпушка является одной из основных промысловых рыб нижнего течения Яны. С давних времен она используется не только как продукт питания, но и как основной корм для возрождающихся, в настоящее время, транспортных собак. В настоящее время, ряпушка широко практикуется для кормления пушных зверей, на подкормку охотничьих зверей. Хозяйственное значение ряпушки в экономике района велико.

Таблица 5 – Линейно-весовая характеристика янской ряпушки по возрастным группам (сентябрь-октябрь 2008 г.)

Возраст, лет	Длина тела, см		Масса тела, г		Количество (n=102 экз.)
	разброс	ср. значение	разброс	ср. значение	
4+	24,1-30,1	27,7	110-195	170,6	8
5+	25,8-30,5	28,8	120-250	186,0	41
6+	27,3-32,4	29,5	150-325	200,0	37
7+	29,1-34,9	31,2	180-490	255,5	10
8+	31,4-36,1	33,4	220-530	330,0	3
9+	34,8-37,8	36,3	525-630	565,0	3

Нельма. Диагностические признаки даются по результатам исследования 2-х рыб. Систематические признаки следующие: D III-IV 10-13, A III-IV 12-14, P I 13-15, V II 10-11, боковой линии – 107-111, тычинок на первой жаберной дуге – 19-21, позвонков – 68-70. Нельма является одной из наиболее ценных промысловых рыб Яны. Характерной особенностью ее биологии является то, что она растет и нагуливается в дельте и в опресненных участках моря, а для размножения поднимается в среднее и верхнее течение реки. В виду разреженности и малочисленности стада нами было добыто всего два экземпляра нельмы в возрасте 6+ и 8+ лет, при массе тела 940 и 1720 грамм, линейном росте (ас) 468 и 562 мм, со II стадией развития половых продуктов. В желудке обнаружены 2 полупереваренных остатка молоди рыб. По характеру нереста – нельма относится к литофильным рыбам с полициклическим и единовременным нерестом. Нерест проходит осенью в конце сентября-начале октября. По литературным данным плодовитость вилюйской нельмы находится в пределах от 118000 до 232000 икринок (Кириллов, 1962), колымской – от 8500 до 23000 шт. (наши данные). Нельма обладает высокими пищевыми качествами. В 1943 г. вылов нельмы составлял 43,9 т, в результате бесконтрольного и усиленного лова численность нельмы резко снизилась, и сейчас нельма рассматривается только как ценный прилов. Рыбные запасы Яны находятся в напряженном состоянии, запасы ценных видов рыб продолжают сокращаться. Помимо влияния на естественное воспроизводство рыбы загрязнения реки промышленными и бытовыми стоками, большой урон наносится и браконьерским выловом рыбы на местах нагула и нереста ценных его видов, таких как нельма и муксун.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Андреев В.Л., Решетников Ю.С. Исследование внутривидовой и морфологической изменчивости сига *Coregonus lavaretus* (L.) методами многомерного статистического анализа // Вопросы ихтиологии. – 1977. – Т. 17. – Вып. 5. – С. 862-878.

Кириллов Ф.Н. Ихтиофауна бассейна реки Вилюя // Труды Ин-та биол. Якутск. фил. СО РАН СССР. Фауна рыб и беспозвоночных. – М.: АН СССР, 1962. – Вып. 8. – С. 5-71.

Кириллов Ф.Н. Рыбы Якутии. – М.: Наука, 1972. – 360 с.

Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях. – М.: Наука, 1974. – 254 с.

Мина М.В., Клевезаль Г.А. Рост животных. – М.: Наука, 1976. – 291 с.

Никольский Г.В. Теория динамики стада рыб. – М.: Пищевая промышленность, 1974. – 447 с.

Решетников Ю.С. Экология и систематика сиговых рыб. – М.: Наука, 1972. – 302 с.

Урбах В.Ю. Биометрические методы. – М.: Наука, 1964. – 415 с.

Чугунова Н.И. Руководство по изучению возраста и роста рыб. – М.: Изд-во АН СССР, 1959. – 162 с.

**ИСКУССТВЕННОЕ
ВОСПРОИЗВОДСТВО И ТОВАРНОЕ
ВЫРАЩИВАНИЕ СИГОВЫХ РЫБ**

СИГОВОЕ РЫБОВОДСТВО В СЕВЕРНОМ РЕГИОНЕ КАЗАХСТАНА: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Абдиев Ж.А., Коломин Ю.М., Фефелов В.В.

Северный филиал ТОО

«Казахский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства»,
Северо-Казахстанский государственный университетим М.Козыбаева
(СКГУ им. М.Козыбаева)

В настоящее время выращивание сиговых видов рыб является одним из приоритетных направлений товарного рыбоводства в Северном регионе Казахстана. Это соответствует основным целям рыбного хозяйства: качественного улучшения промысловой ихтиофауны и повышения рыбопродуктивности водоемов.

Вселение сиговых видов рыб в водоемы начато с середины 60-х годов прошлого столетия. В разные годы в озера и водохранилища вселялись ряпушка, рипус, пелядь, сиг, муксун, омуль. Икра и молодь этих видов завозились из Карелии, Ленинградской области, озер Байкал, Севан, Сонкуль (Киргизия) и Оби (Коломин, 2003). Уже первый опыт вселения сиговых рыб в водоемы Северного Казахстана показал эффективность выращивания ряпушки, рипуса, пеляди и сига, что нельзя сказать о муксуне и омуле. Наиболее удачным было вселение ряпушки и рипуса во многих водоемах были сформированы промысловые стада этих видов рыб (Б. Чебачье, Б. Тарангул и др.).

Товарное выращивание сиговых видов рыб можно разделить на однолетнее и многолетнее. В мелководных заморных водоемах возможно только однолетнее выращивание рыбы с интенсивным отловом ее в осенне-зимний период. В периодически заморных водоемах можно проводить многолетнее выращивание, однако, в случае возникновения заморной ситуации необходимо осуществлять аэрацию, а при невозможности спасти рыбу от гибели во время замора – максимально изымать ее из водоема. В незаморных водоемах рыба обычно выращивается в течение 2-3 лет, после чего производится интенсивный отлов (Коломин, 1987).

Первоначально сиговые не играли заметной роли в добыче рыбы из водоемов, но к настоящему моменту их удельный вес в отдельных случаях превышает 9% от общего вылова рыбы. В таблице 1 приводятся данные по ежегодному вылову сиговых видов рыб.

Таблица 1 – Ежегодный вылов сиговых видов рыб

Показатели		Годы				
		2005	2006	2007	2008	2009
Акмолинская область						
Общий вылов	т	-	-	-	651,0	668,6
Сиговые	т	-	-	-	6,6	6,0
	%	-	-	-	1,0	0,9
Костанайская область						
Общий вылов	т	-	872	1067	1004	874,2
Сиговые	т	-	12	22	54	80
	%	-	1,4	2,1	5,4	9,2
Северо-Казахстанская область						
Общий вылов	т	900	894	891	850	889
Сиговые	т	40,3	67	85,5	70,7	62
	%	4,5	7,5	9,6	8,3	7,0

Наибольшее внимание товарному выращиванию сиговых видов рыб уделяется в Северо-Казахстанской области. Так здесь для этих целей задействовано около 20 водоемов,

среди которых наиболее значимыми являются: Сергеевское водохранилище, Якуш, Жаксы-Жангизтау, Большой и Малый Тарангул, на этих водоемах ежегодно добывается более 65% всех сиговых видов рыб. В Акмолинской области товарное выращивание сиговых осуществляется на 10 водоемах, причем наиболее значимым является оз. Жукей. Следует отметить, что на озерах Боровской группы (Большое и Малое Чебачье, Щучье) в силу их особого статуса промысел запрещен, хотя они находились в авангарде при вселении сиговых видов рыб и до настоящего времени являются весьма перспективными для развития этого направления товарного рыбоводства. В Костанайской области сиговые виды рыб выращиваются лишь в двух водоемах, причем наиболее значимым является Верхне-Тобольское водохранилище.

Среди сиговых видов рыб наибольшего распространения достиг рипус.

Рипус как и все сиговые в настоящее время является объектом аквакультуры, но в отдельных водоемах находит места и для естественного воспроизводства. В оз. Щучьем рипус в возрасте 1+ имеет длину по Смитту в среднем 17,5 см и массу 85 г, к возрасту 2+ он достигает длины до 19,5 см и массы до 110 г. В уловах на оз. Большом Чебачьем рипус представлен особями длиной по Смитту 18-24 см, массой 60-156 г, в возрасте 1+-2+, что свидетельствует о низких ростовых характеристиках данного объекта выращивания. Половой зрелости достигает на втором-третьем году жизни. Питается зоопланктоном; может вести хищный образ жизни. Рипус является факультативным икроедом других рыб.

Ряпушка является наименее перспективным видом для товарного выращивания, так как обладает самым низким темпом роста среди интродуцированных в водоемы сиговых видов рыб. В оз. Боровом данный вид к возрасту 2+ достигает длины 20 см и массы 90 г. В Верхнее-Тобольском водохранилище ряпушка в возрасте 1+ имела длину лишь 16 см и массу 55 г. В Каратомарском водохранилище ряпушка в возрасте 3+ имеет длину в среднем 21 см и массу 100 г, а к возрасту 4+ вырастает до длины 22,3 см и массы 155 г, в то время как рипус этой массы достигает, как правило, к возрасту 2+, а пелядь и сиг еще раньше. Половой зрелости ряпушка достигает на втором году жизни. Питается зоопланктоном.

Пелядь относится к наиболее перспективным объектам озерного рыбоводства. В Северном регионе Казахстана пелядь выращивают в водоемах с высоким содержанием зоопланктона и хорошим гидрохимическим режимом. В уловах на оз. Лебяжьем трехлетки пеляди вылавливаются длиной 25-30 см и массой 350-500 г. Половой зрелости пелядь достигает на втором-третьем году жизни. Потребляют в основном планктонных ракообразных, при их недостатке легко переходят на питание бентосом.

Сиг, как и пелядь, относится к наиболее перспективным объектам товарного рыбоводства. В таблице 2 отражен линейный и весовой рост сига.

Таблица 2 – Линейный и весовой рост сига

Озеро	Показатели	Возраст, лет			
		1+	2+	3+	4+
Щучье	длина, мм	22,8	30,3	34,0	-
	масса, г	205,7	513,3	750	-
Б. Чебачье	длина, мм	24,4	29,2	30,8	32,7
	масса, г	232,7	383,3	435,0	536,7

В контрольных уловах на озерах Боровской группы были встречены особи длиной по Смитту 22-36 см, массой 94-750 г, в возрасте 1+-3+, что свидетельствует о высоких ростовых характеристиках данного вида. Половой зрелости достигает в трех-четырёхлетнем возрасте. По типу питания сига являются типичными бентофагами, в старших возрастах – хищниками.

Если сравнить темп роста рипуса и сига из оз. Большого Чебачьего, то видно, что сиг в возрасте 1+ имеет массу больше, чем рипус в 2,7 раза, а в возрасте 2+ – в 3,3 раза. Сравнение темпа роста этих видов в оз. Щучьего еще больше подтверждает перспективность товарного выращивания сига, а не рипуса.

Темп роста пеляди также значительно выше, чем у рипуса. В оз. Зеренде в 1986 г. рипус в возрасте 1+ имел массу 94 г, в то время как пелядь в этом же возрасте достигала 216 г, что более чем в 2 раза больше, это отмечается и в возрасте 2+ (Рыбы Казахстана, 1992).

Как показали наши исследования, сиговые наиболее быстро растут в первые годы вселения, в последующем темпы роста снижаются. Сиговые рыбы в условиях не подорванной кормовой базы растут на уровне исходных форм или лучше до 2,5-2,8 раз. По показателям роста рипус и пелядь из некоторых озер в первые годы после интродукции превосходили своих сородичей из водоемов Алтая, оз. Сартлана и приближались к рипусу из уральских озер. Ухудшение темпа роста в озерах региона происходило синхронно со снижением биомассы зоопланктона. Коэффициент корреляции между массой двухлеток рипуса и пеляди в некоторых озерах и общей биомассой зоопланктона составил 0,62. Известно, что при акклиматизации и в естественном ареале сиговые в первую очередь выедают крупные формы зоопланктона и при недостаточно интенсивном изъятии могут быстро подорвать кормовую базу.

Суммируя вышеизложенное, можно отметить, что в ряде озер рост сиговых, особенно в первые два года жизни, близок к потенциально возможному.

По нашим исследованиям линейный и весовой рост сиговых (рипуса и пеляди) в солоноватых озерах превышает таковой в пресных (таблица 3).

Таблица 3 – Линейный и весовой рост рипуса и пеляди

Виды рыб	Показатели	Озера			
		Большой Тарангул	Малый Тарангул	Белое	Соленое
Рипус	длина, см	14,7	19,2	20,0	21,2
	масса, г	89	142	167	172
Пелядь	длина, см	20,1	23,1	23,9	23,5
	масса, г	128	204	220	236
Минерализация, г/л		0,60-0,67	2,88-3,87	8,32-8,40	12,63-14,59

Причина повышенного темпа роста рыбы в солоноватых озерах кроется в их более высокой биопродуктивности. Концентрация биогенных веществ в них обычно превышает таковую в пресных озерах, выше и биомасса продуцентов – водорослей. Биомасса зоопланктона в солоноватых озерах в 1,3-1,5 раза выше, чем в пресных. Однако в солоноватых озерах при выращивании сиговых наблюдаются массовые урожда.

Естественное воспроизводство сиговых видов рыб в водоемах отмечается крайне редко и тем более не может быть речи о поддержании высокой численности этих видов рыб только за счет естественного нереста. Так отмечены случаи естественного воспроизводства сига в оз. Зеренде, рипуса в оз. Большом Чебачьем, ряпушки в Верхне-Тобольском водохранилище и ряде других водоемов.

Для поддержания высокой численности промысловых стад сиговых на территории Северного Казахстана были созданы нерестово-выростное хозяйство на оз. Зеренде и инкубационный цех на оз. Боровом, Петропавловский рыбопитомник и ряд других хозяйств. В настоящее время в этом направлении работают лишь Петропавловский и Зерендинский рыбопитомники. Петропавловский рыбопитомник позволяет ежегодно зарыблять до 100 млн личинок сиговых.

В начале интродукции сиговых видов рыб в Северный Казахстан икру завозили из других регионов бывшего Советского Союза, с последующей инкубацией на местных рыбопитомниках. К концу 80-х годов прошлого столетия икру стали собирать от созревших производителей на местных водоемах (оз. Б. Тарангул, Многосопочное и других).

Несмотря на то, что разведением сиговых видов рыб в Северном регионе Казахстана занимаются с 1963 г., маточных стад этих видов до сих пор не сформировано. В то же время,

дальнейшее развитие интенсивного озерного рыбоводства в республике вызывает необходимость скорейшего решения этого вопроса. В настоящее время икру сиговых собирают в тех озерах, где сформированы более или менее мощные промысловые стада. Через несколько лет запасы подрываются и икру начинают собирать в других водоемах, зачастую от производителей с заранее известными плохими рыбоводными качествами.

Г.П. Руденко были определены параметры водоемов пригодных для формирования маточных стад. Для этих целей рационально использовать крупные озера. Оптимальная глубина озер должна быть около 10 м, минимальная – 6-8 м, а максимальная – порядка 20 м. Е.Л. Галактионовой были определены условия среды, необходимые для нормального развития половых продуктов пеляди. Минерализация воды должна быть не более 300 мг/л, рН = 6,6-6,9, тип воды – гидрокарбонатнокальциевый, содержание кислорода – с выше 10,0 мг/л. Допустимо повышение минерализации до 500 мг/л, рН – до 7,2.

В Северном регионе Казахстана наиболее отвечает перечисленным требованиям оз. Жаксы-Жангистау, расположенное на возвышенности Кокшетау на границе между Северо-Казахстанской и Акмолинской областей. В этом водоеме целесообразно сформировать маточные стада пеляди и сига. Учитывая разные сроки нереста, гибридизации этих видов происходить не будет.

Получение жизнестойкого посадочного материала является одной из основных проблем рыбоводства. Особенно этот вопрос остро стоит в северном регионе Казахстана, где до настоящего времени плотвично-окуневые водоемы зарыбляются сиговыми на стадии личинки. В этом случае, естественно, промвозврат оказывается ничтожно малым. Нами проведены двухлетние опытные работы по подращиванию личинок рипуса и пеляди в водоемах-спутниках оз. Зеренды. В первый год работы продолжались 35 дней (с 5.05 по 9.06), на второй год продолжительность опытных работ составила 34 дня (с 12.05 по 14.06). К концу подращивания масса молоди достигла в среднем 550 мг. Молодь была самотеком выпущена в озеро. Рыбопродукция в первый год составила 30 кг/га, промысловый возврат – 43%, на второй год соответственно – 34 кг/га и 45% (Коломин, 1994).

При использовании в рыбоводных целях заморных мелководных озер одним из важных вопросов в увеличении выхода товарной продукции является уничтожение или снижение численности голяня, пресс которого на вселяемую молодь оказывается подчас весьма ощутимым. Нами в 1990 г. проведены исследования по выявлению эффективности использования молоди щуки для снижения численности голяня в трех заморных озерах Северо-Казахстанской области. Численность голяня в опытных озерах составляла от 500 до 6400 экз./га. Весной в озера были выпущены личинки щуки с плотностью посадки от 1,31 до 1,50 тыс. экз./га. В летнее время в желудках у щурят были отмечены голянь и гаммарус, причем отмечалось до 8-10 экз. голяньев. Анализ питания щурят показал, что наиболее эффективно они воздействуют на популяцию голяня до июля, когда соотношение хищник-жертва наиболее оптимальное. Затем по мере роста щука переходит на питание более крупными объектами, в частности на карася.

Как показали проведенные наблюдения, использование молоди щуки в борьбе с голянью дает высокий эффект. В течение вегетационного периода численность голяня в уловах неуклонно снижалась, а в октябре во всех трех озерах не было выловлено ни одного экземпляра.

Таким образом, при проведении рыбоводных работ на заморных озерах с высокой численностью голяня можно рекомендовать использование молоди щуки в качестве биологического мелиоратора. Помимо элиминации голяня сеголетки щуки, отловленные в осенне-зимний период будут способствовать повышению рыбопродуктивности водоема. Подготовленные озера на следующий год могут зарыбляться личинками сиговых, что обеспечит высокую выживаемость посадочного материала.

Промысел сиговых осуществляется всеми орудиями лова, однако наиболее эффективными являются закидные и ставные невода. Закидные невода используются, как правило, на сравнительно крупных водоемах с незначительным зарастанием и

подготовленными тоневыми участками; ставные невода – на более или менее заросших водоемах.

Выводы:

- в настоящее время выращивание сиговых видов рыб является одним из приоритетных направлений товарного рыбоводства в Северном регионе Казахстана;
- необходимо одному из глубоководных пресных озер (например, оз. Жаксы-Жангизтау) присвоить статус «маточного водоема», сформировать в нем мощные маточные стада пеляди и сига с целью сбора икры для воспроизводства данных видов;
- из сиговых рыб приоритетными для товарного выращивания должны стать виды, обладающие наиболее быстрым темпом роста и высокими гастрономическими качествами – пелядь и сиг, заменив менее ценных рипуса и ряпушку;
- организовать в Северном Казахстане озерно-товарные рыбные хозяйства, как прогрессивный метод сигового рыбоводства;
- для более полного использования кормовой базы водоемов выращивать сиговых в поликультуре – пелядь, сиг;
- полнее осваивать заморные озера, зарыбляя их подрошенной молодью сиговых, а также проводить подготовку водоемов для вселения этих видов рыб;
- шире использовать хищные виды рыб для борьбы с нежелательной ихтиофауной.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Коломин Ю.М. Выращивание товарной рыбы в водоемах Северо-Казахстанской области. СК МТЦ НТИ и П. – Петропавловск, 1987. – 21 с.

Коломин Ю.М. Рыбоводство в Северном Казахстане. – Петропавловск, СКГУ, 2003. – 39 с.

Рыбы Казахстан: в 5 томах. – Алма-Ата: Наука, 1992. – Т.5. – 464 с.

РЕПРОДУКТИВНЫЕ КАЧЕСТВА ВОЛХОВСКОГО СИГА В ИНДУСТРИАЛЬНОЙ АКВАКУЛЬТУРЕ

Богданова В.А., Триноженко А.В., Кайданова Т.И.

ФГНУ «Государственный научно-исследовательский институт озерного и речного рыбного хозяйства» (ФНГУ «ГосНИОРХ»)

Волховский сиг (сиголов) – один из наиболее ценных сигов, составлявший ранее основу сигового промысла в Ладожском озере. Среди всех ладожских сигов он отличается крупными размерами и великолепными вкусовыми качествами. Относится к проходным формам ладожских сигов. Нагуливаясь преимущественно в южной части Ладожского озера, волховский сиг совершал продолжительные нерестовые миграции по р. Волхове через оз. Ильмень в р. Мсте, где проходил его нерест. Миграционный путь занимал 7-8 месяцев. После строительства Волховской ГЭС в 1925 г. путь к естественным нерестилищам волховского сига оказался перегороджен. Рыбоходные сооружения, предусмотренные в конструкции плотины, оказались неэффективными. С 1927 г. воспроизводство популяции осуществляется, в основном, за счет деятельности Волховского рыбоводного завода, но, несмотря на предпринимаемые усилия, численность популяции ценного сига сократилась и с 1964 г. волховский сиг внесен в Красную книгу СССР. К настоящему времени состояние природной популяции крайне неблагоприятно. В последние годы возникли серьезные проблемы с отловом производителей для целей воспроизводства.

В этой связи остро встает вопрос о формировании индустриального маточного стада, которое позволит гарантированно и в нужных объемах получать рыбоводную икру для воспроизводства. Маточные стада волховского сига могут быть также использованы для поставки икры и молоди ценного сига для товарных хозяйств.

ГосНИОРХ в течение многих лет занимается разработкой индустриальных технологий выращивания посадочного материала, товарной рыбы и формирования индустриальных маточных стад различных видов сиговых рыб (Князева, Костюничев, 1991; Костюничев и др., 2001), в том числе волховского сига (Князева, Костюничев, 2007).

Настоящая работа посвящена исследованию репродуктивных качеств волховского сига, выращиваемого по индустриальным технологиям.

Основу настоящей работы составили исследования особенностей роста и созревания волховского сига в индустриальных условиях, проводимые лабораторией аквакультуры и воспроизводства ценных видов рыб ГосНИОРХ. Для формирования исходного маточного стада использовали молодь волховского сига, полученную в 2001 г. от производителей из природной популяции на Волховском рыбоводном заводе. Выращивание личинок и молоди на искусственных кормах проводили на лотковом участке Приладожский рыбоводного хозяйства в Ленинградской области. Осенью для дальнейшего выращивания сеголеток перевезли и высадили в садки на оз. Суходольском, установленные на базе рыбоводного хозяйства ООО «Форват». Для выращивания молоди использовали делевые садки площадью 25 м², рыб более старшего возраста содержали в садках площадью 100 м². В 2003-2005 гг. рыбы формируемого индустриального стада достигли половозрелости, что позволило получить от них потомство. Инкубацию икры и подращивание молоди осуществляли на Моторненском рыбоводном участке. Садковое выращивание волховского сига, полученного от исходного индустриального стада, проводили в ООО «Форват».

Температурный режим в водоеме соответствует региональным закономерностям: оптимальные для роста сига температуры воды (12-17°C) наблюдаются с конца мая до первой декады октября. В зимний период температура не превышает значений 0,4-1,0°C. Весеннее повышение температуры воды начинается с третьей декады апреля, после таяния льда.

Кормление молоди осуществляли гранулированными кормами рецептуры ГосНИОРХ МС-84. Для кормления ремонт и производителей использовали гранулированные корма МС-84М (рецептуры ГосНИОРХ) и экструдированные корма финской фирмы «Рехурайсио». Выращивание и кормление разновозрастных групп волховского сига в бассейнах и садках осуществляли с учетом рекомендаций, разработанных ранее для других видов сигов, выращиваемых в индустриальных условиях (Князева, Костюничев, 1991).

Исследованы репродуктивные признаки самок волховского сига исходного индустриального стада G₂₀₀₁ и первого поколения (G-1), участвовавшие в нересте в 2008 г. В 2009 г. на Волховском рыбоводном заводе нам для анализа были предоставлены 3 самки из Волхова в возрасте 4+-5+.

Оценку репродуктивных признаков производителей волховского сига индустриального стада проводили с учетом размерно-возрастных особенностей. Для анализа репродуктивных характеристик использовали стандартные методики. Определение размеров икринок проводили с использованием компьютерной программы. Оценка ранних эмбрионов проводилась с использованием метода давленных препаратов из бластодисков рыб.

Рост волховского сига в индустриальных условиях. На рисунке показан весовой рост волховского сига исходного индустриального стада, заложенного в 2001 г. На первом году жизни, средняя масса сеголеток к концу октября составила 23,3 г. Основной рост сига в садках происходил весной в начале лета и в осенние месяцы. В летние месяцы (июль-август) при прогревании воды свыше 20°C, подача корма прекращалась, в связи с чем темп роста рыб снижался. Зимой рост сигов был незначительным.

Размерно-весовые характеристики самок волховского сига исходного индустриального стада и первого индустриального поколения, исследованных по репродуктивным признакам, представлены в таблице. Эти данные отражают закономерное увеличение массы тела и размерных характеристик рыб с ростом и сокращение диапазона изменчивости этих показателей к шестилетнему возрасту, отмеченные ранее (Князева, Костюничев, 2007).

Половозрелые самки первого индустриального поколения G-1 были крупнее самок родительской генерации. Средняя масса исследованных рыб, нерестившихся в 2008 г., составила 1835 г, длина варьировала от 49,9 до 59,0 см, масса тела 1490-2450 г.

Размеры самок из Волхова находились в диапазоне 930-1200 г (таблица). Согласно литературным данным (Правдин, 1954; Титенков, 1968; Малашкин, 1985) средняя масса тела производителей волховского сига пяти- и шести- летнего возраста, отловленных в Волхове во время нерестового хода в разные года, составляет 700-1200 г. Эти данные свидетельствуют о значительном превосходстве в росте сигов индустриальных стад над сигами природной популяции.

Созревание. Первое половое созревание волховского сига индустриального стада, отмечается в сходном с рыбами из природной популяции возрасте. У самцов созревание начинается на третьем году жизни, массовое – в возрасте 3+. Самки начинают созревать в возрасте 2+, основная часть – в 4+. Половозрелые особи в индустриальном стаде характеризуются годичным овариальным циклом, пропуски нереста отмечены лишь у отдельных самок.

Условия нереста. Нерестовый сезон волховского сига индустриального стада в значительной мере связан с длиной светового дня. Нерест проходит в период с 20 октября по 15 ноября, основная часть производителей обычно созревает в первые числа ноября. Нерестовые температуры находятся в пределах 2,7-8,5°C.

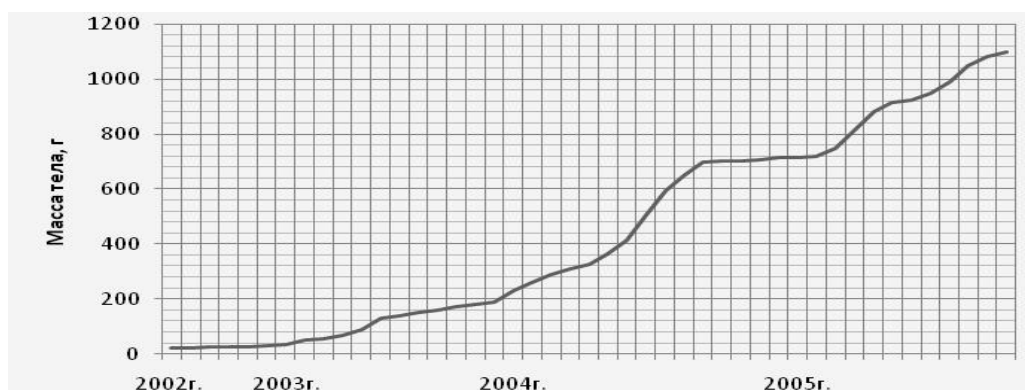


Рисунок – Темп роста волховского сига исходного индустриального стада

Характеристика производителей (самок). В нашей работе критериями качества производителей были выбраны такие признаки, как плодовитость, размер икры, кариоцитологическая оценка эмбрионов на ранних стадиях развития.

Плодовитость. Средняя рабочая плодовитость самок генерации 2001 года, созревших в возрасте 3+, составила 21,1 тыс. икринок (таблица). Значения рабочей плодовитости у исследованных рыб варьировали от 10,1 до 34,1 тыс. икринок. У пятилетних производителей среднее значение данного показателя увеличилось до 27,7 тыс. икринок, при изменчивости от 13,5 до 44,4 тыс. икринок. Отмечена высокая положительная связь рабочей плодовитости с массой и размерами ($r = 0,9$), а также с упитанностью ($r = 0,75$) самок. К шестилетнему возрасту средние по выборке значения рабочей плодовитости сохранились, однако изменчивость признака снизилась.

Относительная рабочая плодовитость у самок индустриального стада с возрастом снижалась, уменьшалась и изменчивость этого показателя. Так, если у впервые созревших самок в возрасте 3+ относительная рабочая плодовитость была от 11,8 до 41,1 шт./г, то у шестилетних производителей размах колебаний показателя составлял 13,2-23,3 шт./г.

В первом индустриальном поколении рабочая и относительная рабочая плодовитость самок была выше, чем в родительской генерации. У самок в возрасте 4+-5+ рабочая плодовитость составила в среднем 49,7 тыс. икринок, относительная рабочая плодовитость – 33,3 шт./г.

Размер овулировавшей икры. Средний диаметр овулировавших икринок самок волховского сига G₂₀₀₁ при половом созревании в возрасте 3+ был около 2,3 мм, масса – 7,0 мг. Изменчивость самок по среднему диаметру овулировавших икринок составила 4,5%, по массе икринок – 12,1%. Диапазон колебаний по этому признаку находился в пределах 2,1-2,4 мм. Показатели «масса икринки» и «диаметр икринки» коррелировали с массой тела самок ($r = 0,45$ и $0,32$, соответственно). У пятилетних самок диаметр икринок увеличился в среднем до 2,46 мм (по массе – до 7,6 мг), изменчивость самок по данному показателю снизилась. У производителей более старшего возраста увеличение размеров икры не наблюдалось.

В первом индустриальном поколении (G-1) средние размеры икры у самок, созревших в возрасте 4+-5+ были сходными с самками этого возраста из генерации G₂₀₀₁. Минимальный средний размер икринок у самок составил 2,2 мм, максимальный - 2,55 мм.

Цитокариологический анализ ранних эмбрионов. При оценке производителей маточных стад рыб одним из основных показателей является выживаемость икры. Визуальная оценка погибшей икры не дает возможность установить причину ее гибели. «Отход» на ранних стадиях развития является суммарным эффектом, смесью икринок, остановка развития которых обусловлена целым рядом причин, включающих неоплодотворенные икринки и эмбрионы, имеющие аномалии развития, в том числе генетические.

В этой связи для оценки выживаемости икры волховского сига первого индустриального поколения (G-1) нами был использован цитокариологический метод, позволяющий объективно оценить выживаемость эмбрионов на ранних стадиях развития, с оценкой характера хромосомных aberrаций, в том числе связанных с геномными мутациями. Цитокариологические характеристики зародышей, связанные с уровнем эмбриональной смертности (Кайданова, 1986), имеют достаточно высокий уровень наследования (Мантельман, 1982). В связи с этим они могут служить характеристикой родительских особей, в первую очередь, самок (Андрияшева и др., 1983). Нами был проведен анализ эмбрионов волховского сига первого индустриального поколения (G₁₂₀₀₈) на стадии средней бластулы. Исследования показали высокий процент оплодотворения, составивший 83%. На препаратах четко выделяются участки с нормальным дроблением. Небольшие нарушения развития были отмечены у 6% эмбрионов, также можно было выявить отдельные клетки с хромосомными нарушениями. Грубые нарушения митотического цикла, захватывающие десятки клеток, отмечались всего у 6% эмбрионов.

Результаты проведенных исследований показывают, что используемая технологическая схема выращивания волховского сига в индустриальных условиях обеспечивает реализацию высокого потенциала роста, свойственного данному виду. Высокий темп роста волховского сига в индустриальных условиях не оказывает отрицательного действия на темп гаметогенеза, их половое созревание происходит в сроки, свойственные рыбам, обитающим в естественной среде, но при больших размерах и массе тела.

У волховского сига индустриального стада отмечаются те же закономерности репродуктивных свойств, что и у сигов из природных популяций, отмечаемые рядом исследователей (Болотова, 1977; Решетников, 1980 и др.). Так, с возрастом и увеличением массы тела в прослеженных генерациях отмечалось увеличение рабочей плодовитости и размеров икринок. Однако, различия в основном касались средних показателей рабочей плодовитости и размера выметываемой икры у четырехлетних самок в сравнении с пятилетними. В дальнейшем, несмотря на увеличение размеров рыб, значение этих показателей менялось мало. Средние значения относительной плодовитости, с возрастом изменялись незначительно. В возрастном ряду производителей генерации G₂₀₀₁ 3+-4+-5+ отмечается снижение индивидуальной изменчивости самок по основным репродуктивным признакам – показателям рабочей плодовитости и относительной плодовитости, размеру икры, что свидетельствует о возрастании однородности производителей.

Таблица – Характеристика репродуктивных признаков самок волховского сига индустриального стада

Признаки	Исходное индустриальное стадо						Первое индустриальное поколение (2008 г.)		Самки из р. Волхов 2009 г.	
	3+ (2004 г.)		4+ (2005 г.)		5+ (2006 г.)		4+-5+		4+-5+	
	X ± m	Cv, %	X ± m	Cv, %	X ± m	Cv, %	X ± m	Cv, %	X	min-max
Масса, г	978,3±61,45	15,4	1355,0±60,13	23,3	1466,1±29,6	6,12	1835,0±95,6	19,7	1050	930-1200
Длина всего тела, см	44,2±0,36	2,0	50,03±0,692	7,2	52,5 ±0,38	1,9	54,3±0,83	5,7	48,5	47,5-49,4
Длина тела по Смитту, см	40,9±0,44	2,6	46,50±0,642	7,2	48,6±0,47	2,5	50,4±0,78	5,8	45,7	44,7-46,5
Коэффициент упитанности по Фульгону	1,6±0,05	7,6	1,52±0,027	9,2	1,4±0,04	7,1	1,6±0,04	8,6		
Рабочая плодовитость, тыс. шт.	21,1±3,14	36,4	27,68±1,887	34,8	26,4±1,95	19,6	50,0±4,65	34,8	36,5	22,5-44,1
Относительная рабочая плодовитость, шт./г	26,6±4,03	37,1	24,42±1,320	27,6	18,0±1,34	19,6	33,3±2,19	24,5	41,9	27,4-52,5
Масса икринки, мг	6,9±0,34	12,1	7,6±0,147	10,1	7,32±0,037	13,3	7,4±0,24	12,0	5,03	4,1-6,1
Диаметр икринки, мм	2,3±0,037	4,50	2,46±0,018	3,8	2,43±0,037	4,8	2,44±0,01	2,4	2,17	2,03-2,32

У производителей волховского сига индустриального стада наряду с достаточно высокой рабочей плодовитостью отмечаются более крупные размеры икры, встречающиеся уже у молодых производителей, по сравнению с самками из Волхова. Это один из важных показателей, поскольку, крупная икра обеспечивает выход более крупных эмбрионов, молодь обладает большей жизнеспособностью и более высоким темпом роста.

В природных популяциях рыб уменьшение размеров ооцитов является одним из механизмов, обеспечивающих увеличение плодовитости. Как в процессе формирования нерестового фонда ооцитов (потенциальной плодовитости), так и в процессе роста ооцитов завершающих фаз оогенеза (формирования зрелых икринок), важную роль играют условия среды и, в первую очередь, обеспеченность пищей. Очевидно, что увеличение размеров икринок у самок индустриального стада по сравнению с самками из природной популяции при достаточно высокой их рабочей плодовитости является следствием более полного использования видового репродуктивного потенциала в связи с благоприятными условиями содержания.

Цитокариологическое исследование ранних стадий развития икры волховского сига первого индустриального поколения показало большую долю развития и незначительную долю гибели икры, связанную с генетическими отклонениями.

Таким образом, стандартизация условий и обеспеченность пищевыми потребностями на протяжении всего жизненного цикла, начиная с личиночного возраста, положительно сказывается на процессах формирования половых продуктов и их качестве, что в конечном итоге определяет высокий репродуктивный потенциал индустриального маточного стада волховского сига. Выполненная цитокариологическая оценка раннего эмбрионального развития в первом индустриальном поколении волховского сига свидетельствует об удовлетворительном генетическом качестве его половых продуктов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Болотова Т.Т. О плодовитости и нересте сига-лудогы Ладожского озера // Рыбохозяйственное изучение внутренних водоемов. – Л., 1977. – № 19. – С. 40-45.

Кайданова Т.И. Выживаемость эмбрионов пеляди и их цитокариологическая характеристика. I. Степень хромосомных нарушений // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. – 1986. – Т.253. – С.11-118.

Князева Л.М., Костюничев В.В. Методические рекомендации по биотехнике выращивания рыбопосадочного материала сиговых. – Л.: ГосНИОРХ, 1991. – 30 с.

Князева Л.М., Костюничев В.В. Характеристика ремонтно-маточного стада волховского сига, созданного по индустриальной технологии ГосНИОРХ // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. – 2007. – Вып. 336. – С. 221-236.

Костюничев В.В., Князева Л.М., Шумилина А.К. Методические рекомендации по выращиванию и формированию ремонтно-маточных стад сиговых рыб (пелядь, чир, муксун) в индустриальных условиях на искусственных кормах. – СПб: ГосНИОРХ, 2001. - 27 с.

Малашкин Н.Н. Рыбоводно-биологическое обоснование искусственного воспроизводства сигов Ладожского озера : Отчет НИР/ГосНИОРХ. – Л., 1985. - 56 с.

Мантельман И.Н. Выживаемость пеляди в раннем онтогенезе // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. – 1982. – Вып. 183. – С. 148-164.

Правдин И.Ф. Сиги водоемов Карело-Финской ССР. – М.-Л.: 1954. – 324 с.

Решетников Ю.С.. Экология и систематика сиговых рыб. – М.: Наука, 1980. –301 с.

Титенков И.С. Пути восстановления промысловых запасов волховского сига // Сырьевые ресурсы внутренних водоемов Северо-Запада. – Петрозаводск: 1968. – Т. V. – Вып. 1. – С. 295-298.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СИГОВОДСТВА В АЛТАЙСКОМ КРАЕ

Веснина Л.В.

ФГУП Алтайский научно-исследовательский институт водных биоресурсов и аквакультуры
(ФГУП Алтайский НИИ ВБАК)

На внутренних водоемах восстанавливается хозяйственный интерес к производству рыбной продукции методом «пастбищного выращивания» с использованием для нагула рыб малых высокопродуктивных озер. По особенностям гидрологического режима водоемы юга Западной Сибири отнесены к карпово-сиговой зоне озерного рыбоводства (Мухачев, 1989).

Ретроспектива рыбоводных работ. Первым объектом интродукции сиговых рыб в водоемы Алтайского края в 1963 г. был уральский рипус, по опыту успешной интродукции рипуса в оз. Сартлане предполагалась его акклиматизация в Бурлинских озерах. Плотность посадки личинок была относительно высокой: в оз. Песчаное и оз. Малое Топольное – 2,2 и 1,6 тыс. экз./га, соответственно.

Вселение было успешным только в Песчаном, где сеголетки рипуса имели средний вес 63 г, двухлетки – 139 г; в 1965 г. был отмечен их нерест. Однако, акклиматизации вида не произошло, рипус был частично отловлен или погиб от замора зимой 1966-1967 гг.

Вселение пеляди было начато весной 1966 г. (оз. Долгое, Кривое, Бакланье, Завьяловская система озер) и продолжалось до 1992 г. Всего для этих целей было использовано 10 равнинных озер. Кроме пеляди и рипуса, проводились работы по вселению сига-лудог, ряпушки, байкальского омуля, муксуна. Ежегодное зарыбление сиговыми рыбами осуществлялось на 10-15 тыс. га озерной площади, их суммарный улов за указанный период составил 1171 т. В среднем ежегодно добывали около 50 т товарной рыбы. Устойчивый хозяйственный эффект был достигнут при выращивании пеляди в Бурлинских и Кулундинских озерах.

Из 42-х случаев посадки пеляди в 11-ти произошла гибель личинок на стадии рассасывания желточного мешка, в 12-ти наблюдалось явное угнетение роста и только в 19-ти случаях получен хозяйственный эффект. Статистическая обработка результатов выращивания пеляди в условиях равнинной территории края показала особую роль значения максимальных глубин водоемов. Гибель личинок происходит при глубине менее 2,3 м; угнетение роста – менее 2,9 м. Для получения положительного хозяйственного эффекта глубина должна быть более 3,5 м. При выращивании пеляди характерна высокая вариабельность показателей роста одновозрастных рыб: по многолетним наблюдениям в различных озерах средняя масса выращиваемых сеголеток была 37-149 г, двухлеток – от 112 до 735 г.

Определенный интерес представляют итоги многолетнего выращивания пеляди в оз. Горько-Лебедянском (таблица) (Верхне-Кулундинская система озер, площадь – 3,1 км², глубина средняя – 2,3 м, максимальная – 4,5 м, коэффициент развития береговой линии – 2,5, общая минерализация – 4,1 г/л).

Таблица – Итоги выращивания пеляди в Горько-Лебедянском (1972-1989 гг.)

Показатели	Средние значения	Разброс
Плотность посадки личинок, тыс.экз./га	6,1	(3,5 – 15,5)
Улов товарной рыбы, т:		
товарных сеголеток	2,6	(0,4 – 9,6)
товарных двухлеток	11,9	(0,5 – 74,2)
Улов товарной рыбы, кг/га	28,1	(1,3 – 209)
Средняя масса товарной рыбы, г		
сеголеток	95	(37 – 134)
двухлеток	323	(165 – 650)

Анализ приведенных данных показывает, что при многолетнем выращивании пеляди даже в кормных по зоопланктону озерах (во все периоды наблюдений за ростом рыб биомасса остаточного зоопланктона была более $1,0 \text{ г/м}^3$) четко проявляется тенденция снижения массы пеляди при ее продолжительном выращивании: максимальные показатели роста были характерны только для первых трех-четырех лет выращивания. Видимо, для организации выращивания товарной рыбы необходимо по типу прудовых хозяйств предусматривать своеобразие «летование» нагульных озер и через трехлетний цикл выращивания предусматривать двухлетний перерыв.

При отработке технологии зарыбления озер показана возможность раннего зарыбления личинками пеляди и нецелесообразность искусственной задержки сроков инкубации икры. Специальные исследования на озерах края в течение трех лет показали наличие доступной для личинок биомассы кормовых организмов уже в последней декаде апреля на всех участках, частично освободившихся ото льда (оз. Долгое – 24,2 тыс. экз./м³, оз. Бакланье – 115,1; оз. Кривое – 77,0; оз. Придорожное – 126,2 тыс. экз./га). Вселение личинок в свободные от льда закраины проводится обязательно рассредоточено, в нескольких местах, наиболее защищенных от ветра и от последующей подвижки льда, с песчаным дном и умеренным развитием водной растительности, что значительно уменьшает угрозу их выедания хищными беспозвоночными. Практика раннего вселения показала, что вегетационный период выращивания увеличивается на 10-15 суток.

В Алтайском крае была показана возможность двукратного использования прудов-спутников, построенных непосредственно у береговой линии озер. Ранней весной пруды использовались для подращивания личинок сиговых рыб, оптимальной оказалась плотность посадки личинок около 500 тыс. экз./га. За 30-40 суток подращивания средняя масса личинок достигает 500 мг, выход в хорошо спускных прудах – 50%. Во втором этапе пруды используются для выращивания молоди карповых рыб.

Создание маточных стад сиговых рыб в Алтайском крае. Первые попытки создания маточного стада пеляди были проведены в Песчаном в начале 80-х годов. Икра, собранная от созревших в условиях миксогалинного водоема двухлеток и трехлеток (содержание солей в Песчаном колеблется в пределах $1,0\text{-}3,0 \text{ г/л}$), практически не дала жизнеспособного потомства. Использование для создания маточного стада пеляди пресноводных, окунево-плотвичных озер Большой Уткуль, Белого и Красиловского не дало эффекта при зарыблении их сиговыми вследствие пресса аборигенной ихтиофауны, так как подращивание личинок на акватории не проводилось. Не был получен положительный результат при формировании маточного стада в нагульных прудах рыбсовхоза «Бирюкса» вследствие их проточности и наличия аборигенной малоценной ихтиофауны. На стадии разработки остались предложения Алтайской озерно-речной лаборатории (ныне Алтайский филиал ФГУП «Госрыбцентр») СибрыбНИИпроекта по формированию маточного стада пеляди в Склюихинском водохранилище. Этот водоем по всем параметрам вполне соответствует требованиям, необходимым для выращивания маточного стада сиговых рыб: акватория – 680 га, глубины – 10-12 м, общая минерализация – в пределах 500 мг/л , биомасса зоопланктона по многолетним наблюдениям – в пределах $2,7\text{-}14,4 \text{ г/м}^3$.

С биологических позиций положительно закончилась акклиматизация сегов в безрыбные горные озера междуречья Чуи и Башкауса в Улаганском аймаке (оз. Сарулу-Коль, Талды-Коль и Узун-Коль, Республика Алтай). С 1972 г. проводились несистематические зарыбления этих озер личинками пеляди и муксуна. Фактическое отсутствие хищников, относительно высокая биомасса зоопланктона и обширные нерестовые площади обеспечили хорошую выживаемость вселенцев и быстрое наращивание численности местных поколений сеговых. Благоприятные условия воспроизводства и недостаточно активная регулирующая роль промысла обусловили в последующие годы явное перенаселение этих озер, что отрицательно повлияло на темп роста и плодовитость. Так, биомасса зоопланктона через 5-7 лет после вселения пеляди снизилась в 8-10 раз; средняя масса трехлеток пеляди в оз. Сарулу-Коль уменьшилась с 912 г (1974 г.) до 48 г (1984 г.), т.е. за 10 лет масса тела пеляди в

возрасте 2+ уменьшилась в 15-19 раз (Гундризер, Попков, 1991). Неоднократные попытки заготовки икры на озерах Горного Алтая, которые предпринимал Алтайрыбпром, были низкоэффективны. При высоких затратах объемы заготовки икры не превышали 1-3 млн шт.

В настоящее время изучается возможность создания маточного стада сигов в горных озерах Усть-Коксинского района (оз. Красное).

О концепции развития сиговодства в Алтайском крае. Несмотря на некоторые успехи сиговодства в водоемах Алтайского края, следует признать, что задача устойчивого внедрения сиговых рыб в практику рыбоводных работ не решена. Главным составляющим концепции развития сиговодства в крае, по-нашему мнению, должны стать:

- создание устойчивой базы для получения собственного посадочного материала; водоемы Горного Алтая, учитывая опыт создания маточного стада пеляди на Улаганских озерах, полностью не могут обеспечить потребности в икре сиговых; нужно настойчиво добиваться организации специализированного сигового маточного хозяйства на Склюихинском водохранилище;

- проведение современного кадастра озер, пригодных для разведения сигов в режиме однолетнего или двухлетнего выращивания; определить ежегодные потребности края в посадочном материале;

- внедрить контроль за использованием посадочного материала и исключить зарыбление озер без необходимого обоснования;

- восстановить пруды-спутники на озерах и зарыблять окунево-плотвичные озера только подрощенными личинками;

- учитывая наличие различных соляных озер, заселенных рачком артемией, провести опыт выращивания пеляди с использованием биомассы рачков;

- восстановить научно-исследовательские и прикладные работы по проблеме сиговодства в Алтайском крае.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Гундризер А.Н., Попков В.К. Особенности экологии пеляди на разных этапах акклиматизации в озерах Алтае-Соянского нагорья // Рыбопродуктивность озер Западной Сибири. – Новосибирск, 1991. – С. 40-46.

Мухачев И.С. Озерное рыбоводство. – М.: Агропромиздат, 1989. – 162 с.

ОПЫТ ВЫРАЩИВАНИЯ МОЛОДИ СИГОВЫХ ДЛЯ ЗАРЫБЛЕНИЯ ОЗЕРА ЧАНЫ

Визер Л. С.

*Филиал ФГУП «Государственный научно-производственный центр рыбного хозяйства»
Западно-Сибирский научно-исследовательский институт водных биоресурсов и
аквакультуры (ЗапСибНИИВБАК)*

Озеро Чаны (184,5 тыс. га) – уникальная система водоемов, занимающая особое место в пастбищном рыбоводстве Западно-Сибирского региона.

Аборигенная ихтиофауна Чаны состоит из тугорослых видов рыб, в основном, бентофагов. Зоопланктон используется местной ихтиофауной только на ранних стадиях развития. Продукция зоопланктона за сезон потребляется рыбами только на 5-10%, главным образом в пресноводной части – в оз. Малые Чаны и частично в Чиняихинском плесе (Визер, 1996).

С учетом кормовых ресурсов Чаны может ежегодно давать до 15 тыс. т товарной рыбы (Константиныди и др., 1983). Перспектива увеличения уловов возможна за счет создания управляемого рыбного хозяйства, которое предполагает искусственное воспроизводство и вселение ценных видов рыб – планктофагов. В конце прошлого столетия в системе оз. Чаны были опробованы две технологии вселения предварительно выращенной

молоди сигов-планктофагов: из солоноватых отчлененных заливов и из пресноводного озера-спутника Урюма.

Наиболее предпочтительным для целей выращивания было признано озеро-спутник Урюм, расположенное на р. Чулыме, впадающей в оз. Малые Чаны. Озеро зарегулировали двумя шлюзами: в месте впадения в него Чулыма и в месте, где река выходит из озера. Уровень в озере благодаря этому поднялся на 40 см. Излишки паводковых вод сбрасывались по отводному каналу, построенному вдоль юго-западного берега в русло Чулыма ниже нижнего шлюза. Площадь оз. Урюма после наполнения до необходимого уровня составляла 9,0 тыс. га.

В отчлененных заливах, таких как Домашняя и Квашниха, которые расположены на осолоненном Тагано-Казанцевском плесе (7-8 г/л) выращивание сиговых было признано менее эффективным из-за незначительного количества сеголетков (до 6 млн шт.), несмотря на высокую выживаемость – 43% (Вдовченко и др., 1981).

Озеро Урюм начало функционировать как питомный водоем с 1983 г. Зарегулирование и заморы в зимний период способствовали тому, что весной, к моменту зарыбления молодью сиговых, водоем был практически свободен от хищных рыб. Это в немалой степени способствовало высокой выживаемости личинок сиговых. Основу посадочного материала, как правило, составляли личинки пеляди (до 50%), но были также омуль, ряпушка, муксун, сиг, гибрид муксуна и пеляди. В питомнике наблюдалось также достаточно большое количество молоди местных видов рыб: плотвы и язя.

До зарегулирования видовой состав зоопланктона Урюма в течение лета насчитывал всего 7 видов. Доминировал в течение вегетационного периода мелкий ветвистоусый рачок *Chydorus sphaericus* Müller. Часто встречающимися видами были *Daphnia longispina* Müller, *Leptodora kindtii* (Focke), *Mesocyclops leuckarti* Claus. Озеро относилось к классу средней трофности, β-мезотрофному типу: максимальная биомасса составляла 7,1 г/м³, средняя – 5,5 г/м³.

В первые годы после зарегулирования Урюма биомасса зоопланктона была примерно на том же уровне, что и до зарегулирования, однако видовой состав стал более многочисленен и разнообразен: в 1983 г. было отмечено 28 видов, а в 1985 г. – 20. Наиболее многочисленными были *Brachionus variabilis* Hempel, *D. longispina*, *M. leuckarti*. Впоследствии продуктивность зоопланктона этого водоема резко возросла и превышала 20 г/м³ (таблица 1), достигая в отдельных участках 50,0 – 56,5 г/м³. Основу биомассы всегда, за исключением ранне-весеннего и поздне-осеннего периодов, составляла *D. longispina*. В 1988-1990 гг. в зоопланктоне насчитывалось уже 33 вида.

Таблица 1 – Средние за вегетационный сезон численность (N, тыс. экз./м³) и биомасса зоопланктона (B, г/м³) в Урюме

Таксономические группы	Показатели	1983 г.	1985 г.	1988 г.	1989 г.	1990 г.
Коловратки	N	9,38	9,96	22,30	21,90	39,20
	B	0,05	0,06	0,02	0,05	0,11
Ветвистоусые ракообразные	N	139,23	142,12	50,11	84,50	107,00
	B	3,86	5,04	4,37	19,14	21,12
Веслоногие ракообразные	N	46,78	54,58	61,50	147,00	105,80
	B	0,68	1,21	1,22	1,86	1,37
Итого:	N	195,39	206,65	133,20	253,40	251,90
	B	4,59	6,31	5,39	21,05	22,38

Выпуск личинок в питомник производился в первой декаде мая, выращивание молоди заканчивалось в сентябре-октябре. Следует отметить, что до выпуска в открытый водоем личинки сиговых две недели выдерживались в специально подготовленных садках. Биомасса

зоопланктона в садках была выше в три раза, чем в водоеме и достигала 5,1 г/м³. Личинки начинали питаться яйцами коловраток и мелкими водорослями. Общий индекс наполнения кишечника в этот период находился в пределах от 6 до 13‰. Впоследствии, после выпуска из садков, в пище сиговых появлялись мелкие коловратки, неполовозрелые стадии циклопов и молодь дафний. Общий индекс наполнения в это время достигал 155‰.

К концу мая личинки распространялись по всему озеру, активно питались крупными коловратками, дафниями и циклопами и имели очень высокие индексы наполнения – от 830 до 1500‰. В июне-августе индексы наполнения кишечника несколько снижались, оставаясь на достаточно высоком уровне, достигая 600-700‰. Спектр питания у вселенцев был достаточно широкий, включая более половины видового состава зоопланктона. У молоди местных видов рыб наблюдалось предпочтительное отношение в питании к 3-4 формам зоопланктона.

Все виды молоди рыб конкурировали между собой в питании. В июне индексы пищевого сходства у пеляди с гибридом составляли 89, у пеляди с омулем – 88. В июле индексы пищевого сходства у пеляди с язем равнялись 10, у ряпушки с язем – 27, у ряпушки с плотвой – 15, у пеляди с ряпушкой – 1,9, у пеляди с омулем – 52, у пеляди с гибридом – 67, у пеляди с сегом – 45, у пеляди с плотвой – 58. В августе и сентябре индекс пищевого сходства пеляди с плотвой увеличился до 86, с ряпушкой – до 79, с язем – до 66, с омулем – до 89; с гибридом - снизился до 61. Кормовой коэффициент в зависимости от года был от 2,9 до 9,5.

В конце июля-начале августа молодь пеляди по естественному руслу перепускалась в Малые Чаны. Потом переходила на другие, более осолоненные участки Чаны и активно их осваивала.

В Чаны этого периода наблюдалось снижение численности и биомассы зоопланктона по сравнению с 1974 г. в пять раз, по сравнению с аналогичными показателями 1980 г. – в два раза. Наблюдалось снижение численности доминирующих видов: в пресноводных плесах – *D. longispina*, на солоноватоводных плесах – *Moina microphtalma* Sars. Тем не менее, общая численность зоопланктона в летний период достигала значительных величин и была в пределах от 122,3-463,3 тыс. экз./м³. Биомасса зоопланктона в отдельных плесах достигала величин от 4,3 до 10,1 г/м³. Пелядь хорошо росла и за 2-3 года превосходила в весе одновозрастную пелядь из других водоемов (таблица 2).

Таблица 2 – Весовая характеристика пеляди при выращивании в озерах, г

Озера	Возраст			Авторы
	1+	2+	3+	
Чаны	280 – 396	415 – 745	715 – 830	Воскобойников и др., 1986
Сырковое		192 – 215	343 – 495	Судаков, 1990
Борисово	155	395	693	Мельничук, 1982
Жемчужное	67	145	242	Мельничук, 1982
Глубокое	179 – 260			Ирискина и др., 1985
Яровское	172 – 200			Ирискина и др., 1985
Безрыбное	221			Ирискина и др., 1985

Программой работ было предусмотрено, что питомник ежегодно будет давать 90 млн экз. выращенной до 4-5 г молоди пеляди и муксуна, что обеспечит вылов сиговых рыб в Чаны в пределах 2 тыс. т (Константиныди и др., 1983). Расчет возможного количества посадочного материала для Урюма давался с учетом потребления зоопланктона местными видами рыб, которые могли проникать в озеро с паводковыми водами в период его заполнения до проектной отметки. Эта величина составляла от 2 до 4 тыс. экз./га разновозрастных рыб или 18-36 млн экз. сеголетков, в основном, язя и плотвы.

Из-за недостатка посадочного материала в Урюме ежегодно высаживалось разное количество личинок сиговых. За 8 лет эксплуатации Урюма в качестве питомника (с 1983 по

1990 гг.) максимальный объем зарыбления был в 1987 г. – 335,0 млн экз. В среднем ежегодно в Урюме зарыблялось 101,3 млн экз. личинок. Всего за это время было зарыблено 810,5 млн экз. личинок сиговых видов рыб.

Опыт первых лет эксплуатации Урюма показал, что выход сеголетков сиговых составлял не 25%, как это предусматривалось проектом, а 32,5-73,5%, а средняя масса составляла от 19 до 56 г (Константиныди и др., 1983). В последующие годы эта ситуация сохранилась. Промысловый возврат составил 626,3 т или 0,9 т от 1 млн экз. посаженных личинок. Эффект от вселения личинок сиговых был замечен на Чаны с 1985 по 1989 гг., при котором вылов сиговых в Чаны достигал от 50 до 250 т (Визер и др., 1991).

Приспособление Урюма под питомный водоем для выращивания жизнестойкой молоди сиговых рыб и, за счет этого, повышение эффективности использования кормовой базы Чаны вполне себя оправдало. Также, как и предполагалось, в результате рыбоводно-мелиоративных мероприятий был получен положительный рыбоводный эффект по улучшению воспроизводства местных видов рыб. Так, в 1985 г. в Урюме, вместе с паводковыми водами весной заходили производители плотвы, язя и окуня, которые успешно здесь нерестились и нагуливались в течение лета. К концу сезона численность сеголетков язя составляла 0,4 млн экз., плотвы – 8,5 млн экз. и окуня – 5,1 млн экз.

Подращивание молоди сиговых для Чаны с использованием пресноводного оз. Урюма даже не на полную мощность, не только дает значительную добавочную рыбную продукцию за счет сиговых, но и стабилизирует уловы аборигенных видов рыб.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Визер Л. С. Продуктивность зоопланктона оз. Чаны и потенциальные возможности водоема для выращивания рыб-планктофагов // Биологические ресурсы и проблемы развития аквакультуры на водоемах Урала и Западной Сибири. – Тюмень, 1996. – С. 32-34.

Константиныди К. И., Злоказов В. Н., Сецко Р. И., Феоктистов М. И. Опыт реконструкции рыбного хозяйства Новосибирской области. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 64 с.

Вдовченко А. В., Воскобойников В. А., Померанцева Д. П. Сверхплотные посадки при подращивании пеляди в питомнике «Домашний» для зарыбления оз. Чаны // 2-е Всесоюзное совещание по биологии и биотехнике разведения сиговых рыб. – Петрозаводск: КФ АН СССР, 1981. – С. 159-161.

Воскобойников В. А., Гундризер А. Н., Иоганзен Б. Г., Кононов С. Ф., Крайнов В. М., Кривошеков В. М., Нестеренко Н. А., Малышев Ю. М., Феоктистов М. И., Щенев В. А. Общий очерк ихтиофауны озера Чана // Экология озера Чана. – Новосибирск: Наука, 1986. – С. 158-197.

Судаков В. М. О росте пеляди из оз. Сырковое // Тез. Докладов четвертого Всесоюзного совещания по биологии и биотехнике разведения сиговых рыб. – Л., 1990. – С. 105.

Мельничук Г. Л. Питание и рост пеляди в разнотипных водоемах за пределами естественного ареала // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. – 1982. – № 182. – С. 3-20.

Ирискина Т. А., Самусина В. В., Ниязов Н. С., Попов Н. Я Опыт выращивания рыбопосадочного материала в заморных озерах Тюменской области // ЦНИИТЭИРХ. – 1985. – № 2. – С. 96-97.

Визер Л. С., Воскобойников В. А., Феоктистов М. И. Биологические аспекты эксплуатации оз. Урюм // Рыбопродуктивность озер Западной Сибири. – Новосибирск: Наука, Сибирское отделение, 1991. – С. 193-198.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ СИГОВОДСТВА НА ЮГЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Егоров Е.В., Ростовцев А.А., Зайцев В.Ф.

*Филиал ФГУП «Государственный научно-производственный центр рыбного хозяйства»
Западно-Сибирский научно-исследовательский институт водных биоресурсов и
аквакультуры (ЗапСибНИИВБАК)*

Юг Западной Сибири располагает значительными водными площадями, пригодными для товарного выращивания сиговых рыб. Наиболее перспективным видом среди сиговых в местных условиях, как и в водоемах других регионов страны, в силу целого ряда причин признана пелядь. При этом, повышенная минерализация воды, характерная для большинства промысловых водоемов региона, отрицательно влияет на качество половых продуктов пеляди, что препятствует ее естественному воспроизводству в местных условиях (Сецко, Гаврилова, 1976; Кондратьев, 1991). Учитывая наличие в 60-70-х годах прошлого столетия в р. Оби мощного промыслового стада пеляди, Новосибирским отделением СибрыбНИИпроект (в настоящее время – ЗапСибНИИВБАК) была разработана технология сбора рыбоводной икры этого вида непосредственно на местах нерестового хода (Средняя Обь). Расчеты показали, что при изъятии промыслом до 30% численности нерестовых популяций, с учетом всех потерь рыбы и икры при отсадке и выдерживании, в пределах Томской области ежегодно можно заготавливать от 0,7 до 3,0 млрд шт. рыбоводной икры, что полностью покрывает потребности региона. Фактический объем заготавливаемой икры в 70-80-х годах прошлого века колебался в пределах 150-700 млн шт. (Злоказов и др., 1983).

Для инкубации икры сиговых в Новосибирском рыбопитомнике (НРП), расположенном в Алтайском крае, построен специальный цех, мощностью до 700 млн шт. икры. Оптимальный химический состав воды (источник водоснабжения хозяйства – р. Обь) и отработанная технология инкубации позволяют получать при закладке качественной рыбоводной икры хорошие результаты. В течение основного периода инкубации температура воды в системе цеха поддерживается в пределах 0,1-0,2°C, что позволяет задерживать массовый выклев личинок до наступления наиболее благоприятных условий в водоемах вселения.

Накопленный опыт интродукции сиговых в новые водоемы убедительно доказывает, что выпуск непродрощенных личинок непосредственно в выростные водоемы является в большинстве случаев малоэффективным. В связи с этим была разработана технология выращивания молоди сиговых, учитывающая специфику конкретного водоема (подращивание личинок в аппаратах ВНИИПРХ с использованием в качестве стартового корма науплий артемии, выращивание мальков в садках специальной конструкции, выращивание сеголетков в специально приспособленных озерах-спутниках и отчлененных заливах выростных водоемов) (Злоказов и др., 1986; Воскобойников, 1997; Визер и др., 2001).

Внедрение перечисленного комплекса рыбоводных мероприятий позволило довести годовые уловы сиговых рыб в водоемах Новосибирской области до 200-1000 т. Однако уже к началу 90-х годов прошлого столетия наметилось снижение этого показателя.

Анализ работ по выращиванию товарной пеляди за последние несколько лет позволяет говорить не только о перспективности товарного сиговодства в регионе, но и об ограничивающих его причинах. Основной проблемой в настоящее время является дефицит рыбопосадочного материала, причем с каждым годом она не только не находит своего решения, но и все более усугубляется. Рыбоводная икра сиговых рыб, заготавливаемая на Средней Оби силами новосибирских рыбоводов, инкубируется в других регионах, и полученные личинки используются для зарыбления водоемов этих же регионов. В связи с этим, Новосибирский рыбопитомник, основной производитель личинок сиговых рыб на юге Западной Сибири, в последние годы либо не работает, либо инкубирует крайне мало икры.

В 2007 г. в Новосибирской области введен в эксплуатацию инкубационный цех Криводановского экспериментального рыбоводного пункта (КЭРП). Однако, в настоящее время мощность этого цеха сравнительно невелика (15-20 млн экз. личинок пеляди). Кроме того, в цехе отсутствует какая-либо система охлаждения воды, вследствие чего выклев личинок речной пеляди происходит уже во второй декаде апреля, т.е. прежде, чем на озерах региона сформируются благоприятные условия для вселения личинок. Поскольку личиночный цех в хозяйстве отсутствует, личинки после кратковременного выдерживания (1-2 сут.) используются для зарыбления Оби.

Результаты инкубации икры пеляди в цехах региона за последние 5 лет приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Инкубация икры пеляди в рыбоводных хозяйствах юга Западной Сибири

Сезон инкубации	Инкубационный цех	Заложено икры, млн шт.	Выход личинок	
			млн экз.	%
2004-2005 гг.	НРП	49,4	28,4	57,5
2005-2006 гг.	-	-	-	-
2006-2007 гг.	НРП	38,2	22,5	58,9
2007-2008 гг.	НРП	16,8	11,8	70,2
	КРЭП	10,8	7,2	66,7
2008-2009 гг.	НРП	20,3	10,4	51,2
	КРЭП	24,2	13,9	57,4

Естественно, такой объем рыбопосадочного материала не способен удовлетворить потребности региона, оценивающиеся в 300-350 млн экз. личинок сиговых рыб. Необходимо принять меры как по увеличению объемов сбора икры, так и по соблюдению биотехнических нормативов ее получения, хранения и транспортировки. Для кардинального решения вопроса, на наш взгляд, требуется: увеличить количество баз сбора на Средней Оби; провести их соответствующее обустройство и техническое оснащение; создать специализированную рыбоводную организацию по типу Сибирской рыбоводно-акклиматизационной станции. Разумеется, необходимым условием заготовки икры в большом объеме является возможность отсадки достаточного количества производителей.

В целом, считаем, что при выполнении этих условий количество произведенных жизнестойких личинок пеляди может ежегодно составлять не менее 350 млн экз., что позволит значительно увеличить масштабы выращивания товарной пеляди на водоемах региона.

В первую очередь, принципиальное повышение объемов пастбищного нагула сиговых в ближайшей перспективе может быть получено при использовании самого крупного рыбохозяйственного водоема региона – оз. Чаны. Однако для этого необходим ежегодный выпуск в озеро 90 млн экз. молоди массой 4-5 г, для чего требуется не менее 250 млн экз. личинок и 5-10 тыс. га питомных площадей. В настоящее время в распоряжении рыбохозяйственных организаций Новосибирской области нет ни того, ни другого.

Из-за отсутствия рыбопосадочного материала в последние годы не зарыбляются и многочисленные малые и средние озера региона, с хорошими кормовыми ресурсами и малоценной ихтиофауной, пригодные для однолетнего нагула пеляди, причем заморный характер этих водоемов позволяет проводить зарыбление личинками.

Единственный водоем в Новосибирской области, который в последнее время периодически используется для товарного выращивания сиговых рыб (пеляди) – оз. Сартлан.

Сартлан (площадь – 23 тыс. га) является одним из важнейших рыбопромысловых водоемов юга Западной Сибири. До начала рыбоводных работ оз. Сартлан относилось к плотвично-окуневым водоемам с рыбопродуктивностью около 30 кг/га. Внедрение пеляди в поликультуру Сартлана обеспечило получение ценной рыбной продукции за счет потребления зоопланктона, который до этого использовался малоценной аборигенной

ихтиофауной. Результаты гидробиологических исследований показали возможность ежегодного производства товарной пеляди в объеме 18 кг/га, или 400-420 т с общей площади водоема при необходимом объеме зарыбления 8-10 млн экз. молоди средней массой не менее 5 г (для подращивания молоди используется питомное озеро-спутник Малый Сартлан площадью 490 га). В 80-х годах прошлого века при проведении масштабных рыбоводных работ в Сартлане вылавливалось от 700 до 1355 т рыбы, в среднем 850 т, из них на долю рыбоводной продукции приходилось от 26,6 до 98,4%.

Однако, дефицит личинок пеляди привел к тому, что даже этот водоем либо совсем не зарыбляется, либо зарыбляется в недостаточном объеме. Результаты подращивания молоди пеляди в питомном оз. М. Сартлане представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Выращивание рыбоводной молоди пеляди в питомном оз. М. Сартлане

Годы	Посадка личинок, млн экз.	Выход молоди		Средняя масса молоди, г
		млн экз.	%	
2005	5,8	2,7	46,6	2,5
2006	-	-	-	-
2007	-	-	-	-
2008	10,3	3,1	30,1	12,8
2009	10,2	3,3	32,3	5,8

Вследствие сокращения объемов рыбоводных работ, уловы в озере значительно снизились и не превышают 500-650 т. При этом, ухудшился качественный состав добываемой рыбы, снизилась доля ценных быстрорастущих видов, в т. ч. пеляди (таблица 3).

Таблица 3 – Уловы рыбы в Сартлане

Годы	Единицы измерения	Всего	В т. ч. аборигенные виды	В т. ч. рыбоводные объекты	
				Сазан	пелядь
2004	т	594,7	558,3	32,4	4,0
	%	100	93,9	5,4	0,67
2005	т	499,3	468,9	22,7	7,7
	%	100	94,0	4,5	1,5
2006	т	627,0	586,9	38,4	1,7
	%	100	93,6	6,1	0,3
2007	т	680,8	636,6	44,2	-
	%	100	93,5	6,5	-
2008	т	568,6	535,9	32,6	0,09
	%	100	94,3	5,7	0,02

Аналогичная ситуация в сиговодстве складывается и в Омской области. Водный озерный фонд Омской области насчитывает 2430 водоемов. При этом, основная их часть представлена озерами площадью менее 1000 га (Певнев, 2006). Площадь более 1 тыс. га имеют всего 2 водоема: оз. Ик площадью 6,6 тыс. га и оз. Салтаим-Тенис (19,9 тыс. га).

Практика многолетнего выращивания пеляди и других сигов в озерах Омской области показала большие возможности этих видов для повышения рыбопродуктивности озер и создания устойчивой сырьевой базы. В 1977-1983 гг. вылов сиговых рыб за счет пастбищной аквакультуры достигал в среднем 207,5 т в год, при максимальном вылове 452 т (1981 г.). К сожалению, ослабление рыбохозяйственной деятельности в 1990-2000-е годы (снижение объемов вселяемой молоди, сокращение рыбохозяйственных исследований и прочее) привело к снижению производства этих ценных видов рыб. В последние годы для товарного

выращивания сиговых используется только оз. Салтаим-Тенис, причем результаты явно неудовлетворительны: годовой вылов товарной пеляди колеблется от 0,03 до 10,2 т при объеме зарыбления 1,1-13 млн экз. личинок.

Томская область по своим климатическим характеристикам и особенностям озерного фонда малоперспективна для прудовой и пастбищной аквакультуры, однако играет огромную роль в рыбоводстве региона как поставщик рыбоводной икры ценных рыб Обского бассейна, в первую очередь, сиговых видов. Даже в настоящее время, когда сбор икры осложняется не только проблемами, связанными с колебаниями численности нерестовых стад, но и финансово-техническими трудностями организации баз сбора, среднегодовой объем заготовленной рыбоводной икры оценивается не менее, чем 100 млн шт. Это позволяет говорить о Томской области, как важном звене в развитии аквакультуры региона. В настоящее время институтом ЗапСибНИИВБАК подготовлено рыбоводно-биологическое обоснование на строительство в Томской области сигового рыбоводного завода мощностью 100 млн экз. личинок, с целью производства рыбопосадочного материала для поддержания численности этих видов в Оби.

Особо следует остановиться на проблеме массового расхищения товарной продукции браконьерами и рыбаками рыбодобывающих организаций. По неофициальным данным, масштабы хищений в настоящее время значительно превышают учтенный вылов и делают заведомо нерентабельным процесс товарного выращивания. Для решения этого вопроса, на наш взгляд, необходимо как усиление работы со стороны правоохранительных органов, в первую очередь рыбоохраны, так и применение мер экономического характера (повышение материальной заинтересованности рыбаков). Это подтверждается результатами производства товарной пеляди на Сартлане в 2003 г.: при усилении контроля со стороны руководства Барабинского рыбозавода рыбаками сдано 98,0 т (в 2000-2002 гг. этот показатель колебался от 1,3 до 31,4 т).

В целом, итоги работ по повышению производства пеляди в озерах юга Западной Сибири позволяют сделать вывод, что эффективное использование потенциала этих водоемов и увеличение выращивания товарной пеляди до 4-5 тыс. т в год может быть обеспечено только при решении следующих задач:

1. Увеличение производства рыбопосадочного материала (за счет повышения эффективности использования баз сбора икры на Средней Оби и инкубации икры в цехах региона).
2. Зарыбление крупных нагульных водоемов молодь с навеской, исключаящей ее уничтожение хищниками, для чего необходимо обустройство соответствующих питомных водоемов.
3. Организация однолетнего нагула в перспективных малых и средних водоемах.
4. Предотвращение браконьерского и неучтенного лова товарной рыбы.

Невыполнение этих условий делает существенное повышение уловов сиговых в регионе в ближайшей перспективе маловероятным.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Визер Л.С., Воскобойников В.А., Щенев В.А. Выращивание товарной пеляди в озере Чаны // Биология, биотехника разведения и промышленного выращивания сиговых рыб. – Тюмень, 2001. – С. 33-36.

Воскобойников В.А. Опыт подращивания молоди сиговых в отчлененных заливах озера Чаны // Биологическая продуктивность водоемов Западной Сибири и их рациональное использование. – Новосибирск, 1997. – С. 237-238.

Злоказов В.Н., Рудов В.А., Шумилова Е.С. Биологические основы, итоги и перспективы развития баз сбора икры сиговых в среднем течении р. Оби // Биологические основы рыбного хозяйства Западной Сибири. – Новосибирск: Наука, 1983. – С. 22-24.

Злоказов В.Н., Ермолаев В.И., Прусевич Л.С., Рудов В.А. Экологические основы комплексного рыбохозяйственного использования оз. Сартлан // Рыбное хозяйство. – 1986. – № 4. – С. 23-24.

Кондратьев А.К. Особенности гаметогенеза, полового цикла и оценка репродуктивной способности пеляди, выращиваемой в больших озерах с соленой водой // Рыбопродуктивность озер Западной Сибири. – Новосибирск: Наука, 1991. – С. 115-122.

Певнев И.Г. Проблемы рыборазведения в Омской области // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2006. – № 5. – С. 3-11.

Сецко Р.И., Гаврилова О.В. К вопросу искусственного разведения озерной пеляди // Биологические ресурсы Западной Сибири и их охрана. – Новосибирск: Наука, 1975. – С. 12-14.

НЕЛЬМА, КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ОБЪЕКТ АКВАКУЛЬТУРЫ

Костюничев В.В.

ФГНУ «Государственный научно-исследовательский институт озерного и речного рыбного хозяйства» (ФНГУ «ГосНИОРХ»)

Одной из основных задач «Стратегии развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2020 г.» является восстановление и сохранение ресурсно-сырьевой базы рыболовства, развитие искусственного воспроизводства и аквакультуры. Для высокоширотных внутренних водоемов России это в значительной мере касается таких ценных промысловых видов, как сиговые, среди которых особое место занимает нельма.

Нельма в пределах России обитает в бассейнах рек, впадающих в Северный Ледовитый океан. Границами ее распространения являются бассейн р. Поной (Кольский полуостров) – на западе; на востоке – бассейн р. Анадыри. Наибольшее распространение и промысловое значение нельма имеет в реках Сибири. На Европейской части России наиболее многочисленной была популяция нельмы в бассейнах рек европейского севера – Печоры и Северной Двины, хотя запасы здесь всегда были невелики.

Нельма – крупная полупроходная рыба, достигает длины 150 см и массы 28 кг (максимальный вес 40 кг). Продолжительность ее жизни в разных водоемах достигает 16-22 лет. Нагуливается нельма в опресненных участках морей и низовьях рек. Выдерживает соленость до 18-20‰, известны случаи поимки в водах с океанической соленостью (30-34‰). Это единственный вид сиговых рыб, ведущий во взрослом состоянии исключительно хищный образ жизни. Молодь питается личинками насекомых, мизидами и молодью сиговых (ряпушка, омуль, тугун, пелядь), карповых и окуневых рыб, иногда потребляет миногу, корюшку, хариуса и молодь щуки. Полностью на хищное питание переходит при достижении длины 30 см.

Половое созревание самок в Енисее отмечается на 9-10 году жизни при длине тела 60-90 см, в Анадыре – на 8-13 году, в Оби и Печоре – на 14-15 году. Для нереста производители совершают длительные миграции в верховья рек. Нерестовый миграционный путь может достигать 3,5 тыс. км. Нерест наступает в сентябре-октябре перед ледоставом при снижении температуры воды до 2-5°C. Икрометание происходит на перекатах с плотным песчаным или галечным грунтом на глубине 1,5-3,0 м при скорости течения 0,3-0,6 м/с. Плодовитость нельмы зависит от ее размеров, возраста и условий нагула и составляет от 80 до 580 тыс. икринок. Эмбриональный период продолжительный – от 180 до 260 дней при температуре воды 0,1-4,0°C. Массовое вылупление эмбрионов наблюдается весной при прогреве воды до 4-5°C.

В пределах ареала нельма способна образовывать жилые формы. В России они были установлены в оз. Кубенском, в некоторых реках Сибири, в Новосибирском водохранилище,

а также в оз. Зайсане (Казахстан).

Среди жилых форм наибольший интерес представляет нельма из оз. Кубенского. Своим происхождением кубенская нельма обязана хозяйственной деятельности человека. После постройки в 18 веке плотины на р. Сухоне часть популяции нельмы оказалась отрезанной от Северной Двины, и в озере образовалось местное стадо.

Оз. Кубенское находится в Вологодской области и представляет собой достаточно мелководный водоем площадью 417 км² и средней глубиной 2,5 м. Основу промышленного лова здесь составляют лещ и плотва. Нельма является наиболее ценным компонентом ихтиофауны водоема. Она здесь достигает массы до 6-7 кг, максимально – 9 кг. Нагульный период нельмы проходит в озере, для размножения половозрелые особи заходят в Кубену. Нижняя граница нерестилищ находится в 15-20 км от устья. Отдельные особи могут подниматься вверх по реке на значительные расстояния – до 240 км. Средняя продолжительность жизни кубенской нельмы – 8-10 лет, максимальный возраст – 16 лет.

До 1963 г. популяция в озере была достаточно многочисленной. Максимальные уловы, отмеченные в 1937-1939 гг., доходили до 1000-1330 т в год, однако уже к 1959 г. объемы вылова сократились до 4 т. В дальнейшем активная хозяйственная деятельность на водоеме, значительная промысловая нагрузка и, особенно, загрязнение нерестовых рек отходами молевого лесосплава, привели к резкому сокращению запасов этого ценного промыслового вида.

В настоящее время кубенская нельма, как и другие популяции нельмы, обитающие на Европейской территории России и белорыбца, занесена в Красную Книгу РФ. Сибирские популяции имеют невысокую численность, хотя лимитированный лов нельмы на некоторых реках еще проводится.

В связи с тем, что в современных условиях сохранение и восстановление большинства природных популяций нельмы за счет естественной репродукции становится уже невозможным, требуется активизация работ по их искусственному воспроизводству. Для реализации этой задачи необходимо создание искусственных маточных стад для гарантированного сбора икры в необходимых объемах.

Учитывая высокую пищевую ценность, нельму следует рассматривать и как перспективный объект товарной аквакультуры. Она имеет самое калорийное мясо среди сиговых рыб – более 1900 ккал/кг (Клейменов, 1971). Создаваемые индустриальные маточные стада могут быть использованы для производства рыбоводной икры для товарного выращивания ценной рыбы для потребительского рынка.

История выращивания нельмы в аквакультуре связана, прежде всего, с работами по искусственному воспроизводству белорыбцы и кубенской нельмы, и в значительно меньшей мере относится к нельме сибирских популяций.

Белорыбца – эндемик Каспия. Ее естественное воспроизводство оказалось нарушенным в связи с гидростроительством на р. Волге. Популяция поддерживается за счет искусственного воспроизводства. В настоящее время работы по доместикации (одомашниванию) белорыбцы проводятся на производственной базе ООО НВП «Экоресурсы» (район дельты Волги), на племенном заводе «Форелевый» (г. Кисловодск) и ФГУ «Лососевый рыболовный завод» (г. Ардон). Целью этих работ является сохранение генофонда уникальной популяции. Здесь же проводятся экспериментальные работы по выращиванию производителей белорыбцы в индустриальных условиях на искусственных кормах.

Воспроизводству сибирских популяций нельмы *Stenodus leucichthys nelma* (из Оби, Енисея и др.) уделялось меньше внимания. Однако имеется некоторый опыт по ее искусственному выращиванию (Злоказов, Рудаков, 1975). В 1987 г. в ГосНИОРХе впервые было проведено индустриальное экспериментальное выращивание молоди обской нельмы с использованием искусственных кормов (Костюничев и др., 1997). Опыты проводились на Отрадненском рыболовном заводе (Ленинградская обл.). Из 80 тыс. икринок нельмы было выращено более 50 тыс. экз. молоди массой 20 г (Дмитренко, 1985). Позднее подобные

работы были проведены также в Карелии, Тюменской области, Красноярском крае. В ряде опытов удавалось содержать нельму на искусственных кормах длительное время: в течение 3-х и даже 8-ми лет. Выращивание рыб до половозрелого возраста позволило получать от созданного нерестового стада рыбоводную икру.

Активные работы по воспроизводству кубенской нельмы проводились в середине прошлого столетия, что было связано с резким падением ее уловов. Технология искусственного воспроизводства нельмы включала отлов производителей из природной популяции, получение половых продуктов, искусственное оплодотворение, инкубацию икры и выращивание молоди в прудах и озерах-питомниках (Яндовская, Тихонова, 1961; Буланов, 1977, 1979). Работы по воспроизводству позволили увеличить численность нерестового стада до 195 тыс. экз., что, соответственно, способствовало росту уловов в Кубенском до 50-60 т в год. Однако, социально-экономическая ситуация 90-х годов, которая привела к прекращению работ по воспроизводству, а также разгул браконьерства в этот период привели к катастрофическому сокращению численности популяции. К настоящему времени численность родительского стада природной популяции составляет всего несколько десятков производителей, заходящих на нерест в р. Кубену. Работы по ее искусственному воспроизводству не проводятся, что связано с недоступностью природных производителей и отсутствием посадочного материала.

Для сохранения и восстановления численности популяции кубенской нельмы требуются безотлагательные работы по ее искусственному воспроизводству, основанному на использовании производителей индустриальных маточных стад. В настоящее время в ГосНИОРХе начаты работы по формированию индустриального маточного стада этого вида. Родоначальниками создаваемого стада являются производители нельмы, отловленные в Кубене во время нерестовой миграции в 2000 и 2002 гг. Выращивание молоди проводили по индустриальной технологии на Кадуйском тепловодном хозяйстве Вологодской области. В дальнейшем рыба выращивалась в садках на форелевой ферме. С 2008 г. стадо содержится на базе рыбоводного хозяйства ООО «Форват» Ленинградской области.

Общее количество производителей в индустриальном стаде – около 1 тыс. экз. В 2009 г. от них было получена рыбоводная икра. Средняя масса самок составила от 2,1 до 4,0 кг, длина – от 60 до 77 см. Упитанность рыб (по Фультону) в нерестовый сезон варьировала от 1,36 до 1,56. Рабочая абсолютная плодовитость – 51,7-89,9 тыс. икринок, относительная рабочая плодовитость – 28,6-40,0 шт./г. Икринки средних размеров – 2,7 мм в диаметре, массой – 10 мг.

Имеющееся стадо кубенской нельмы следует рассматривать как базовое для начала работ по искусственному воспроизводству ценного промыслового вида. Большое значение имеет нельма и как объект для товарного выращивания. Еще в середине прошлого века нельма рассматривалась как перспективный объект для озерных товарных хозяйств (Дрягин, 1953). Исследования по выращиванию кубенской нельмы, проводимые в 70-80-ых годах (Буланов, 1979; Буланов, Тесля 1979; Костюничев и др., 1997), показали перспективность ее использования в качестве объекта искусственного разведения, обладающего определенными преимуществами, такими как:

- высокий тем роста (у половозрелых рыб годовой прирост может превышать 1 кг);
- раннее наступление половой зрелости: 4+-5+;
- высокая абсолютная плодовитость: от 92-180 тыс. икринок (в среднем 132,3 тыс. икринок);
- возможность использования в качестве биологического мелиоратора;
- хорошо потребляет искусственные корма.

В настоящее время перед нами стоят задачи обогащения генофонда исходного индустриального стада и разработки биотехники выращивания крупной жизнестойкой молоди (сеголетки, годовики) для восстановления природной популяции.

Введение нельмы в современную аквакультуру в качестве нового объекта требует разработки индустриальной технологии производства порционной и товарной нельмы для

поставки на потребительский рынок. Важное значение приобретают работы по производству товарных гибридов нельмы с другими сиговыми видами, такими как пелядь и муксун. Экспериментальные работы прошлых лет показали существенные преимущества использования гибридных форм сигов при выращивании в товарных целях. Гибриды нельмы с другими сига́ми первого поколения (F₁) имели значительное превосходство по ряду важных рыбохозяйственных качеств по сравнению с родительскими видами (Волошенко, 1983; Волошенко и др. 1981). Так, гибриды пелядь♀ х нельма♂ отличались высоким потенциалом роста, достигая на втором году жизни в условиях Северо-Запада массы тела до 1 кг; обладали более широким спектром питания, отличались повышенной жизнестойкостью, были более устойчивы к заболеваниям. Исследования репродуктивной системы гибридов показали их ограниченную фертильность (Bogdanova, 2001), что снижает риск биологического загрязнения в случае попадания их в открытые водоемы и свидетельствует о возможности использования только гибридов первого поколения.

Таким образом, введение нельмы в современную аквакультуру открывает широкие возможности для пополнения рыбного рынка России ценной рыбой. Разработка индустриальной технологии создания генетически полноценных ремонтно-маточных стад этого вида на основе имеющегося исходного маточного стада кубенской нельмы позволит начать работы по искусственному воспроизводству природных популяций нельмы Европейского Севера и Сибири.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Буланов Д.П. Биология развития и биотехника развития кубенской нельмы: автореф. канд. ... дисс. биол. наук. – Л., 1977. – 21 с.

Буланов Д.П. Перспективы использования кубенской нельмы *Stenodus leucichthys nation cubensis* (Titenkov) // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. – 1979. – Вып. 147. – С. 16-19.

Буланов Д.П., Тесля А.Я. Возможность использования кубенской нельмы в качестве биомелиоратора в озерных хозяйствах // Тез. докл. конф. «Современное состояние и перспективы использования новых видов рыб в рыбоводстве». – Л., 1967. – С.26-27.

Волошенко Б.Б. Естественные и искусственные гибриды сиговых рыб и результаты их использования в товарном рыбоводстве // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. – 1983. – Вып. 196. – С. 4-18.

Волошенко Б.Б., Тесля Г.А., Головкова Г.С., Яковлев А.С. Некоторые данные о результатах искусственного скрещивания сиговых с кубенской нельмой // Тез. докл. 2 всесоюз. совещ. по биологии и биотехнике разведения сиговых рыб. – Л., 1981. – С.165-168.

Дмитренко Ю.Ю. Акклиматизация нельмы в водоемах Карелии // Сб. науч. трудов СеврыбНИИпроекта. – Мурманск, 1985. – С. 54-59.

Дрягин А.П. Акклиматизация рыб во внутренних водоемах СССР // Изв. ВНИОРХ. – 1953. – Т. 32. – С. 10-98.

Злоказов В.Н., Рудаков В.А. Опыт искусственного разведения обской нельмы // Труды Новосибирского сельхоз. института. – 1975. – С. 25-26.

Клейменов Н.Я. Пищевая ценность рыб. – М.: Пищевая промышленность, 1971. – 150 с.

Костюничев В.В., Беяков Г.А., Винникова А.Я. Выращивание молоди нельмы в бассейнах на искусственных кормах // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. – 1997. – Вып. 325. – С. 142-148.

Яндовская Н.И., Тихонова З.П. Разведение кубенской нельмы // Изв. ГосНИОРХ. – 1961. – Т. 51. – С. 52-60.

Bogdanova V.A. Ontogenesis of gonads in *Coregonid peled* (Gmelin) x *Coregonid nasus* (Pallas) hybrids // Arch. Hydrobiol. Spec. Issues Advanc. Limnol. – 2002. – V. 57. – P. 243-252.

СИНХРОНИЗАЦИЯ И УСКОРЕНИЕ ОВУЛЯЦИИ У САМОК И УЛУЧШЕНИЕ ЗАВОДСКОГО МЕТОДА РАЗМНОЖЕНИЯ ПЕЛЯДИ (*COREGONUS PELED*) С ПОМОЩЬЮ ГОРМОНАЛЬНОЙ СТИМУЛЯЦИИ НА ФОНЕ АНЕСТЕЗИИ

Коуржил Я.¹, Швингер В.¹, Микодина Е.В.², Седова М.А.², Павлишта Р.¹, Гамачкова Й.¹

¹Южночешский университет в Чешских Будейовицах,

²ФГУП "Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии" (ФГУП "ВНИРО")

На территории современной Чешской Республики (ЧР) пелядь *Coregonus peled* Gmelin, 1788 оказалась в результате интродукции в прудовые хозяйства из бывшего СССР в 1970 г. В прудах ЧР пелядь быстро растет: в возрасте 0+ в среднем достигает длины (*l.c.*) 224 мм и массы 112 г, в 1+ – 361 мм и 559 г, в 2+ – 412 мм и 938 г (максимум 1450 г) (Peňáz, Hochman, 1971a, b; Peňáz et al., 1971; Hochman, Jirásek, 1977; Hochman et al., 1973, 1975 - цит. по Baruš, Oliva, 1995). Годовая продукция товарных сигов в ЧР (*C. peled* вместе с *C. lavaretus*) в 2005-2007 гг. колебалась между 27-44 т (Ženíšková, Gall, 2007). Этот показатель в последние 15 лет очень снизился, прежде всего под влиянием увеличивающейся популяции хищных бакланов. В прудах ЧР самки и самцы пеляди достигают половой зрелости при минимальной индивидуальной массе 350 г в возрасте 1+. У самок в возрасте 0+ гонадосоматический индекс составляет 0,15%, 1+ – 13,05%, 2+ – 14,6%, в 3+ – 15,6%. Абсолютная плодовитость у двухлетних самок пеляди массой 490-1450 г составляет 24,7-144,6 тыс. шт., относительная – 40,7-88,0 тыс. шт./кг (Hochman, Jirásek, 1977).

Данных о возможности гормональной стимуляции пеляди с целью ускорения или синхронизации нереста, а также об ее чувствительности к анестетикам в литературе нет. У близкого вида – *C. lavaretus*, получены положительные результаты при введении препарата гоназон (GnRHа aza-gly-nafarelin) в дозе 32 мкг/кг: 88% самок созрели через 16 дней после инъекции (Mikolajczyk et al., 2005). Для обездвиживания лососевых рыб ранее нами был предложен анестезирующий препарат "гвоздичное масло" в концентрации 0,033 мл/л (Kouřil et al., 2009; Kolářová et al., 2007). Характеристика отдельных фаз анестезии у производителей рыб разных видов лососевых также определена ранее (Kouřil et al., 2009) с использованием классификации фаз (Trzebiatowski et al., 1996).

Цель работы – определить чувствительность производителей пеляди к анестетику "гвоздичное масло" и проверить возможность синхронизации и ускорения овуляции у самок этого вида при искусственном воспроизводстве.

Работа выполнена на экспериментальной рыбоводной базе факультета рыбоводства и охраны водной среды Южночешского университета в г. Водняны (ЧР).

Анестезия. Анестезирующий препарат "гвоздичное масло" предварительно тестировали при концентрации 0,033 мл/л и экспозиции 10 мин (температура воды +1,0°C). Для этой части работы использовали половозрелую пелядь (n=10) в возрасте 1+ средней массой 390 г, полученную из прудового хозяйства "Чешское рыбоводство" в г. Марианске Лазне. Фазы анестезии определяли по R. Trzebiatowski с соавторами (1996) в нашей модификации.

Временные интервалы, необходимые для достижения пелядью отдельных фаз анестезии при концентрации гвоздичного масла 0,033 мл/л, экспозиции 10 мин и температуре воды 1,0°C, представлены в таблице 1. Установлено, что при анестезии пеляди при помощи гвоздичного масла фазы 3 достигли только 60% рыб.

Таблица 1 – Классификация фаз анестезии и их среднее время наступления у пеляди при использовании гвоздичного масла (концентрация - 0,033 мл/л)

Фазы	Описание реакции рыб на анестезию	mean±SD, мин	Количество особей, %
0	обычная двигательная активность		
1	увеличение двигательной активности	0,14±0,03	100
2а	уменьшение двигательной активности – умеренный наклон на бок	0,87±0,41	100
2б	состояние обездвиженности	1,53±0,37	100
3	остановка дыхания	6,10±2,06	60
0	выход из анестезии: дыхание, физиологическая позиция, нормальная двигательная активность	18,67±3,90	100

Гормональная стимуляция самок. Производители пеляди в возрасте 1+ получены из прудового хозяйства "Кинское рыбоводство" в г. Ждар-над-Сазавоу. После отлова они были перевезены на экспериментальную рыбоводную базу в г. Водняны. Через неделю после размещения и адаптации рыб в небольшом проточном прудике, их перевели в пластмассовые бассейны объемом 600 л с потоком речной воды. Полный водообмен осуществлялся за один час. Температура воды в бассейнах во время исследования постепенно снижалась с 4,5°C до 0,3°C. В 5 бассейнов было посажено по 15 самок и в один бассейн – 25 самцов. Основные биометрические характеристики пеляди обоих полов представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Биометрические характеристики производителей пеляди, используемых в опытах по гормональной стимуляции (mean±SD /min-max)

Пол	Количество рыб, экз.	Масса, г	Длина тела, мм		Высота тела, мм	Толщина тела, мм
			TL	l.c.		
Самки	8	<u>529±43</u> 479-600	<u>341±8</u> 331-357	<u>296±10</u> 283-310	<u>99±4</u> 93-103	<u>50±5</u> 45-59
Самцы	8	<u>429±80</u> 301-557	<u>347±24</u> 305-379	<u>297±22</u> 259-330	<u>87±6</u> 78-96	<u>35±2</u> 32-37

Эксперимент был начат 6-го декабря, когда самкам из 4-х экспериментальных групп был внутримышечно введен GnRHa. Коммерческое название препарата Супергестран (Supergestran), с действующим веществом Lecirelin. Дозы составляли 5, 25, 5+5 и 25+25 мкг/кг, причем в случае двойных доз, вторая инъекция была сделана через 3 дня после первой. В контрольной группе гормональные инъекции самок не проводили. Через трое суток индивидуально проверили всех самок на зрелость половых продуктов, используя анестезию в гвоздичном масле. Икра от созревших самок после взвешивания была отцежена. Ненабухшая икра была взвешена, после чего определен псевдогонадосоматический индекс (ПГСИ) – отношение массы сцеженной икры к массе порки в процентах, и оценена масса одной икринки.

Наибольшее количество созревших самок пеляди (67%) выявлено при использовании наивысшей двукратной дозы GnRHa – 25+25 мкг/кг, самая низкая эффективность стимуляции получена при использовании доз "5+5" и 25 мкг/кг – 33 и 20%, соответственно (таблица 3). Во всех этих трех вариантах опыта первые созревшие самки были отмечены через 9 и 12 дней после первой инъекции (в среднем от 10,0±1,4 до 12,0±1,9 дней). На 15-й день созрела только одна самка пеляди после двойной дозы "5+5" мкг/кг.

В последующие дни (с 18-го по 30-й) у части несозревших до этого времени самок из всех экспериментальных групп произошла овуляция (27 и 60% в разных группах). В этот промежуток времени также произошла овуляция у 40% самок пеляди из контрольной группы.

У подопытных самок, созревших в интервале между 9-м и 15-м днями эксперимента, средний ПГСИ колебался от $12,2 \pm 2,3$ до $15,1 \pm 1,7\%$. У самок из этих же групп, созревших позже, этот показатель варьировал от $13,0 \pm 3,3$ до $14,5 \pm 3,3\%$. У пеляди в контрольной группе средний ПГСИ составлял $12,6 \pm 5,4\%$. Средняя масса одной икринки пеляди, полученная в результате гормональной стимуляции от 10 разных самок, составила $3,09 \pm 0,28$ мг.

Таблица 3 – Результаты опытов по стимуляции созревания самок пеляди супергестраном (mean $\pm$ SD)

Доза GnRHa, мкг/кг	Самки			ПГСИ, %		Латентный интервал, дни	
	инъекци- рованные, экз.	созревшие, %					
		после инъекции	спон- танно	после инъекции	спон- танно	после инъекции	спон- танно
25+25	15	67	27	$12,8 \pm 1,1$	$13,9 \pm 2,1$	$10,2 \pm 1,5$	$25,5 \pm 4,5$
5+5	15	33	40	$15,1 \pm 1,7$	$13,0 \pm 3,3$	$12,0 \pm 1,9$	$26,5 \pm 5,0$
25	15	20	60	$12,2 \pm 2,3$	$13,4 \pm 2,5$	$10,0 \pm 1,4$	$27,0 \pm 3,7$
5	15	0	60	-	$14,5 \pm 3,3$	-	$28,0 \pm 2,4$
0 (контроль)	15	-	40	-	$12,6 \pm 5,4$	-	$27,5 \pm 4,4$

Двухлетние особи пеляди, использованные в наших экспериментах, оказались близки по массе, длине и плодовитости к показателям, которые были определены ранее в популяциях этого вида после интродукции в чешское прудовое рыбоводство (Baruš, Oliva, 1995) почти 30 лет тому назад.

Чувствительность пеляди к анестетику "гвоздичное масло", по нашим данным, близка к таковой у производителей других видов лососевых рыб и хариуса при низких температурах воды (Kouřil et al., 2009).

Гормональная стимуляция созревания пеляди с помощью препарата Супергестран оказалась эффективной. Наилучший результат получен при его двукратной инъекции (25+25 мкг/кг), когда за $10,2 \pm 1,5$ дней созрело 67% самок, а ПГСИ составил $12,8 \pm 1,1\%$. При дозах супергестрана в "5+5" мкг/кг и 25 мкг/кг через 10-12 дней после первой инъекции созрело в 2–3 раза меньшее число самок. Одновременно самки, получившие дозу 5 мкг/кг, а также из контрольной группы, не созрели, что, возможно, объясняется в первом случае недостаточной дозой препарата и во втором – малым временем для спонтанной овуляции нестимулированных самок. Это подтверждается созреванием части контрольных и несозревших ранее самок после стимуляции через 18-30 дней после начала эксперимента. Спонтанное созревание самок пеляди из группы, не подвергшейся гормональной стимуляции, произошло в среднем более чем на 2 недели позже, чем у стимулированных рыб. Диапазон латентного интервала у нестимулированных самок был больше, чем у стимулированных. Малое количество спонтанно созревших контрольных самок пеляди (40%) может быть связано с манипуляционным стрессом и условиями содержания рыб (небольшие бассейны, многократная анестезия при проверке «текучести»).

Результаты, полученные нами у пеляди, близки к положительному эффекту, достигнутому ранее у *C. lavaretus* при гормональной стимуляции производителей препаратом гоназон (Mikolajczyk et al., 2005).

Работа выполнена в рамках научных проектов "MSM 6007665809, NAZV QH 91310" и "KONTAKT ME 10126", финансируемых Правительством Чешской Республики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Baruš V., Oliva O. Mihulovci *Petromyzontes* a ryby *Osteichthyes* (1). – Izd. Academia, Praha, 1995. – 623 p.

Hochman L., Jirásek J. Plodnost síha peledě (*Coregonus peled*) zrybníčních podmínek // Živočiš. Výroba. – 1977. – №22(11). – P. 839-848.

Kolářová J., Velišek J., Nepejchalová L., Svobodová Z., Kouřil J., Hamáčková J., Máchová J., Piačková V., Hajšlová J., Holadová K., Kocourek V., Klimánková E., Modrá H., Dobšíková R., Groch L., Novotný L. Anestetika v rybářství. Metodické posobíje, VÚRH JU Vodňany. – 2007. – № 77. – P. 19.

Kouřil J., Mikodina E., Mikulin A., Lubayev V., Skerik J., Svinger V. Different sensitivity between adult salmonids fish species and grayling to an anaesthetic clove oil // Aquaculture Europe Abstracts. EAS, Trondheim (Norway), CD-ROM. – 2009. – 2 p.

Mikolajczyk T., Kuzmiński H., Dobosz S., Goryczko K., Enright W.J. The effects of Gonazon TM, a commercially available GnRH analogue, on ovulation and egg quality in cultured whitefish (*Coregonus lavaretus* L.) // Biology and management of Coregonid Fishes. –2005. – № 60. – P.187-194.

Trzebiatowski R., Stepanowska K., Sivicki A.K., Kazuń K. Badania nad przydatnością preparatu Propiscin do znieczulenia ogólnego suma europejskiego // Komunikaty Rybackie. – 1996. – № 1. – P. 14-18.

Ženíšková H., Gall V. Situační a výhledová zpráva. Ryby. Ministerstvo selského hospodářství České republiky, 2007. – 41 p.

ВЫРАЩИВАНИЕ СИГОВЫХ В ОЗЕРЕ САЙЛИМУ СИНЬЦЗЯН-УЙГУРСКОГО АВТОНОМНОГО РАЙОНА (СУАР, КНР)

Ли Цзянь-Юй

Рыбохозяйственное научно-исследовательское предприятие озера Сайлиму

Исторически оз. Сайлиму, расположенное в горной системе Тянь-Шаня, абсолютно лишено представителей аборигенной ихтиофауны. Однако, начиная с 1980 г., Синьцзян-Уйгурский департамент водных ресурсов стал проводить работы по вселению в озеро различных видов рыб из Иртыша и водных объектов Джунгарского района. Основные вселенные виды рыб: елец сибирский *Leuciscus leuciscus baicalensis* (Dybowski), плотва сибирская *Rutilus rutilus lacustris* (Pallas), лещ восточный *Abramis brama orientalis* Berg, карась серебряный *Carassius auratus gibelio* Bloch, окунь обыкновенный *Perca fluviatilis* Linnaeus. Вместе с этими видами были также занесены несколько видов гольцов. Пёстрый губач *Triplophysa strauchii* (Kessler), голец горный *Triplophysa hedinichthys minuta* (Li.), тибетский каменный голец *Triplophysa stoliczkae* (Steindachner). Однако в силу особых климатических и географических условий озера Сайлиму, на момент заселения в озеро пеляди *Coregonus peled* (Gmelin), приспособились к условиям среды и дали потомство только пять видов рыб: *T. strauchii*, *T. hedinichthys minuta*, *T. stoliczkae*, *L. leuciscus baicalensis* и *C. auratus gibelio*. Перечисленные виды, хотя и приспособились к новым условиям среды, так и не смогли сформировать крупных популяций, пригодных для промыслового использования.

В середине 90-х годов на основе уже полученного опыта по вселению водным департаментом СУАР было выдвинуто предложение о вселении в озеро пеляди, более приспособленной к жизни в условиях высокогорного холодноводного озера. Это предложение было одобрено Департаментом рыбного хозяйства Министерства сельского хозяйства КНР и получило дальнейшую реализацию.

В сентябре 1997 г. Департамент рыбного хозяйства КНР пригласил специалистов СибрыбНИИпроекта и Востсибрыбцентра для обследования озера. После проведения исследований непосредственно на озере и изучения технических материалов, предоставленных китайской стороной, российские исследователи предложили провести одновременное вселение пеляди *C. peled* и байкальского омуля *C. autumnalis migratorius* (Glorgi).

В декабре 1997 г. было принято решение и подписан договор о предоставлении в 1998 г. российской стороной оплодотворённой икры пеляди и байкальского омуля. Оплодотворённая икра была успешно доставлена в СУАР 21 апреля 1998 г. В Сайлиму было выпущено 860 тыс. экз. подрощенной молоди пеляди и 1 млн 280 тыс. экз. байкальского омуля. Выпущенная молодь, в особенности молодь пеляди, легко адаптировалась к условиям высокогорного озера и продемонстрировала хорошие показатели роста и созревания. В двухлетнем возрасте особи пеляди достигали промысловых размеров. Хотя в 2000-2003 гг. вопрос искусственного разведения пеляди и байкальского омуля был успешно решён, поставки икры пеляди из г. Тобольска и байкальского омуля из г. Улан-Удэ продолжают с тем, чтобы избежать угасания и снижения качества созданных популяций. Успешно реализованное вселение пеляди и байкальского омуля в оз. Сайлиму открывает новый этап в разведении холодолюбивых видов рыб в Китае и предоставляет широкие возможности использования природных ресурсов естественных холодноводных водоёмов. Успех российско-китайского сотрудничества в данной сфере вызвал широкий общественный интерес в Китае и за рубежом.

Экологические условия Сайлиму. Сайлиму расположено в западной части Тянь-Шаня в Джунгарской впадине недалеко от китайско-казахстанской границы и имеет следующие географические координаты: 81°05' – 81°15' в.д. и 44°30' – 44°32' с.ш. Это самое высокогорное и самое крупное по площади водного зеркала озеро в Синьцзяне. Высота над уровнем моря составляет 2071,9 м. Озеро неправильной ромбообразной формы, длина с запада на восток составляет 30 км, с севера на юг – 27 км, длина береговой линии – 90 км. Площадь – 453 км². Наибольшая глубина – 106 м, средняя глубина – 46 м. Общий объём воды составляет 21 млрд м³.

Сайлиму – высокогорное низкотемпературное озеро. С января по май поверхность озера покрыта льдом. Температура воды сравнительно низкая, среднегодовая температура воды составляет 7°C, самый высокий показатель 19,3°C, самый низкий – 0,3°C. В течение 7-ми месяцев в году температура воды выше 5°C, 4 месяца в году – температура воды свыше 10°C.

Физические и химические свойства воды Сайлиму приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Физические свойства воды Сайлиму

Месяцы	Глубина, м	Температура, °C	Содержание кислорода (1-15 м), мг/л	Прозрачность, м
Июнь	33	9,4-13,0	8,24±0,05	8,8
Август	34	12,5-13,3	7,96±0,05	13,0
Октябрь	70	9,5-11	-	-

Таблица 2 – Химические свойства воды Сайлиму (мг/л)

Показатели	Апрель	Июнь	Август	Октябрь	Среднее
Щёлочь	172	666	664	671	543,3
Сумма ионов	557	2728	2996	3176	2364,3
pH	9,3	9,1	8,9	9,0	9,1
Азот аммонийный	0,56	0,52	0,49	-	0,5
Азот нитритный	0,006	0,003	0,0	-	0,003
Азот нитратный	0,25	0,04	0,04	-	0,1
Mg ²⁺	71	373	415	372	307,8
K ⁺ + Na ⁺	48	310	318	398	268,5
Ca ²⁺	11,4	24,3	20,2	30,4	21,6
SO ₄ ²⁻	188	1004	1200	1294	921,5
HCO ₃ ⁻	137	508	554	579	444,5
Cl ⁻	65	360	364	357	286,5

В составе фитопланктона обнаружено всего 65 видов водорослей, в том числе диатомные водоросли (*Bacillariophyta*) – 25 видов, зелёные водоросли (*Chlorophyta*) – 21 вид,

сине-зелёные водоросли (*Cyanophyta*) – 14 видов, эвгленовые водоросли (*Euglenophyta*) – 2 вида, криптофитовые (*Cryptophyta*), пиррофитовые (*Pyrrophyta*) и золотистые водоросли (*Chrysophyta*) – по одному виду. Численность водорослей колеблется в диапазоне от 2,06 до $21,1 \cdot 10^4$ экз./л, составляя в среднем $11,4 \cdot 10^4$ экз./л. Биомасса фитопланктона находилась в пределах от 0,156 до 0,536 мг/л, составляя в среднем 0,463 мг/л.

Всего было обнаружено 19 видов зоопланктона, в том числе простейших (*Protozoa*) – 6 видов, коловраток (*Rotifera*) – 8 видов, ветвистоусых рачков (*Cladocera*) – 3 вида, веслоногих ракообразных (*Copepoda*) – 2 вида. Их численность колебалась в диапазоне 2,85-547,07 экз./л, составляя в среднем 234,42 экз./л. Биомасса зоопланктона изменялась в пределах от 0,0143 до 0,5068 мг/л, составляя в среднем 0,3225 мг/л.

Обнаружены организмы зообентоса, относящиеся к 2 типам, 3 отрядам и 4 семействам. В составе зообентоса доминируют гаммарусы (*Gammarus sp.*). Они являются основными организмами в питании рыб водоёма.

Расчёт потенциальной рыбопродуктивности Сайлиму приведён в таблице 3.

Таблица 3 – Расчёт потенциальной рыбопродуктивности

Организмы	Биомасса, мг/л	Р/В - коэффициент	Коэффициент эффективности использования, %	Кормовой коэффициент	Потенциальная рыбопродуктивность, кг/га
Фитопланктон	0,364	50	20	30	24,3
Зоопланктон	0,323	20	25	10	32,3
Зообентос, г/м ²	1,24	3	30	5	2,3
Бактерии, органические остатки (в расчёте 20 % от рыбопродуктивности фитопланктона)					4,8
Всего					63,7

На основании данных таблицы 3, при разведении пеляди рыбопродуктивность по зоопланктону и зообентосу составляет 34,6 кг/га. Площадь озера составляет 45300 га, следовательно, потенциальная рыбопродуктивность всего Сайлиму составляет 1567,38 т.

В 1998 г. пелядь была вселена в Сайлиму. Одновременно с ней был вселён и байкальский омуль. Пелядь продемонстрировала высокие показатели адаптации к условиям высокогорного озера. По статистике на 2006 г. ежегодный объём промысловых уловов пеляди уже превосходит 300 т.

Показатели роста самок и самцов пеляди в Сайлиму приведены в таблицах 4 и 5.

Таблица 4 – Рост самок пеляди в Сайлиму

Возраст	Количество особей, экз.	Длина, см		Масса, г	
		Диапазон	Среднее	Диапазон	Среднее
1+	77	17,9–33,7	28,3	76–875	686
2+	92	29,0–41,7	36,0	510–1740	1211
3+	26	32,8–42,5	40,6	999–2528	2000
4+	7	40,8–43,3	42,2	2000–2800	2258

Таблица 5 – Рост самцов пеляди в Сайлиму

Возраст	Количество особей, экз.	Длина, см		Масса, г	
		Диапазон	Среднее	Диапазон	Среднее
1+	152	19,3–31,3	28,9	106–640	496
2+	31	27,4–36,8	32,1	492–1196	765
3+	25	32,3–40,6	35,5	635–1677	1204
4+	5	31,7–39,5	37,3	1259–1574	1463

В Сайлиму некоторые самки имеют зрелые гонады уже в ноябре, однако массовое созревание приходится на период с 18 по 30 декабря. Этот период является наиболее важным для искусственного разведения пеляди.

Самцы пеляди впервые достигают половозрелости в возрасте 1+-2+ лет; самки – в возрасте 2+ лет. Показатели созревания пеляди показаны в таблицах 6 и 7.

Таблица 6 – Показатели половой зрелости впервые созревающих самок пеляди (июль-декабрь)

Период (день/ месяц)	Кол-во особей, экз.	Масса, г		Длина, мм		Средняя масса гонад, г	Средняя абсолютная плодовитость, шт.	Кол-во икринок в грамме, шт.	Средний коэффициент половой зрелости, %	Диаметр икринки, мм
		среднее	диапазон	среднее	диапазон					
11.07	9	996,4	648-1294	336	315-362	23,1	73481	3181	2,6	0,75
12.08	10	1012	732-1226	343	312-362	48,0	66192	1370	5,5	0,91
18.09	19	1323	1070-1879	372	338-406	145,8	94770	650	14,1	1,30
11.11	16	1344	780-1687	366	296-390	223,6	111328	487	21,4	1,50
9.12	5	1390	1241-1618	374	352-404	255,8	79554	311	23,6	1,60
29.12	4	1123	840-1394	364	332-382	23,5			2,4	

Таблица 7 – Показатели половой зрелости самцов пеляди (июль-декабрь)

Дата	Кол-во особей, экз.	Масса, г		Длина, мм		Средняя масса половых желез, г
		Среднее	Диапазон	Среднее	Диапазон	
11.07	7	672	551-896	303	277-332	10,0
12.08	4	795	650-922	324	309-338	16,4
18.09	8	912	734-1078	336	303-354	20,8
11.11	14	932	649-1169	336	271-367	18,3
9.12	4	891	773-1169	344	332-358	18,0
29.12	5	995	905-1197	343	317-362	14,3

Основным кормом для пеляди в Сайлиму служит рачок – бокоплав *Gammarus sp.* и *Daphiopsis libetana*. У половозрелых особей самый высокий показатель наполненности желудка самцов наблюдался в августе, у самок – в сентябре. В ноябре самцов с пустым кишечником наблюдалось 42%, самок – 43,7%. В декабре в кишечнике у отдельных самцов присутствуют пищевые остатки, самки 100% – с пустыми кишечниками.

По мере понижения температуры воды в питании пеляди происходят некоторые изменения. Объем потребляемых *Gammarus sp.* снижается с 68% до 13%, а потребление *Daphiopsis libetana*, наоборот, возрастает – с 32% до 87%.

Пути дальнейшего развития разведения рыбы в Сайлиму неразрывно связаны с изучением особенностей различных видов и подвидов сиговых рыб. Сайлиму – глубоководное, максимальная глубина достигает 106 м, поэтому при выборе видов рыб для выращивания необходимо обстоятельно проанализировать различия разных видов сиговых рыб в выборе мест обитания и системе питания. В соответствии с нынешними нашими представлениями, для совместного обитания были выбраны три вида сиговых рыб: пелядь *C. peled*, байкальский омуль *C. a. migratorius*, и чир *C. nasus* (Pallas).

Выбор был сделан в пользу перечисленных видов по следующим причинам.

Пелядь обитает на глубине до 15 м, в пищу использует обитающих на этой глубине представителей зоопланктона. Данный вид хорошо адаптируется к условиям среды, особи обладают хорошими показателями роста и качества, легко облавливаются;

Байкальский омуль обитает на глубине 40-70 м, в пищу использует обитающих в данных слоях воды представителей зоопланктона. В Сайлиму байкальский омуль составляет до 15% от общего объема уловов.

Основным кормом пеляди и байкальского омуля является *Daphiopsis libetana*, в то время как богатые ресурсы рачка гаммарус (*Gammarus sp.*) не используются. Причина заключается в том, что в Сайлиму не водятся донные виды рыб. В России обитает множество донных видов рыб, таких как муксун – *C. muksun* (Pallas), чир – *C. nasus*, сиг проходной – *C. lavaretus*. После проведения сравнительного анализа данных видов для разведения в Сайлиму, был выбран чир – *C. nasus*.

Чир относится к полярным видам рыб, хорошо переносит низкие температуры, донная рыба, питается, главным образом, донными организмами. Муксун и чир являются ценными промысловыми видами, однако чир обладает более высокими показателями роста, что немаловажно в условиях ограниченного количества корма. Это вид рыб сможет в полной мере использовать кормовые ресурсы озера.

Таким образом, три вида сиговых рыб: пелядь – в верхних слоях воды, байкальский омуль – на средних глубинах и чир – на дне, вместе эти виды формируют взаимодополняющие отношения, что должно увеличивать общую рыбопродуктивность водоема.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА СИГОВЫХ РЫБ В ОБЬ-ИРТЫШСКОМ БАССЕЙНЕ

Литвиненко А. И., Семенченко С. М.

ФГУП «Государственный научно-производственный центр рыбного хозяйства»
(ФГУП «Госрыбцентр»)

Обь-Иртышский бассейн выделяется значительными запасами сиговых рыб. Их доля составляет около 40% суммарной величины общих допустимых уловов и учтенного вылова естественных популяций сиговых рыб России. Однако из-за интенсивного освоения недр региона нефтегазодобывающим комплексом страны, структурного кризиса рыбохозяйственной отрасли и отсутствия эффективной охраны запасы сиговых рыб устойчиво снижаются. Искусственное воспроизводство рыбных запасов позволяет частично компенсировать негативное антропогенное влияние на ихтиофауну.

Промышленное воспроизводство сиговых рыб в Обь-Иртышском бассейне было начато в 1959 г. в г. Тобольске, где на местном рыбзаводе был создан временный инкубационный цех. С открытием специализированного Сузгунского инкубационного цеха в 1961 г. масштабы сиговодства стали быстро нарастать. После реконструкции в начале 80-х годов его мощность по закладке икры была доведена до 1 млрд шт. Максимальные производственные показатели были достигнуты в 1981 г., когда количество заложенной на инкубацию икры составило 1037 млн шт., а количество выпущенных личинок – 660 млн шт. Основными объектами воспроизводства в этот период были пелядь и сибирская ряпушка.

Затем, в 70-х годах в зоне ответственности Нижнеобьрыбвода были построены Сургутский, Ханты-Мансийский и Кучакский инкубационные сиговые цеха мощностью 500, 200 и 100 млн икринок, соответственно (таблица 1). В начале 80-х годов суммарная проектная мощность инкубационных цехов по закладке икры сиговых в Тюменской области достигла 1,9 млн шт., а фактическое количество выпускаемых личинок достигало 1,14 млрд экз. (1981 г.). На запланированную мощность эти предприятия не вышли по техническим причинам и в последующем были закрыты. Необходимо отметить, что основная часть полученных личинок использовалась в качестве посадочного материала при товарном выращивании сиговых в озерных хозяйствах Юга Западной Сибири и Урала.

В 90-е годы произошел резкий спад масштабов работ по воспроизводству сиговых рыб. Годовой выпуск личинок с единственного действующего в бассейне Сузгунского инкубационного цеха колебался от 87 до 222 млн экз. Среднегодовая величина – 156 млн

экз. Основная причина – снижение объемов финансирования работ по воспроизводству, в результате чего было закрыто большинство баз сбора икры.

Таблица 1 – Характеристика рыбоводных предприятий, выпускающих личинок сиговых рыб в Тюменской области в 1980-1990 гг.

Рыбоводные заводы	Проектная мощность, млн шт. икры	Объекты воспроизводства	Максимальный выпуск личинок	
			млн экз.	год
Тобольский	1000	пелядь, муксун, чир, ряпушка, пыжьян, гибриды	660	1980
Сургутский	500	пелядь	311	1981
Ханты-Мансийский	300	пелядь	210	1978
Кучакский	100	пелядь	78	1980
Итого:	1900			

В 1998 г. Сузгунский цех в составе Абалакского экспериментального рыборазводного завода (АЭРЗ) вошел в структуру СибрыбНИИпроекта, реорганизованного затем в Госрыбцентр. С 1999 г. эти организационные решения положительно отразились на результатах работы сигового инкубационного цеха (рисунок 1). В последующие годы выпуск личинок колебался от 173 до 448 млн экз., составив в среднем 264 млн экз. Улучшились, в том числе, и качественные показатели работы цеха. Средняя величина отхода от живой заложенной на инкубацию икры в 1999-2008 гг. составила 15,0%. Тогда как в 1991-1998 гг. этот показатель равнялся 17,1% при неизменившейся средней величине отхода икры за период сбора и транспортировки – 19,1-19,2%.

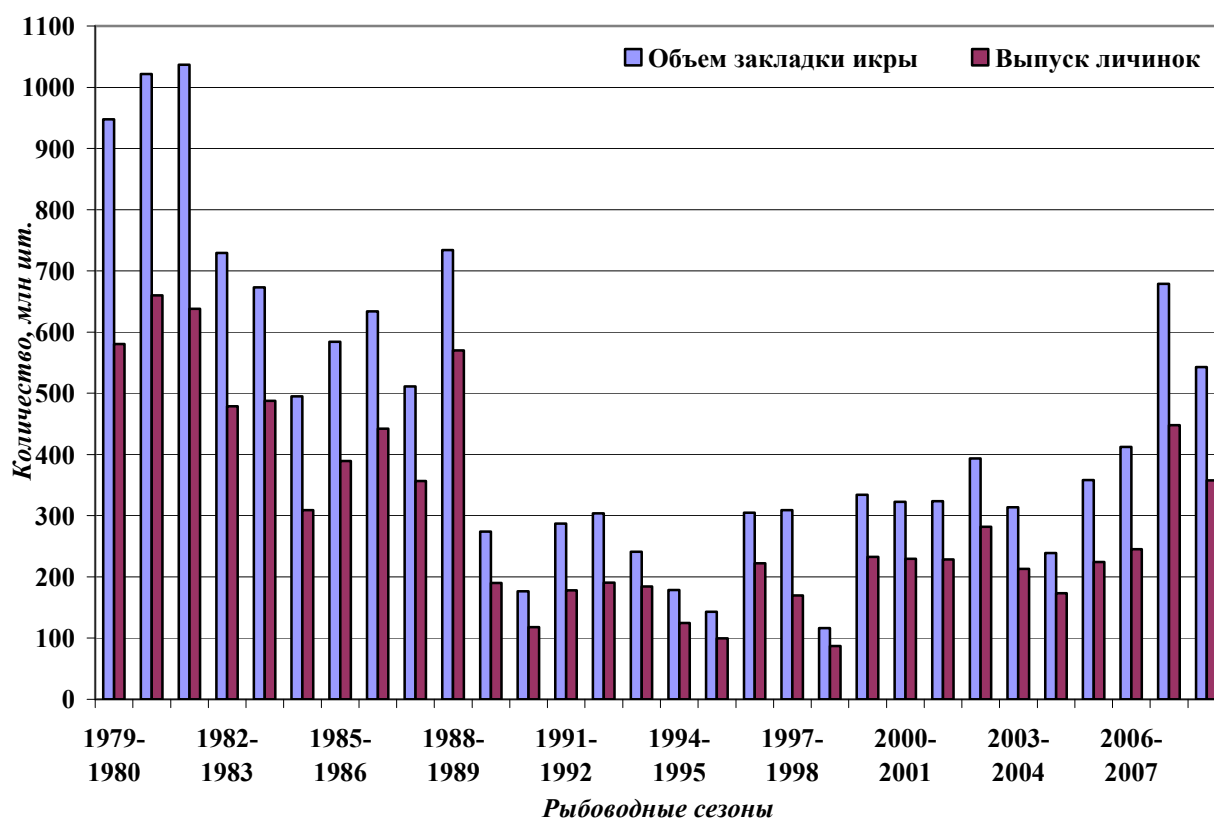


Рисунок 1 - Основные количественные показатели работы Сузгунского сигового инкубационного цеха АЭРЗ (1979-2009 гг.)

Разнообразнее стал видовой состав выпускаемых личинок. В конце 90-х годов цех выпускал главным образом личинок озерной формы пеляди и небольшое количество муксуна. В последние годы здесь ежегодно инкубируется фактически коллекция икры сиговых рыб: две экологических формы пеляди, сиг-пыжьян, муксун, чир, тугун, гибриды пеляди и чира, а также пеляди и сига-пыжьяна (рисунок 2). В этом отношении Сузгунский инкубационный цех уникален. Он играет важную роль в сиговодстве России.

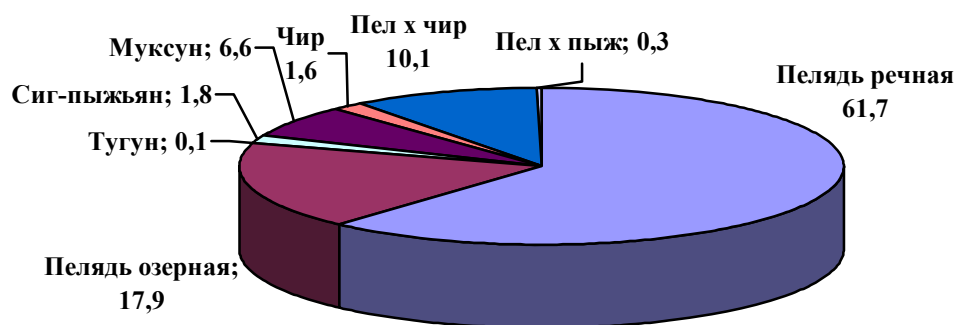


Рисунок 2 - Видовой состав личинок сиговых рыб (%), выпускаемых с Сузгунского инкубационного цеха АЭРЗ в 2007-2009 гг.

Тенденцией последних лет является уменьшение объемов сбора икры и количества выпускаемых личинок озерной формы пеляди, что связано с сокращением численности основного маточного стада в оз. Ендырь. Причина – снижение интенсивности мелиоративного лова частиковых рыб на протяжении последних пятнадцати лет и превращение этого уникального водоема из пеляжьего в плотвично-окуневый. В 2005 г. сбор икры пеляди на оз. Ендырь не проводился. Намечен комплекс мероприятий по восстановлению ендырьского маточного стада пеляди. Реализация этих планов позволила уже в 2007 г. собрать на этом важнейшем маточном водоеме 63 млн шт. икры. Количество заготавливаемой икры речной формы пеляди, напротив, увеличивается в связи с внедрением экологического метода сбора икры на рыбоводном пункте «Рахтынья» на р. Ляпин (бассейн Северной Сосьвы), а также благодаря организации нового пункта сбора на р. Оби («Томкатка»). Так, если в 1998-2000 гг. доля в закладываемой на инкубацию икры речной пеляди в среднем составляла 33%, то в 2006-2008 гг. эта величина достигла 62%.

Из технологических достижений последних лет следует отметить разработку технических приемов сбора и инкубации икры чира, позволяющих снизить общую величину отхода до величин, обычных для других сиговых рыб – 25-30%. Ранее отход икры у этого сложного в технологическом отношении вида составлял 50-90%.

Сотрудникам Ханты-Мансийского филиала Госрыбцентра удалось успешно решить проблему длительного выдерживания производителей муксуна. Отловленные производители отсаживаются в небольшие изолированные старицы и выдерживаются без садков до 2,5 месяцев. В результате количество собираемой икры этого ценнейшего вида увеличилось с 4-7 до 31-50 млн шт. (2003-2008 гг.) при сравнимом количестве отсаженных производителей.

Важное внимание в регионе уделяется внедрению современных технологических достижений в аквакультуру. В частности, с 1998 гг. СибрыбНИИпроект (ныне Госрыбцентр) приступил к адаптации технологии сбора икры сиговых рыб экологическим методом к условиям Обь-Иртышского бассейна. Метод был разработан специалистами ВостсибрыбНИИпроекта (ныне Востсибрыбцентр, г. Улан-Удэ) для байкальского омуля

(Дзюменко, 1984). Новый технологический подход значительно повышает эффективность рыбоводных работ и позволяет сохранить жизнь производителям после получения половых продуктов, что открывает возможность их многократного использования. С 2002 г. для сбора икры используется оригинальное устройство садкового типа, учитывающее специфику условий Обского бассейна (Семенченко, Дзюменко, 2006). По новой технологии проведен сбор икры речной и озерной форм пеляди, тугуна, сига-пыжьяна и чира. Ежегодно объемы сбора икры экологическим методом последовательно увеличиваются с 2,6 в 1998 г. до 252 млн шт. в 2007 г. Всего за годы отработки технологии сбора икры экологическим методом в Обь-Иртышском бассейне было получено 1133 млн икринок сиговых рыб, в том числе 1062 млн шт. икринок пеляди.

Одно из направлений работы Госрыбцентра – разработка биотехники искусственного воспроизводства и товарного выращивания новых нетрадиционных для аквакультуры объектов. С 2000 г. разрабатывается биотехника искусственного разведения одного из наиболее ценных видов сиговых рыб – тугуна. Сбор икры этого мелкого сига удалось провести экологическим методом (Семенченко и др., 2005). В 2001-2002 гг. впервые за пределами естественного ареала было сформировано маточное стадо тугуна в оз. Царево (Тобольский район Тюменской области). Объемы сбора икры здесь в 2005-2007 гг. составляли 1,5-1,8 млн шт. в год. Озеро зарыблялось сеголетками, выращенными в прудах Абалакского рыбоводного завода. С 2002 г. удается получать и проинкубировать икру от двухлетних производителей тугуна, выращенных бассейново-садковым способом. Дальнейшее совершенствование технологии воспроизводства и выращивания тугуна позволит ввести этот вид в отечественную холодноводную аквакультуру.

В последние годы рыбоводы сталкиваются с серьезными трудностями при заготовке достаточного количества производителей сиговых рыб, отлавливаемых в естественных водоемах. Падает численность маточных стад, искусственно созданных в замкнутых озерах. Основные причины – сложность в пополнении их жизнестойким посадочным материалом и в обеспечении охраны. Кроме этого, на численность производителей в озерах влияют и естественные причины, прежде всего циклическое изменение водности бассейна. С целью обеспечения стабильных объемов сбора икры Госрыбцентр с 2003 г. приступил к формированию маточных стад сиговых рыб на экспериментальном садковом хозяйстве «Волковское» по технологии, разработанной специалистами ГосНИОРХа (Костюничев и др., 2001). Хозяйство расположено на старице р. Иртыш в 60 км выше г. Тобольска. На хозяйстве содержится разновозрастная коллекция сиговых рыб: пелядь озерная и речная, муксун, чир, тугун. С 2005 г. на оз. Волковом проводится сбор икры сиговых рыб в промышленных масштабах. В 2006 г. на хозяйстве впервые проведен сбор икры озерной формы пеляди экологическим методом. С этой целью было использовано устройство садкового типа. Объем сбора икры по новой технологии составил 8,1 млн шт. В условиях хозяйства производители пеляди в основном созрели в возрасте 2+ при массе около 300 г. Зрелые муксуны и чир имели возраст 3+ при массе тела – 1,0-1,2 кг. В 2008 г. на этом хозяйстве экологическим методом собрано 26,7 млн шт. икры озерной пеляди. В 2009 г. объемы сбора икры достигли 41,2 млн шт. Основные сложности при выращивании сиговых в садках на юге Западной Сибири связаны с эктопаразитарными заболеваниями мальков и сеголеток, а также с бактериозами рыб более старших возрастных групп.

Для стабильного выращивания мальков сиговых с целью пополнения ремонтного стада на садковом хозяйстве весной 2009 г. было разработано оригинальное устройство с замкнутым циклом водоснабжения, позволяющее активно управлять условиями среды. По габаритам и назначению это устройство аналогично мальковому лотку ейского типа, снабженному автономной системой жизнеобеспечения рыб. В ходе испытаний в условиях Сузгунского цеха в «мини-УЗВ» было успешно выращено 50 тыс. мальков сиговых рыб.

Зарыбление речной системы Оби с 1992 г. проводится только жизнестойкой молодью сиговых массой 1-6 г. В настоящее время в качестве выростных водоемов используются магистральный рыбопитомник «Зимний сор», расположенный в низовье Иртыша, а также

ряд специально подготовленных водоемов в пойме Оби, ниже впадения Иртыша. Зарыбление этих водоемов проводится сразу после распаления льда, обычно в середине мая. Личинки, главным образом, муксуна и речной пеляди доставляются вертолетом или живорыбным буксируемым судном с Сузгунского инкубационного цеха. Посадка производится в частично или полностью отшнурованные водоемы, незаселенные частичковыми рыбами. После подъема воды в Оби, происходит их залитие, площадь увеличивается на порядок, и создаются благоприятные условия для нагула молоди. В конце июня – в начале июля после прохождения пика паводка начинается массовый скат выращенной молоди из выростных водоемов в русло реки. Выход молоди проходит эффективно, так как она обладает соответствующей поведенческой реакцией на падение уровня воды. По среднемноголетним данным количество выпущенных сеголеток муксуна составляет 40%; пеляди – 44% от количества посаженных личинок. Выращивание обычно длится полтора – два месяца. За двадцать два года в р. Обь было выпущено 110 млн сеголеток муксуна и 213 млн сеголеток пеляди массой 1-6 г. Среднегодовая величина ожидаемого промвозврата от работ проведенных в 2001-2005 гг. составила 550 т пеляди и 360 т муксуна. По оценкам специалистов, именно работы по искусственному воспроизводству определяют в настоящее время запасы муксуна, так как его естественное воспроизводство из-за пресса браконьерства неэффективно. Объемы выращивания молоди сиговых рыб, начиная с 2000 г., существенно увеличились (рисунок 3) и в среднем за последние три года составляют 10 млн экз. муксуна и 47,2 млн экз. пеляди.

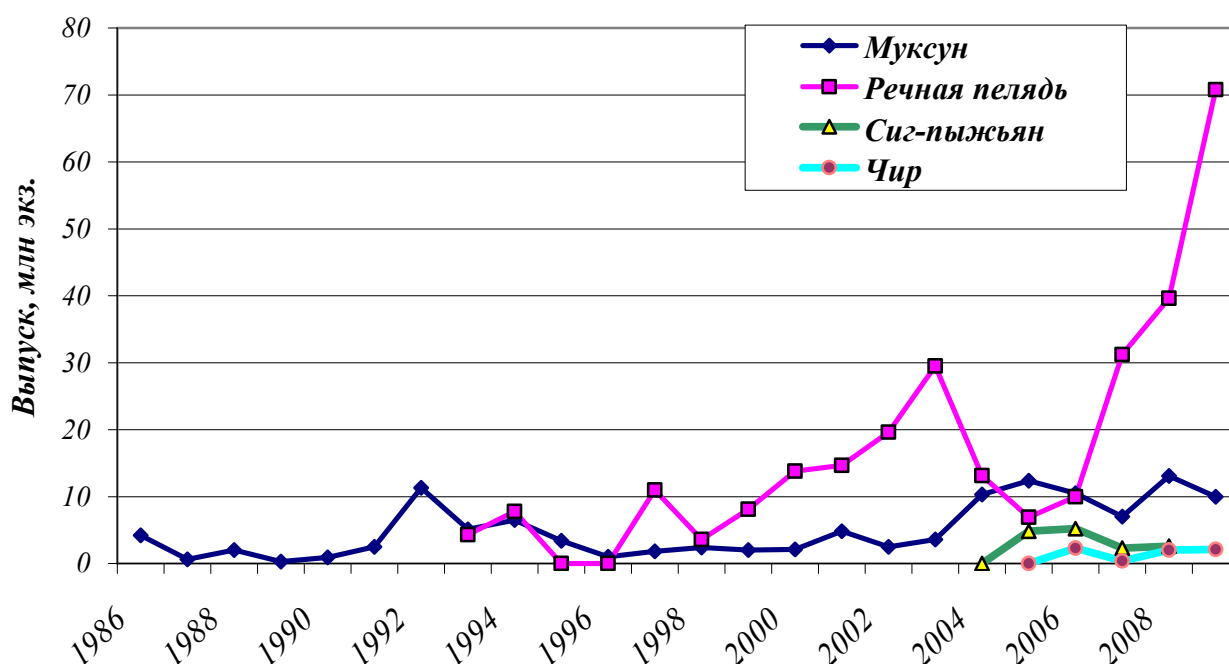


Рисунок 3 - Объемы выпуска жизнестойкой молоди сиговых рыб в Обь-Иртышский бассейн

Аналогичные примеры такого массового выращивания молоди отсутствуют. В 2009 г. жизнестойкая молодь сиговых, выращенная в пойменных водоемах Обь-Иртышского бассейна (85 млн экз.), составила 89% от общего количества выращенной молоди в стране.

Однако, существующие масштабы работ по воспроизводству сиговых рыб нельзя считать удовлетворительными. По оценкам специалистов Госрыбцентра, для восстановления запасов муксуна количество выпускаемых ранних сеголеток должно быть увеличено в 5 раз. Необходимо срочно приступить к организации заводского воспроизводства нельмы.

Следует отметить, что благодаря государственной поддержке на федеральном и региональном уровнях, в последние годы реализуется масштабная программа по воспроизводству ценных видов рыб в Обь-Иртышском бассейне. В частности, намечена

реконструкция Сузгунского инкубационного цеха. На базе садкового хозяйства «Волковское» завершается строительство воспроизводственного центра холодноводной аквакультуры. Кроме расширения сиговой садковой базы до 1,1 тыс. м², здесь строится бассейновый комплекс для формирования маточных стад сибирских лососевых рыб – тайменя и хариуса, занесенных в Красную книгу Тюменской области. Плановая мощность этого центра – 275 млн шт. икры сиговых рыб и 1 млн личинок лососевых рыб. Вводится в эксплуатацию новый рыбоводный завод в г. Ханты-Мансийске, проектная мощность которого 2,5 млн сеголеток сибирского осетра; 90 млн личинок муксуна и 10 млн личинок нельмы. Плановый выпуск сеголеток из выростных пойменных водоемов от личинок с этого завода должен составить 31,6 млн экз. муксуна и 3,5 млн экз. нельмы. Планируется разработка проектной документации на строительство сигового рыбоводного завода на р. Сось в п. Харп (ЯНАО). В перспективе планируется строительство рыбоводных заводов на р. Ляпин в п. Саранпауль и на р. Таз в п. Красноселькуп. В случае реализации намеченных планов есть все основания считать, что в будущем запасы сиговых рыб не утратят своего промыслового значения в регионе, и их величина будет оптимизирована на уровне, соответствующем состоянию экосистемы Обь-Иртышского бассейна.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Дзюменко Н.Ф. Новая технология сбора икры байкальского омуля // Рыбное хозяйство. – 1984. – № 10. – С. 26-27.

Костюничев В.В., Князева Л.М., Шумилина А.К. Методические рекомендации по выращиванию и формированию ремонтно-маточных стад сиговых рыб (пелядь, чир, муксун) в промышленных условиях на искусственных кормах. – СПб: ГосНИИОРХ, 2001. – 26 с.

Семенченко С.М., Дзюменко Н.Ф. Устройство для нереста рыб. Патент на изобретение № 2267266. РФ. – 2006. – 4 с.

Семенченко С.М., Сергиенко Л.Л., Кугаевский С. А. Тугун – перспективный объект холодноводной аквакультуры // Рыбное хозяйство. – 2005. – № 4. – 26-28.

К ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ РАБОТ ПО РАЗВЕДЕНИЮ БАЙКАЛЬСКОГО ОЗЕРНОГО СИГА НА МАЛОМ МОРЕ БАЙКАЛА

Мамонтов А.М.

Лимнологический институт СО РАН

Байкальские озерные сиги – это крупные бентоядные рыбы. Среди ценных промысловых рыб озера они наиболее подвержены вылову на нерестилищах, а младшие возрастные группы и как неучитываемый прилов при омулевом промысле. Вылов сига на Малом Море в 1938-1964 гг. составлял в среднем 259 ц, или, примерно, 1/3 общебайкальского улова сигов (773 ц).

В динамике величин вылова в 1930-1950-е годы обнаруживается определенная периодичность (рисунок 1). По направленности, она соответствует изменениям величин вылова других рыб (Мамонтов, 1977) и свидетельствует о возможном увеличении численности (по вылову) в последние десятилетия. Но в 1960-е годы товарный (учтенный статистикой) вылов еще более сократился, а с 1969 г. и повсеместно прекращен. Но эти сведения не полностью отражают фактические вылов сига.

Кормовые условия Малого Моря позволяют формирование биомассы сига до уровня 600 т, обеспечивающего вылов в 150-200 т, но для этих целей необходимо усиливать его воспроизводство за счет искусственной инкубации икры (Мишарин, 1947). Эти расчеты оспаривались в связи с приловом молоди омулевым промыслом, численно приближающемся к прогнозируемым величинам вылова (Подлесный, Булутов, 1962). Однако, согласно представлениям К.И. Мишарина (1947) рыбозаведение на Байкале должно определяться

двумя главными задачами: восстановление численности омуля и других ценных рыб из-за прилова их омулевым промыслом без существенного изменения его режима и дислокации. Этот вывод приобрел особое значение в связи с многократно повышающейся эффективностью рыбозаведения.

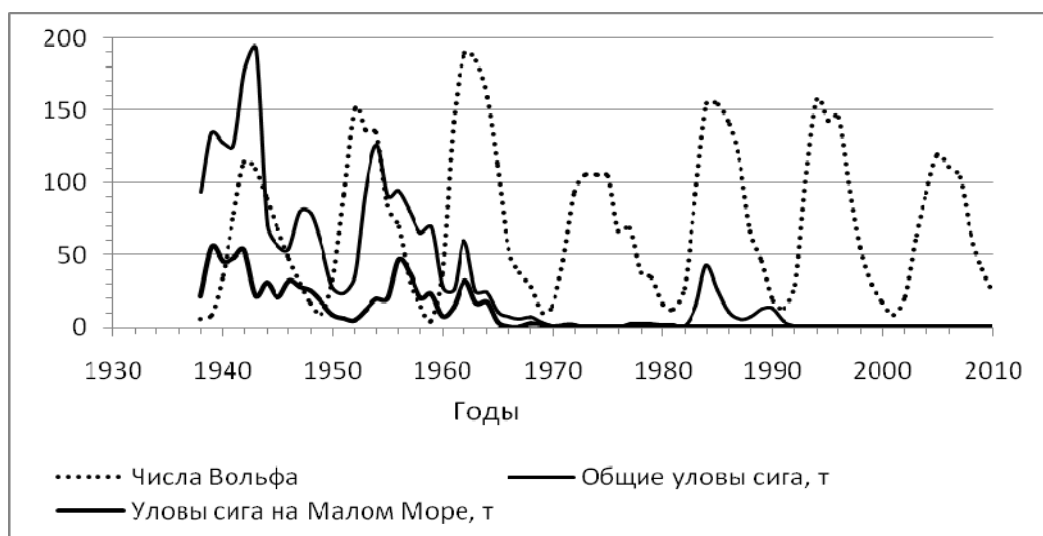


Рисунок 1 – Динамика величины уловов байкальского озерного сига по данным рыбопромысловой статистики. Числа Вольфа смещены на 5 лет вперед

Впервые инкубация икры маломорского озерного сига была осуществлена в 1937 г., 1939-1940 гг. на Большереченском рыбозаводе на Байкале. Личинки использованы для зарыбления оз. Арахлей. В 1956-1957 гг. эти работы были усилены, но успеха не имели.

В 1959 г. был принят в эксплуатацию Сарминский омулево-сиговый рыбозавод на Малом Море. В 1959-1964 гг. были отловлены около 21,3 тыс. экз. производителей сига, в том числе 8,5 тыс. экз. самок с фондом икры в 312 млн икринок. За этот период выпущено около 60 млн экз. личинок (Скрябин, 1969).

Однако технические просчеты при строительстве завода привели к его неэффективной работе. Отход икры достигал 50%. Инкубация икры и выпуск личинок привлекали голянов, способствовали быстрому увеличению их численности, а в дальнейшем потреблению ими практически всей продукции завода. В 1973 г. рыбозавод был закрыт. Количество озерного сига, на Малом море не увеличилось.

Известно, что зарыбление водоемов личинками, часто не дает положительного эффекта. Рентабельнее выпускать подрощенную молодь. Учитывая эти обстоятельства и опыт работы Сарминского рыбозавода, было решено уточнить биотехнические приемы выпуска личинок и выращивания молоди различными способами.

Опыты подращивания молоди сига и омуля до “жизнестойкой стадии” в 50 мг и до возраста 3-4 месяца (5-8 г) были проведены практически во всех прибрежных озерах Малого Моря. Но результат оказался недостаточно эффективным. Подращивание молоди в условиях садка в оз. Загли-Нур оказалось более успешным, но трудоемким, в связи с получением и доставкой живого корма (зоопланктона). Испытано и кормление личинок и мальков молодь бычковых рыб, вызывающее ускоренный рост. Одновременно отрабатывался комплекс приемов по получению и инкубации икры. Проводились эксперименты по воспроизводству сига в промышленных масштабах на базе Бурдугузского рыбозавода при помощи промысловых бригад Маломорского рыбозавода в 1984-1993 гг. и частично, в 1998, 2000 и 2002 гг. Отдельные результаты и выводы даны в ряде публикаций (Мамонтов, 1977, 1981, 1988, 2008; Мамонтов и др., 1981).

В настоящей работе даются некоторые характеристики разводимых поколений маломорского сига.

На Малом Море размножаются ноябрьская самая многотычинковая группа байкальского сига (в среднем 29,5 тычинок на первой жаберной дуге) и январская (27-28 тычинок). Сроки массового нереста первой группы – 10-25 ноября; второй – 1-12 января. Нерест отдельных особей отмечается до февраля. Наибольшее количество осенненерестующих рыб в 1980-е годы наблюдалось в бухте Куркутской ($S=4,1 \text{ км}^2$) и в соседнем заливе Мухор ($S=26,49 \text{ км}^2$), зимненерестующих – в основном в заливе Мухор.

В первые два года работ рыбы отлавливались в январе в заливе Мухор, в дальнейшем – в ноябре в районе бухты Куркутской. Для накопления икры в период ее сбора применялись садки из мельничного сита, помещенные под лед. В таких условиях отход икры в течение 10-20 дней не отмечался. Выпуск личинок в б. Куркутскую составил в 1985-1992 гг. по 2,5 млн экз.; в 1998 г. – 1,5 млн экз.; в 1999 г. – 1,95 млн экз.; в 2000 г. – 1,5 млн экз. и в 2002 г. – 0,22 млн экз. Данная бухта выбрана в связи с тем, что в ней меньше соровых рыб. В эти годы численность местных рыб была сильно сокращена любительским рыболовством. Кроме того, мечение рыб, выполненное в 1940 г., показало, что рыбы северных районов Малого Моря, идут на нерест в бухту Куркутскую (Мишарин, 1947). В дальнейшем это учитывалось при оценке численности сига.

Одновременно был проведен учет личинок от естественного нереста. Установлено, что в заливе Мухор рождалось около 1 млн экз. личинок сига, в бухте Куркутской – около 70-100 тыс. экз. Выживание молоди контролировалось на основе траловых ловов сетками из газа №12. Они показали, что выпуск привозных личинок не вызывает выработки устойчивых условных реакций местных рыб на их потребление. В течении первых 20 дней численность молоди оставалась на одном уровне.

Наибольший возраст байкальского сига, отмеченный среди рыб в уловах составляет 22-23 года. В нерестовом стаде самцы единично отмечаются с 7-летнего, самки с 8-9-летнего возраста, при их наибольшем числе в 10+-15+. В результате рыборазведения уже с начала 90-х годов размерный состав сига на нерестилищах стал смещаться в сторону впервые созревших рыб (рисунок 2).

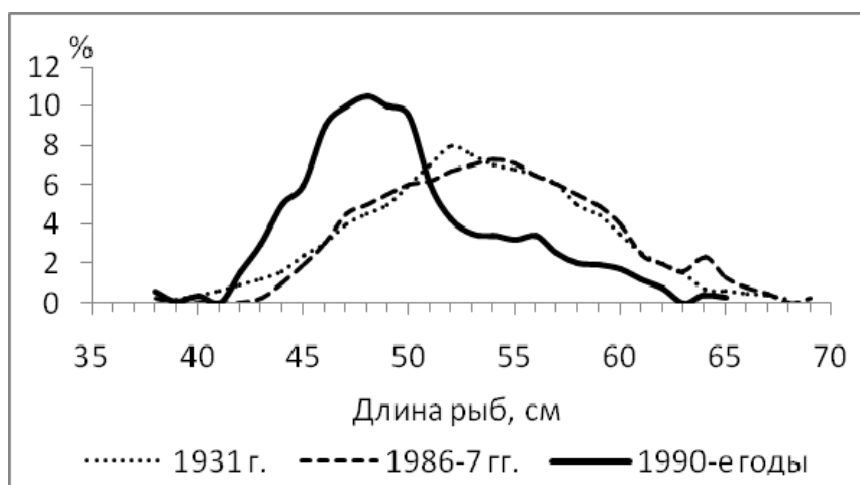


Рисунок 2 – Размерный состав производителей озерного сига на Малом Море в разные годы (сглажены). Данные за 1931 г. – по Ф.И. Крогиус (1935)

В 1990-1992 гг. это были рыбы массой 0,9-1,5 кг, в 1995-1998 гг. – 0,8-1,9 кг. Но накопление повторно нерестующих рыб (более 15 лет) оставалось замедленным. Весьма важным представляется и существенное снижение роста рыб. Весьма существенной особенностью современного нерестового стада сига является 5-ти кратное превышение численности самцов над самками. Близкое к такому соотношению было отмечено в 1940 г. в начале ноября, которое в процессе нереста выравнивалось. В 1939 г. среди 2869 рыб, отловленных для рыбоводных целей, самки составляли 17,8% (Мишарин, 1947). В период отлова сига для Сарминского рыбоводного завода в 1961-1962 гг. в октябре самки составляли

6,8%; в ноябре 29,6%; в декабре 34,9%; в январе 51,5% и в феврале 73,6% (Черняев, 1973). Поскольку в зоне лова всегда находятся разновременные нерестующие особи, то наиболее достоверны материалы за ноябрь. Они показали, вероятно близкое к фактическому, соотношение 1:2,5 (самки:самцы). Подобное соотношение отмечено и у зимненерестующего сига в Чивыркуйском заливе (1:2,5) (Зубин и др., 1989).

У средневозрастных байкальских озерных сигов относительная индивидуальная плодовитость (ОИП) в среднем близка к 18-20 тыс. икринок на 1 кг массы самки и весьма постоянна в межгодовом аспекте (Мамонтов, Широбоков, 1983; Зубин и др., 1989). Тем не менее, возрастные различия существенны: от 11 до 28 тыс. икринок. Варьирует она и при сильных изменениях кормовых условий. В 1960-е годы при повышенной продуктивности экосистемы Байкала показатели плодовитости были наиболее высоки – ОИП около 25 тыс. икринок (Скрябин, 1969). Колебания абсолютной индивидуальной плодовитости (АИП) еще более значимы: от 20 тыс. икринок у молодых самок до 90 тыс. шт. у крупных рыб (Мишарин, 1947). Для сравнения отметим, что в 40-е годы средний промысловый вес самок составлял 2080 г, а самцов – 1423 г. Масса исследованных на определение плодовитости особей составляла 2366 г, плодовитость – 46,5 тыс. икринок. Значения ОИП были в пределах 15-22 тыс. икринок (Мишарин, 1947). В 90-е годы ОИП впервые созревающих самок составляла 13-18 тыс. икринок, средневозрастных (12-14 лет) – 18-20 тыс. шт., при абсолютной плодовитости 25 тыс. икринок. От таких рыб можно получить в среднем не более 15-20 тыс. икринок, т.е., примерно, на 20% меньше, из-за вытекания икры при вылове. Наличие в зоне отлова разновременно созревающих рыб всегда приводит к вылову неготовых к вымету икры самок. Их сохранение для получения икры не давало результатов.

В нерестовом стаде самки составляют не более 20-25%, со средним весом около 1200-1400 г. Эти величины и будут определять число ловов и рыбы для получения определенного количества икры. В общем стаде ноябрьского сига в 1999 г. самок было, примерно, 12-15 тыс. экз. Их общий фонд икры – около 300 млн шт., рабочий – 240 млн шт. Численность повторно нерестующих рыб – около 10%. Но даже это количество может резко увеличить общий фонд икры.

На основе многолетней практики мы пришли к выводу, что до взятия икры рыба может сохраняться без воды до 4-6 часов, но при температуре около 0°C. Желательно даже подмерзание поверхностных тканей. В таком варианте оплодотворение икринок наиболее гарантировано – около 99%.

Несозревших рыб можно принимать как товарную продукцию. Это неизбежно в связи с одновременным выловом рыб, нерестующих в разные сроки. Можно отметить и тот факт, что основной вылов сига происходил в прошлом и происходит в настоящее время во время нерестовых миграций и нереста. Обоснованием такого типа промысла может служить усиление воспроизводства сига за счет искусственного разведения.

Численность производителей достигла наибольших значений к 1996-1998 гг. По расчетам и согласно наблюдениям и опросным данным ноябрьская популяция озерного сига в конце 1990-х – начале 2000-х годов по ихтиомассе приблизилась к уровню, намеченному К.И. Мишариным (1947). На нерестилища в заливы Малого моря могли приходиться около 50 тыс. экз. производителей массой около 60 т. В то время как в 80-годы нерестилось не более чем 3-4 тыс. экз. производителей.

В оценке численности и биомассы стада учитывались состав стада и вылова рыбы в районе нерестилищ. При этом принималось, что вылов средневозрастных рыб 8-12 лет близок их естественной смертности, их общая смертность принята близкой 30%, выживаемость молоди до года составила 10-11%. Все остальные данные о количественных характеристиках, в том числе и о биомассе всего стада сига сравнительно легко рассчитываются. Но подтверждающих статистических сведений о вылове рыбы нет. Важно отметить, что 1990-е годы приходятся на периоды повышенных уловов и численности сига в его естественном развитии. Кроме того, с 1975 г. в зоне нерестилищ в заливе Мухор в массе развивалась элодея. Нам представляется, что ее развитие не ограничивало успешность

развития икры сига на нерестилище, скорее напротив. Известно, что икра сига была найдена на высшей водной растительности в Чивыркуйском заливе (Зубин и др., 1989). Доля искусственно проинкубированной икры и выпускаемых личинок невелика. Естественная молодь составляла около 1/3 всей ее численности в целом по заливам Малого моря. Следовательно, нельзя напрямую связывать мощную вспышку численности только с выпусками личинок. В тоже время, почему климатические факторы не срабатывали десятилетия раньше? В данном случае есть еще многие другие вопросы. Но мы надеемся, что недостающие материалы для рисунка 1 будут получены. Главное, остаются настойчивые просьбы местных жителей о продолжении рыбоводных работ. С их прекращением численность сига стала вновь сокращаться из-за чрезмерного вылова.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Крогиус Ф.В. Возраст и темп роста сига Малого моря на Байкале // Тр. Байкальской лимнол. станции АН СССР. – 1935. – Т. 6. – С. 35-87.
- Мамонтов А.М. Ихтиоценозы Байкала, их структура и динамика продуцирования // Лимнология прибрежно-соровой зоны Байкала. – Новосибирск: Наука, 1977. – С.263-288.
- Мамонтов А.М. К результатам работ Сарминского сегового-омулевого рыбоводного завода на Байкале // Всесоюз. совещ. по биотехнике разведения сеговых рыб. – Тюмень, 1977. – С. 61-62.
- Мамонтов А.М. К методике расчета численности молоди песчаной широколобки *Paracottus kessleri* (Dyb) (*Cottidae*) Байкала // Сб. научн. трудов «Рыбохозяйственное значение прибрежно-соровой зоны озера Байкала». – Иркутск, 1981. – С. 164-168.
- Мамонтов А.М. О норме численности, воспроизводстве и промысле байкальских сегов // III Всесоюз. совещ. по лососевидным рыбам. – Тольятти, 1988. – С. 190-191
- Мамонтов А.М. Сарминский рыбоводный завод – итоги работ и их роль в разведении маломорских популяций озерного сига и омуля на Байкале // Состояние и проблемы искусственного воспроизводства рыбных запасов Байкальского региона. Сб. докладов научно-практической конференции. – Улан-Удэ, 2008. – С. 65-67.
- Мамонтов А.М., Широбоков И.И. Многолетняя изменчивость биологических показателей озерного сига Малого моря // Динамика продуцирования рыб Байкала. – Новосибирск: Наука. – 1983. – С. 67-76.
- Мишарин К.И. Байкальские сего // Известия Биолого-геогр. н.-и. ин.-та. При ИГУ. – 1947. – Т. 10. – Вып. 1.- С. 22-65.
- Подлесный А.В. и Булутов В.Б. Влияние промысла на запасы байкальского омуля северобайкальской расы (*Coregonus autumnalis migratorius* Georgi) и маломорского сига *Coregonus lavaretus baicalensis* Dyb.) // Вопросы ихтиологии – 1962. – Т.2. – Вып. 2 (26). – С. 242-246.
- Скрябин А.Г. Биология байкальских сегов. – М.: Наука, 1969. – 112 с.
- Черняев Ж.А. Размножение и развитие байкальского озерного сига *Coregonus lavaretus baicalensis* Dyb. в связи с вопросами его искусственного разведения // Вопросы ихтиологии. – 1973. – Т. 13. – Вып. 2 (79). – С.259-274.
- Зубин А.А., Зубина Л.В. Калягин Л.Ф., Петерфельд В.А., Семенченко С.М. Структура нерестового стада чивыркуйского озерного сига озера Байкал *Coregonus lavaretus baicalensis* после двадцатилетнего запрета его промысла // Вопросы ихтиологии – 1989. – Т. 29. – Вып. 6. – С. 944-950.
- Тюрин П.В. 1972. “Нормальные” кривые переживания и темпов естественной смертности рыб как теоретическая основа регулирования рыболовства // Изв. ГосНИОРХа. – 1972. – Т. 71. – С. 71-128.

ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОГО ТОВАРНОГО СИГОВОДСТВА ЗАУРАЛЬЯ

Мухачев И.С.¹, Слинкин Н.П.², Медведев М.М.²

¹Тюменский государственный университет (ТюмГУ),

²Тюменская государственная сельскохозяйственная академия (ТГСХА)

В регионе Зауралья выращивание товарных сиговых рыб продолжает базироваться на пеляди (речная и озерная форма) и «уральском» рипусе. Культивирование сига, гибрида пеляди и чира, муксуна, чира, сига-пыжьяна, тугуна, нельмы носит вспомогательный, в большей мере экспериментальный характер.

Согласно экспертных оценок отчетных материалов пользователей рыбохозяйственных водоёмов в 2008-2009 гг. общие уловы товарных сиговых однолетнего и многолетнего нагула в регионе составляют следующие величины: Свердловская область – 200-250 т; Челябинская область – 2500-3000 т; Курганская область – 2000-2300 т; юг Тюменской области 800-1000 т. В примыкающей к Зауралью с востока Омской области уловы выращенной пеляди и других сиговых составляют 350-400 т. Таким образом, суммарный улов выращиваемых сиговых в озерах и водохранилищах региона по самым минимальным оценкам колеблется в пределах 6-7 тыс. т. Такой объём производства ценной деликатесной рыбы явно мал и не соответствует потенциальным возможностям сиговодства, которое могло бы иметь место при должном внимании государственных структур управления субъектов Федерации и Министерства сельского хозяйства России.

Прежде всего, до сих пор в стране нет «Закона об аквакультуре». Его принятие Государственной Думой позволило бы в районах субъектов Федерации иметь полноценные предприятия со статусом ОТРХ – озерного товарного рыбоводного хозяйства, давно зарекомендовавших прогрессивные аспекты интенсивного рыбоводно-сельскохозяйственного производства, устранив многочисленные надуманные и мешающие регламенты надзорных и регламентирующих ведомств.

Происходящая в настоящее время кампания по «конкурсному распределению» озер среди пользователей при наличии существенных плюсов представляет паллиатив, поскольку Департаменты АПК областей «забыли» регламент ОТРХ и не вспоминают о нём. Пользователи озер вновь будут испытывать «пресс» инспекторских «рыбоохранных» проверок, а административная территория района и области в целом не получит экономического эффекта, который заложен в статусе районного ОТРХ.

Поскольку товарное рыбоводство представляет собой подотрасль сельскохозяйственного животноводства, оно и должно управляться подобными методами. В субъектах Федерации, например, в Департаменте АПК Тюменской области, должно быть управление рыбоводства с подчиненными ему зональными рыбопитомниками (рыбоводными центрами), экспериментальными и племенными хозяйствами и центрами. Тогда успехи областного управления во многом бы зависели от качества комплексного планирования и развития сиговодства как наиболее рентабельного направления товарного рыбоводства для региона Зауралья.

Очевидно отсутствие такого «рыбоводно-производственного штаба» в составе областных Министерств и Департаментов сельского хозяйства продолжает негативно сказываться на практических результатах товарного сиговодства. Много нерешенных проблем, тянувшихся десятилетиями, не позволяет реально прогрессировать и другим направлениям рыбоводства.

Например, ещё в 1976 г. на общегосударственном совещании рыбоводов СССР в Тюмени (Загваздин, 1976; Кудерский, 1977; Михеев, Загвязинский, 1976; Мухачев, 1976), а затем в 1977 г. на 1-ом Сиговом совещании специалистов – ученых и производителей, – опять же в Тюмени, были предметно показаны преимущества управляемых маточных стад озерной пеляди и создания собственной базы по производству продуктивного посадочного материала. Эта задача касалась и других объектов озерной товарной поликультуры.

Проблеме 40 лет, а управляемых маточных стад озерной пеляди в регионе Зауралья практически «скромные единицы». Тогда как, используя инновационные технологии, в Ленинградской области уже многие годы высокорентабельно функционируют управляемые племенные стада многих сиговых рыб, включая озерную пелядь (Костюничев, 2005). В индустриальных рыбоводных хозяйствах Ленинградской области в текущий рыбоводный сезон 2009-2010 гг. получено около 200 млн шт. икры продуктивной формы озерной пеляди, муксуна, нельмы, чира и их гибридных форм. Почему же уральцы и сибиряки не могут решить эту общеизвестную проблему и продолжают интенсивно использовать для поддержания товарного сигаводства естественные ресурсы озер и рек Обского бассейна?

В озерных хозяйствах нашего региона, даже крупных – Кунашакском, Курганском, Казанском, Сладковском, ориентированных преимущественно на товарное сигаводство, нет эффективно действующих сиговых рыбопитомников, нет производственных рыбоводно-биологических лабораторий. Во всех областях региона пользователей рыбохозяйственных водоемов, занимающихся товарным рыбоводством более 700. Однако обучение основам товарного рыбоводства, включая сигаводство, отсутствует. Отсюда и весьма «пёстрые» результаты рыбоводной деятельности – вплоть до полного «нуля» от проведенных вселений посадочного материала, часто неизвестного происхождения. До сих пор происходят ошибки в приобретении посадочного материала: вместо личинок озерной пеляди «приобретают» уральского рипуса, пыжьяна и т.п.

Нам представляется, что областные Департаменты АПК и Министерства сельского хозяйства должны иметь управления рыбоводства и решать многие организационные вопросы, включая проведение учебы-техминимума работающего персонала, ответственного за рыбоводный процесс. Также важно внедрять сертификаты качества рыбоводного материала, который к тому же должен быть заведомо продуктивным и районированным для той или иной рыбоводной зоны.

Общеизвестно, что российские аграрии, уральские и сибирские в частности, весьма скрупулезно обсуждают и решают какой сорт зерновых культур возделывать на той или иной почве либо возникших погодных условиях; животноводы планируют и внедряют соответствующие технологии производства и выращивания продуктивных пород скота и птицы. А чем заняты рыбоводы в составе местных министерств сельского хозяйства? Всем, но вопросы реального повышения рыбопродуктивности гектаров «голубой нивы» они пока не обсуждают.

В экологических условиях появления верховки, ротана, уклей, а также прогресса окуня в озерах Зауралья, используемых для выращивания товарных сеголетков и двухлетков сиговых рыб, необходимо проводить технологический процесс подращивания личинок сиговых до жизнестойких стадий. Подрощен-ная молодь сиговых в прудах, бассейнах, садках способна обеспечить 45-50% промыслового возврата в виде качественной товарной рыбы. И эта работа окупается многократно полученной прибылью от реализации выращенной крупной сиговой рыбы.

Многие озера лесостепи и почти все южной подзоны тайги перед использованием в рыбоводном процессе надо готовить – подвергать гидротехническому обустройству, как это было сделано с основными озерами в Казанском рыбхозе более 40 лет назад, обеспечившего им стабильно высокую товарную рыбопродуктивность.

Водорегулирование озер весьма полезно не только карповой поликультуре, но в большей степени сиговым рыбам. Однако эти технико-мелиоративные работы забыты. Нет гидротехнического обустройства озер и управления весенним паводком, бесцельно растекающимся по займищам и малым водотокам. Передвижные механизированные колонны (ПМК) со «штабами» в Ишиме и Тобольске, работавшие на озерах окрестных районов, прекратили свое существование. И теперь мы вынуждены получать «удар» всей климатической мощности региональной засухи в связи с годами малой водности к востоку от Урала.

В 2013 г. исполнится 100 лет со дня основания Аракульского сигового рыбоводного завода (АРСЗ) – первого предприятия подобного типа, обеспечившего прогресс товарного сиговодства к востоку от Урала. АРСЗ работает и по сей день, но он должен быть преобразован в зональный центр сиговодства, поскольку его расположение является стратегическим для Южного и Среднего Урала, где сиговодство «обречено» на прогресс в соответствии современных инновационных технологий. Тогда действующие пять малых сиговых инкубационных цехов в Челябинской области (Аргазинский, Метелинский, Верхнеуральский, два Шершневских) и Таватуйский в Свердловской области будут репродукторами районированного посадочного материала сиговых рыб, а «уральский» рипус вновь станет быстрорастущим продуктивным, на сегодня, к сожалению, утратившим эти качества.

В соответствии с требованиями селекционно-племенного дела создается Волковский центр холодноводного рыбоводства вблизи Тобольска, предназначенный культивировать сиговых и лососевых рыб. Действующее садковое хозяйство и бассейновый комплекс позволят содержать и эксплуатировать маточные стада продуктивных групп рыб. Однако и этот центр должен быть сопряжен с районными прудовыми рыбопитомниками типа Костылевского, Боровлянского и других, чтобы идея продвижения продуктивных групп (в перспективе – пород) в товарное сиговодство решалась на практике. В связи с ними нужны мини-цехи по производству жизнестойкого посадочного материала сиговых рыб наподобие созданных в г. Тюмени индустриальным предприятием ЗАО «Строймаш – Знак» и на Биофаке ТюмГУ. Благодаря таким индустриальным выростным мини-хозяйствам, приближенным к массивам нагульных акваторий, проблема использования нагульных акваторий «голубой нивы», засоренных верховкой и подобными ей малоценными рыбами, будет преодолена.

Требуют информационной поддержки и массового внедрения технологии интенсификации озерного рыбоводства. В частности, в 2009 г. Кунашакский рыбхоз на оз. Тишки площадью 3200 га вырастил более 400 т товарной пеляди, или по 130 кг/га. Секрет в том, что пользователи озера по-хозяйски «готовят» водоем к зарыблению плотной посадки молоди пеляди на нагул. Интенсифицируют рост рыбы с помощью научно разработанных методов – многократного рыхления донных отложений в период открытой воды, благодаря чему биомасса и продукция зоопланктона в течение лета и осени соответствует градации «высококормного» озера, а средняя масса товарных сеголетков превышает 170 г.

Двухлетний нагул товарной пеляди пока составляет небольшую долю: в Курганской области составляет всего 3,5-4,0 % от её общего производства. В Челябинской – около 10% по пеляди и 100% по уральскому рипусу и сигу. Например, в оз. Маян 1600 га, расположенном на северо-востоке Челябинской области, от 6 млн личинок пеляди, вселенной весной 2008 г. пользователи водоёма выловили 15 т товарных осенних сеголетков и около 60 т товарных двухлетков в течение лета и осени 2009 г. Всего по 47 кг/га. Товарная пелядь массой 400-500 г улова 2009 г. убедила пользователей в существенной выгоде двухлетнего нагула по сравнению с методом однолетнего нагула. Такая же схема культивирования пеляди осуществляется на оз. Байнауш (520 га) соседнего Каслинского района.

Способствующие прогрессу сиговодства уникальные технологии Госрыбцентра (прежде – СибрыбНИИпроект) по созданию и внедрению экономичной аэрационной техники позволяют эффективно функционировать нагульным сиговым хозяйствам на многих водоемах региона Зауралья, включая считавшиеся ранее непригодными для рыбоводства (мелководные, зарослые, небольших размеров, с наличием «сорной» рыбы). Разработки Госрыбцентра и вузов Тюмени позволяют готовить любые водоемы для производства посадочного материала пеляди, других сиговых и содержания их производителей.

Таким образом, прогресс товарного сиговодства рыбохозяйственной наукой намечен. Его необходимо развивать областными административно-управленческими структурами и рыбохозяйственным бизнесом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Костюничев В.В. Технология выращивания и формирования маточных стад сиговых рыб в индустриальных условиях // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. – 2005. – Вып.333. – С.3-18.
- Загваздин П.Н. Опыт интенсификации рыбного хозяйства на предприятиях Сибрыбпрома // Рыбное хозяйство. – 1976. – № 12. – С.4-6.
- Кудерской Л.А. Научные основы интенсификации рыбного хозяйства во внутренних водоемах страны // Рыбное хозяйство. – 1977. – № 1. – С.13-15.
- Михеев А.П., Загвязинский И.И. Роль Сибрыбниипроекта в ускорении научно-технического прогресса в рыбном хозяйстве Сибири // Рыбное хозяйство. – 1976. – № 12. – С.7-9.
- Мухачев И.С. Курс на интенсификацию озерного рыбоводства // Рыбное хозяйство. – 1976. – № 12. – С.11-12.

ОПЫТ ИСКУССТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА СИГОВЫХ РЫБ В Р. УСЕ (БАСЕЙН Р. ПЕЧОРЫ)

Новоселов А.П.¹, Боровской А.В.¹, Холмов С.Ф.²

¹Северный филиал ФГУП "Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича" (СевПИНРО)

²Общество с ограниченной ответственностью Рыбоводная компания "БиоРесурс (ООО РК "БиоРесурс")

В 2008 г. Северным филиалом ФГУП "ПИНРО" были проведены экспериментальные работы по искусственному воспроизводству сиговых рыб в бассейне р. Печоры. Они включали создание временного рыбоводного пункта по отлову производителей в р. Усе на местах их преднерестовых концентраций, взятию и оплодотворению икры и транспортировке ее в рыбоводный цех Сосногорского рыбоводного хозяйства. Производственный цикл включал следующие основные этапы (Новоселов и др., 2008; Новоселов, Боровской, 2009).

Отлов и выдерживание производителей. Отлов полупроходных видов (пеляди и сига) осуществлялся закидным неводом и плавной сетью в период с 1 по 30 октября. Выловленная рыба в пластиковых емкостях перевозилась в делевые садки (рисунок 1), где она выдерживалась до окончательного созревания половых продуктов (стадия текучести). Самцы отсаживались отдельно от самок в садок, расположенный ниже по течению. Производители пеляди находились в садках в течение двух недель, сига – трех недель при снижении температуры воды от 5,1 до 1,5°C. Отход рыб за период выдерживания был минимальным. Производители перед началом рыбоводных работ находились в хорошем состоянии (рисунок 2).

Сбор икры. Отцеживание икры осуществлялось от живых самок. Использовались эмалированные тазы с неповрежденным эмалевым покрытием. При взятии икры отбраковывались самки, из которых икра шла комками (недозревшая), а также с икринками неправильной формы (мятые или угловатые). Исключалось попадание в таз крови и фекальных масс. Отцеживание икры производилось следующим образом: текущая самка помещалась на развернутое в левой руке вафельное полотенце и обтиралась от воды и слизи. После обтирания самки ее тело слегка прижимали к себе, продолжая держать левой рукой хвостовой стебель таким образом, чтобы икра стекала из полового отверстия на край эмалированного таза. При этом тело самки слегка изгибали брюшной стороной наружу. Затем пальцами правой руки нажимали на стенки брюшка в области грудных плавников, в результате чего икра сплошной струйкой начинала стекать в таз (рисунок 3). При неполном

вытекании икры правой рукой брюшко самки слегка массировали. В один таз отцеживалось до 1 кг икры.



Рисунок 1 – Садки для выдерживания Производителей



Рисунок 2 – Производители сиговых перед отцеживанием икры

Количество самцов и взятие спермы. Количество самцов, необходимое для оплодотворения взятой порции икры, зависит от качества и количества выделяемой спермы. При использовании спермы хорошего качества соотношение самок и самцов составляет 1:1. Перед отцеживанием молок самцов тщательно обтирали полотенцем от воды и слизи. Держа левой рукой хвостовой стебель самца, правой рукой нажимали вдоль его брюшка по направлению к половому отверстию. Сперма вытекала либо водянистой струйкой, либо густыми каплями. Для подстраховки качества осеменения икры использовали свежие вырезанные семенники (рисунок 4). Они измельчались, помещались в марлю и каплями выжимались в таз с икрой (рисунок 5).



Рисунок 3 – Отцеживание икры

Оплодотворение икры. После добавления спермы в таз с икрой гусиным пером икру осторожно перемешивали со спермой встречно-круговыми движениями. Сперматозоиды рыб, находясь в овариальной жидкости, даже без добавления воды проникают через специальное отверстие (микропиле) внутрь икры (ооцитов), где и происходит слияние гамет. Однако эмбриональное развитие начинается только после добавления воды, вызывающей активизацию икры. Икру сиговых рыб оплодотворяли сухим (русским) способом. При этом воду для активизации икры и молок приливали к половым продуктам после их перемешивания небольшими порциями, тщательно перемешивая пером после прибавления

каждой порции воды. Благодаря тщательному перемешиванию икры, наличию в тазу полостной жидкости самок и притоку свежих порций воды процесс оплодотворения длится не более 7 минут.

После того, как вода полностью покрывала икру, ее оставляли в покое на 5 минут, затем приступали к промывке и *обесклеиванию*. Клейкость икры появляется сразу же после ее оплодотворения, но поскольку икра сиговых характеризуется слабой клейкостью, она утрачивается за период промывки икры в течение 30-40 минут. Для более качественной отмывки вода в тазах менялась в течение 1 часа через каждые 3 минуты, медленно наливаясь и сливаясь через край. При *набухании* оболочка икры пеляди и сига достигает известной прочности через 7-8 часов. За это время, при слое икры в тазах не более 12 см, воду меняли через каждый час. Во время набухания икры происходит увеличение ее массы и объема почти в два раза (рисунок 6).



Рисунок 4 – Добавочно используемые Семенники



Рисунок 5 – Осемененная икра

Все операции с икрой пеляди проводились при температуре воды 2,6°C, сига – 2,3°C. Во избежание подмораживания икры при отрицательных температурах воздуха тазы с икрой помещались в другие тазы, наполненные водой.



Рисунок 6 – Набухшая икра

Учет собранного количества икры. Количество собранной икры учитывалось после ее набухания перед раскладкой на рамки объемным способом, при помощи мерной кружки объемом 1 л с перфорированным (с отверстиями для стока воды) дном. При этом

просчитывалось количество икры в 10 мл и пересчитывалось на 1000 мл. Общее количество полученной нами икры пеляди и сига представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Общее количество оплодотворенной икры сиговых рыб, взятой на временном рыбоводном пункте (р. Уса, октябрь 2008 г.)

Виды рыб	Температура воды, °С	Количество оплодотворенной икры			
		В 10 мл, шт.	В 1 л, экз.	Общий объем икры, л	Всего икры, тыс. шт.
Пелядь	2,6	1 524	152 400	3,2	487, 680
Сиг	2,3	824	82 400	6,6	543,840
Всего икры сиговых				9,8	1 031,520

Транспортировка икры. Транспортировка является одним из ответственных этапов в работе с икрой. Основной задачей при перевозке оплодотворенной икры является обеспечение нормального процесса дыхания эмбрионов, поддержание оптимальной температуры внутри контейнера, а также предохранение икры от механических воздействий. Икра на разных стадиях развития неодинаково восприимчива к одним и тем же факторам внешней среды. Период пониженной чувствительности икры начинается сразу же после набухания и продолжается до стадии поздней морулы. С начала пигментации глаз устойчивость икры возрастает и сохраняется до выклева личинок. Согласно существующим рыбоводно-биотехническим нормативам при искусственном воспроизводстве сиговых рыб (Черняев, 1987 и др.; Дзюменко, Семенченко, 1987), икра должна транспортироваться на стадиях дробления и загружаться в инкубационные аппараты до конца стадии морулы, т.е. *не позднее чем через 10 дней после оплодотворения*. При проведении наших работ икра пеляди транспортировалась в г. Усинск 13 октября и уже через сутки была доставлена в рыбоводный цех г. Сосногорска. Длительность транспортировки икры сига составила менее трех суток в период с 01 по 03 ноября.

Икра перевозилась в пенопластовых контейнерах ЦПАС размерами 55 x 45 x 50 см (рисунок 7). Икра размещалась на пластмассовых рамках высотой 2 см с сетчатым дном. В одном контейнере находится 20 рамок. Икру на них раскладывали в 1-3 слоя в марлевых салфетках (рисунок 8). Перед окончательной упаковкой контейнеров, а также в г. Усинске рамки с икрой проливались речной водой. За период транспортировки отхода икры практически не было.



Рисунок 7 – Пенопластовые контейнеры

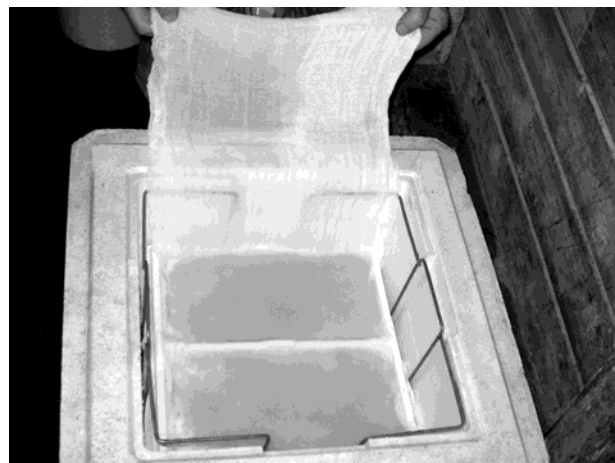


Рисунок 8 – Раскладка икры на рамки

Инкубация икры. Поступившая в рыбоводный цех икра была промыта 2%-м раствором танина и помещена в 8-литровые аппараты Вейса при норме загрузки икры пеляди

450-500 и сига 250-300 тыс. шт. на аппарат. Расход воды в аппаратах регулировался в зависимости от стадии развития икры. На первых чувствительных стадиях расход воды в аппаратах не превышал 2,4 л/мин, на стадии развития подвижного эмбриона он был увеличен до 2,8 л/мин, на поздних стадиях развития (перед выклевом) – до 3,1 л/мин. Температура воды в период инкубации колебалась от 0,2 до 6,0°C, содержание растворенного в воде кислорода поддерживалось на уровне 10-11 мгО₂/л, pH воды была близка к нейтральной. Длительность инкубации икры сиговых составила от 150 до 170 суток. Отход икры за период инкубации не превышал нормативного и составил порядка 25%.

Выклев и выдерживание личинок. Вылупление личинок проходило в сжатые сроки (4-5 суток). После выклева, до рассасывания желточного мешка, они выдерживались в прямоточных пластиковых лотках с площадью дна 3 м² при норме посадки 1 млн личинок на лоток.

Подращивание личинок. После рассасывания желточного мешка личинки сиговых были переведены на подращивание в режиме кормления живыми и стартовыми кормами. Плотность посадки личинок, а также изменение расхода и уровня воды в бассейнах представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Плотность посадки, расход и уровень воды в бассейнах при кормлении личинок пеляди и сига искусственными кормами

Возраст личинок, дней	Плотность посадки, тыс. экз./м ³	Расход воды, л/мин	Уровень воды, м
3-8	200-150	2-3	0,3
8-15	100-75	5-10	0,3
15-25	75-30	15	0,4

Корм вносился исходя из суточного рациона (10-20% от массы тела личинок) 24 раза в светлое время суток с интервалом в 30 минут.

Транспортировка подращенной молоди к местам выпуска. После окончания периода подращивания личинок (до массы 60 мг) они перевозились к местам выпуска в водоем в стандартных 100-литровых полиэтиленовых пакетах при плотности посадки 100-115 экз. на один пакет. Транспортировка осуществлялась авиатранспортом, отход за период транспортировки (1,5 часа) составил 3,2%. Подращенная молодь сига в количестве 208 тыс. экз. 19 июня была выпущена в Усу (в районе впадения р. Макарихи) при температуре воды 14°C.

Полученные нами результаты могут быть использованы при развитии искусственного воспроизводства ценных видов рыб в рамках комплексной Программы развития пресноводной аквакультуры на территории Республики Коми.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Дзюменко Н.Ф., Семенченко С.М. Сбор икры сиговых рыб в речных условиях // Рыбное хозяйство. – 1987. – № 6. – С. 44-46.

Новоселов А.П., Боровской А.В., Холмов С.Ф. Искусственное воспроизводство сиговых рыб как одно из направлений пресноводной аквакультуры в Республике Коми // Пресноводная аквакультура: состояние, тенденции и перспективы развития. – Тюмень, 2008. – С. 101-107.

Новоселов А.П., Боровской А.В. К вопросу искусственного воспроизводства сиговых рыб в бассейне р. Печоры // Экологические проблемы Севера. Межвузовский сборник научных трудов. – Архангельск, 2009. – Вып. 12. – С. 151-153.

Черняев Ж.А., Коваленко В.И., Кружалина Е.И., Овчинникова Т.И., Дмитриев И.Л. Методические указания по сбору и хранению икры сиговых рыб на временных рыбоводных пунктах, ее транспортировке и инкубации. – Москва, 1987. – 81 с.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЗАПАСОВ ЕВРОПЕЙСКОГО СИГА В КУРШСКОМ ЗАЛИВЕ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ И ПУТИ ИХ ВОССТАНОВЛЕНИЯ

Осадчий В.М., Поляков О.А., Шибаетов Л.В.

ФГУ «Западно-Балтийское бассейновое управление по рыболовству и сохранению водных биологических ресурсов» (ФГУ «Запбалтрыбвод»)

Европейский сиг – *Coregonus lavaretus lavaretus* (Linnaeus, 1758) населяет Британские острова, альпийские и предальпийские озера, прибалтийский регион, побережье от Скандинавии и севера России до Сибири. Он широко распространен в бассейне Балтийского моря, но в солоноватых водах встречается лишь на севере своего ареала. В Калининградской области европейский сиг представлен двумя формами: пресноводной, обитающей в озере Виштынецкое и проходной (анадромной) в Куршском заливе.

Проходной сиг Куршского залива совершает нерестовые миграции из Балтийского моря в залив в октябре-ноябре, начиная с возраста 4-5 лет. Эта форма сига достигает длины 70 см и массы до 10 кг. Максимальный возраст сига 15-20 лет. Нерестится сиг в ноябре-декабре при температуре воды 4,5-0,1°C на песчано-галечных грунтах. Нерестилища сига в Куршском заливе находятся в юго-западной части на каменистых грядах. После нереста производители остаются в заливе до мая, после чего уходят в море. Икра сига донная, слабосклеиваемая. Плодовитость варьирует от 7 до 120 тыс. икринок. Эмбриональный период протекает подо льдом обычно в течение 3-4 месяцев. Личинки выклеиваются из икры в марте-апреле. Сиг питается бентосом, главным образом моллюсками (Тылик, 2007).

Максимальный ежегодный вылов европейского сига в Куршском заливе в середине 50-х годов прошлого столетия достигал 60 т (Хлопников, 1994). В последние годы, в связи с эвтрофикацией залива и заилением естественных нерестилищ, сокращением их площади, а также переловом, численность сига постоянно снижается и на специализированный промысел сига был введен запрет, который продолжается до настоящего времени. В связи с этим, проходной сиг внесен в Красную книгу РФ. В настоящее время в российской части Куршского залива практическое значение имеют только два нерестилища, расположенные в районе поселков Рыбачий и Каширское. В то же время кормовая база залива благоприятна для нагула молоди сига.

В сложившихся условиях единственным вариантом сохранения и увеличения промысловых запасов сига в Куршском заливе является его искусственное воспроизводство. В 2007 г. Росрыболовство выделило средства на строительство экспериментального рыбобreedного цеха в Калининградской области. Строительство было начато в 2008 г. в районе пос. Лесное Зеленоградского района на побережье Куршского залива. В 2009 г. цех был запущен в эксплуатацию. Предприятие работает на современной, высокотехнологичной установке замкнутого водоснабжения. Технологическая схема работы цеха выглядит следующим образом: отлов производителей на естественных нерестилищах в Куршском заливе – выдерживание производителей и сбор икры – инкубация икры – выдерживание и подращивание личинок – подращивание молоди – выпуск молоди в Куршский залив. Проектная мощность цеха составляет 150 тыс. экз. молоди с дискретным выпуском навеской 2-10 г. В осенне-зимний период 2009 г. произведена первая закладка икры на инкубацию. Выпуск первой партии молоди европейского сига намечен на 2010 г. Промысловый возврат рассчитан в объеме 23 т.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Тылик К.В. Рыбы трансграничных водоемов России и Литвы. – Калининград: изд-во ФГОУ ВПО «Калининградский гос. тех. ун-т», 2007. – 128 с.

Хлопников М.М. Состояние запасов рыб и их динамика в Куршском и Вислинском заливах Балтийского моря в современных экологических условиях // Гидробиологические

исследования в Атлантическом океане и бассейне Балтийского моря: сборник научных трудов / Атлант. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. – Калининград, 1994. – С.71-82.

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ КОРМЛЕНИЯ РАННЕЙ МОЛОДИ СИГОВЫХ В АКВАКУЛЬТУРЕ

Остроумова И.Н.

ФГНУ «Государственный научно-исследовательский институт озерного и речного рыбного хозяйства» (ФГНУ «ГосНИОРХ»)

В начале 80-х годов XX столетия в ГосНИОРХе под руководством Л.М. Князевой были разработаны принципиально новые корма для личинок и молоди сиговых – рецепты ЛС-81 и МС-84. Применение этих кормов с первых дней перехода к питанию без добавления естественной пищи обеспечивало хороший темп роста и высокую выживаемость (до 80-90%) при нормальном физиологическом состоянии. Появление физиологически полноценных кормов позволило разработать и реализовать новую технологию индустриального выращивания качественного посадочного материала сиговых в бассейнах (Князева, 1983, 1987; Кудерский, Князева, 1985; Князева, Костюничев, 1991). Впервые стартовые корма для сиговых стали выпускаться в промышленных масштабах заводами рыбных гранулированных кормов по заказам рыбоводных хозяйств. Молодь, выращенная в бассейнах на искусственных кормах и в прудах на естественной кормовой базе, имела сходные морфофизиологические и биохимические показатели (Шумилина, 1987). Корма, разработанные для личинок одних видов, оказались пригодными для сиговых с разным типом питания (планктофагов, бентофагов и хищников), что объясняется сходством питания их в личиночный период в природе (мелкий зоопланктон) (Князева, 1988). При выпуске в водоемы молодь быстро адаптировалась к естественной пище и давала высокий биологический эффект.

Появление новых эффективных кормов для сиговых стало возможным в результате предшествующих серьезных физиолого-биохимических исследований раннего онтогенеза рыб, проводимых в лаборатории физиологии и кормления рыб ГосНИОРХ с целью выяснения особенностей пищевых потребностей личинок. Несмотря на то, что заводы перестали производить корма для личинок сиговых из-за прекращения выпуска ряда ключевых компонентов, в т.ч. белковых продуктов микробиосинтеза, считаю уместным осветить результаты исследований, положенных в основу разработки этих кормов, увязав их с последующим изучением физиологии и биохимии питания ранней молоди сиговых. Они будут полезны при составлении рецептов новых кормов. Многие данные, полученные в те годы, подтвердились и получили развитие в исследованиях на разных видах рыб как у нас в стране, так и за рубежом, и вошли в систему современного представления о физиологии питания личинок рыб.

Пищеварительная система. Потребление пищи начинается у личинок сиговых задолго до образования желудка. У чира и пеляди желудок формируется спустя 15-20 дней после начала питания (Князева и др., 1984; Костюничев, 1986). Развитие пищеварительной системы проходит с разной степенью интенсивности в зависимости от температуры воды и состава корма. Лучшие результаты по темпу роста и развитию личинок были получены при 12-13°C по сравнению с низкими температурами – 5-6°C, когда рост и развитие тормозились.

Первая пища попадала непосредственно в кишечник, где в это время присутствовали (Ильина, 1982) только щелочные протеазы – трипсиноподобные ферменты. Активность пепсина появлялась лишь у личинок чира с возникновением желудка и его желез, обеспечивающих кислую среду.

Исследования, проведенные в те годы в нашей лаборатории по изучению физиологии становления пищеварительной функции в раннем онтогенезе разных рыб – форели, карпа,

сиговых, а также биохимического состава мелкого зоопланктона – начальной пищи большинства рыб, свидетельствовали об особенностях пищеварения у личинок по сравнению с рыбами более старшего возраста. На первых этапах у них отсутствует мощное переваривание в полости кишечника, что обуславливает специфические требования ранней молоди к составу корма, и, прежде всего, к белковым компонентам.

Белок. В составе начального корма, особенно личинок карповых и сиговых рыб, должно присутствовать большое количество растворимого белка и низкомолекулярных соединений белковой природы, которые легко усваиваются ранней молодью и являются источником для синтеза собственных белков, а также получения энергии в этот период. Такими соединениями богаты служащие их пищей живые организмы. Около 70% их белка представлено растворимыми формами, примерно половину которых, составляют низкомолекулярные пептиды и свободные аминокислоты (Остроумова, Ильина, 1981).

Включение в состав стартовых кормов углеводородных дрожжей БВК (паприна) и их ферментолізата, содержащих продукты гидролиза белка (мелкие пептиды, свободные аминокислоты) позволили создать эффективные стартовые корма для личинок карпа (Остроумова и др., 1979) и сиговых (Князева, 1983; Кудерский, Князева, 1985). Характерно, что для личинок и ранней молоди карпа потребовалось введение значительно более высокого количества паприна и ферментолізата (в сумме – 50-70% к сухой массе корма), чем для сиговых (20-30%). Если личинки карпа без них погибали полностью, то среди личинок сиговых примерно 40-50% могли приспособиться к обычным полноценным кормам типа форелевых с первых дней питания. В присутствии же низкомолекулярных белковых структур в корме выживаемость личинок сиговых достигала 80-90%. Эти различия связаны с тем, что сиговые начинают питаться на более поздних стадиях развития пищеварительной функции, чем карповые.

В дальнейшем, исследованиями других авторов было установлено, что гидролизаты рыбной муки в составе стартовых кормов для личинок пеляди, озерного сига и их гибридов также существенно повышают скорость роста и выживаемость рыб (Пономарев и др., 1988). При этом эффективность их действия зависела от степени гидролиза. Наибольший эффект дал 17%-ый гидролиз. Положительные результаты получены и на личинках морских рыб при включении гидролизатов различных белковых продуктов в состав стартовых кормов (Zambonino et al., 1997).

Исследования биохимического состава зоопланктона вплоть до последнего времени подтвердили наличие в организме мелких беспозвоночных большого количества растворимого белка, значительную часть которого составляют олигопептиды, низкомолекулярные белки, свободные аминокислоты (Кузьмина, Гельман, 1998; Матишов и др., 2007; Carvalho et al., 2003).

Липиды. Специальное внимание уделялось жировому обмену ранней молоди сиговых. Выяснялись их потребности в соотношении белка и жира в рационах, отрабатывались нормы включения липидных добавок, оптимальный жирнокислотный состав стартовых кормов, влияние температуры на обмен липидов. Экспериментальным путем была доказана эффективность включения в состав стартовых кормов пеляди, чира, муксуна **фосфатидов** в количестве 3-5% (Князева, 1983, 1988). Добавление фосфатидов в стартовые корма стимулировало рост, улучшало жизнестойкость молоди, повышало индекс потребления пищи. Исключение фосфатидов из состава кормов резко снижало скорость роста личинок и, в меньшей степени, выживаемость.

Установлено преимущество добавки фосфатидов в состав стартовых кормов сиговых по сравнению с включением подсолнечного масла (Князева, 1988). Это преимущество было особенно высоким при низких температурах. Так, при температуре в среднем 11,6°C (6-16°C) в возрасте 44 суток конечная масса пеляди, получавшей корма с фосфатидами, оказалась почти в два раза выше, чем у личинок на кормах с маслом. При более высоких температурах – 14,4°C (11-19°C) эти различия были не столь значительны (конечная масса личинок была выше лишь на 16%). Таким образом, потребность в фосфатидах у личинок зависела от

температуры воды, с понижением которой она повышалась. С возрастом отношение к фосфатидам у пеляди изменилось. При наличии в составе корма того же уровня жира, что и в стартовых кормах (5-6%), добавка фосфатидов уже не оказывала влияния на рост сеголеток в возрасте нескольких месяцев.

Представленные материалы по известным причинам (прежде всего языковой барьер) к сожалению не получили широкой известности за пределами нашей страны. В 90-х годах были проведены многочисленные исследования по включению в корма личинкам разных видов рыб фосфолипидов (фосфатидов), которые практически подтвердили полученные ранее данные. По современным представлениям, отраженным в обзорной статье (Coutteau et al., 1997), фосфолипиды, составляющие основу клеточных мембран, относятся к незаменимым факторам питания в ранние периоды интенсивного роста и накопления клеточной массы. У рыб старшего возраста фосфолипиды синтезируются в организме с достаточной скоростью и их присутствие в корме не обязательно.

Известная для взрослых рыб липотропная функция фосфолипидов в печени (выведение жира из органа) установлена недавно и для ранних стадий (Lu et al., 2008). Добавка 6% (по сравнению с 0; 2 или 4%) соевых фосфолипидов в корм личинок теплолюбивых рыб уже на 14-ые сутки не только повысила скорость роста, но и заметно снизила содержание жира в их печени. К 21-ым суткам, содержание жира в печени уменьшилось у рыб на всех рационах, что указывает на интенсификацию синтеза собственных фосфолипидов с возрастом.

Причиной незаменимости фосфолипидов в ранний период называют не только неспособность личинок синтезировать их со скоростью, необходимой для чрезвычайно интенсивного роста, но и другие факторы. В частности, фосфолипиды способствуют транспорту нейтральных жиров в организме. Они лучше перевариваются, чем нейтральные жиры, и поэтому могут служить для личинок не только источником незаменимых жирных кислот, которыми они богаты, но и энергии. Фосфолипиды увеличивают привлекательность пищи, являясь аттрактантами, они – природные антиоксиданты и предохраняют липиды от окисления. Кроме того, по нашему мнению, фосфолипиды могут быть дополнительным источником легко усвояемого органического фосфора, необходимого для ранней молоди, у которых затруднен процесс извлечения фосфора из других компонентов корма (рыбной муки, растительных концентратов).

Естественная пища личинок рыб богата **высоконенасыщенными незаменимыми жирными кислотами** типа линоленовой ($\omega 3$) и, в меньшей степени, типа линолевой ($\omega 6$). Наибольшее их количество (Головачев, 1983, 1986, 1988) содержится в липидах зоопланктона, цистах артемии, личинках насекомых и моллюсков: $\omega 3$ – в количестве 2,2-5,3% сухого вещества, а $\omega 6$ – 0,5-3,3%. В липидах личинок чира и муксуна с желточным мешком также преобладают $\omega 3$ кислоты, причем большая часть их сосредоточена в фосфолипидах. После перехода к внешнему питанию жирнокислотный состав молоди меняется под влиянием жирных кислот пищи. Преимущественное значение $\omega 3$ кислот для личинок сиговых видно из того, что при экспериментальном голодании они расходуются более экономно, чем $\omega 6$, и концентрируются главным образом в фосфолипидах, в то время как $\omega 6$ кислоты используются для энергии. В ходе 28-ми дневного голодания у личинок чира отношение $\omega 3/\omega 6$ в липидах повысилось с 2,34 (исходное) до 4,03 (Головачев, 1986). Изменился и фракционный состав липидов. Если в начале доля фосфолипидов в общем жире личинок чира составляла 40%, то в конце опыта она превысила 50% всех липидов.

От сбалансированности жирнокислотного состава корма зависит скорость роста и выживаемость молоди. Отрицательно сказывается на рыбоводных показателях не только недостаток, но и избыток полиненасыщенных жирных кислот в рационе, особенно $\omega 6$, которые препятствуют включению $\omega 3$ в фосфолипиды. Стартовые корма для сиговых должны содержать, по мнению С.А. Головачева (1983, 1988), 2,5-3,0% (но не более 4%) незаменимых жирных кислот к сухой массе рациона при максимальном отношении $\omega 3/\omega 6$ и содержании $\omega 6$ не менее 1%. Поскольку $\omega 3$ кислотами богаты структурные элементы –

фосфолипиды, обеспечивающие нормальный состав клеточных мембран, автор устанавливает, что потребность в $\omega 3$ кислотах связана с потребностью в белке. По его расчетам для обеспечения высокого темпа роста личинок $\omega 3$ кислоты должны составлять не менее 2% по отношению к белку корма. При этом 20-30% энергии должно поставляться за счет жира. Источником $\omega 3$ кислот в составе стартовых кормов для сиговых могут быть рыбий жир, фосфатиды, соевое масло.

Сходные данные по необходимому уровню незаменимых жирных кислот в корме получены для личинок озерного сига – 2-3% $\omega 3$ и не менее 1% $\omega 6$ (Пономарев и др., 1987) и для белорыбицы – потребности в жирных кислотах удовлетворялись при отношении $\omega 3/\omega 6$ равном 2,3-2,4 (Михайлова, 2001).

Потребности личинок, в том числе и сиговых, в **витаминах и минеральных веществах** изучены слабо. Включение в состав стартовых кормов для чира повышенных доз **витамина С** – 1000 мг/кг вместо 300 (Князева, Богданова, 1983) увеличило темп роста, выживаемость и скорость развития ранней молоди. В первые дни питания личинки сиговых извлекают аскорбиновую кислоту из сухих кормов менее эффективно, чем из живых организмов (Dabrowski, 1990), даже если она присутствует в больших количествах. Но уже у личинок сига, достигших массы 17 мг (начальная – 7 мг) усвояемость витамина С из искусственных кормов повышается. Напомним, что именно при массе 17- 20 мг у них начинает формироваться желудок. Таким образом, повышенные дозы витамина С особенно нужны в первые дни питания. Личинки испытывают дефицит витамина, если его содержание в тканях падает ниже 20 мкг/г сырой массы. Показателем нормального усвоения витамина С из корма видимо можно считать накопление витамина в тканях личинок не ниже 50-100 мкг/г сырой массы.

Повышение скорости роста, развития, выживаемости получены на личинках озерного сига при введении в состав стартовых кормов **жирорастворимых витаминов – А, Д₃ и Е** одновременно с липидами, содержащими незаменимые жирные кислоты (Пономарев и др., 1987). Авторы подчеркивают сходство потребностей личинок сиговых и лососевых в этих витаминах.

Многие **макро- и микроэлементы** личинки получают непосредственно из воды. Проблема возникает с фосфором, так как его содержание в воде минимально. Незаконченность развития пищеварительного тракта ограничивает способность личинок извлекать фосфор из рыбной муки, где он находится в труднорастворимых фосфорно-кальциевых солях, растворяющихся только в кислой среде, которая появляется лишь с возникновением желудка. Добавление легко усвояемого фосфора в виде монофосфата калия и дифосфата кальция в состав новых стартовых кормов для сиговых резко повысило скорость роста, выживаемость и улучшило минерализацию скелета у личинок пеляди и муксуна (Остроумова и др., 2005). При этом было установлено, что наибольшее количество доступного фосфора (1,5% к сухому корму) требуется молоди сиговых, достигшей массы 0,5-1,2 г, когда происходит интенсивное накопление минеральных веществ в костной ткани. В дальнейшем потребность в фосфоре у молоди практически не отличается от взрослых рыб, составляя 0,9-1,0%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Головачев С.А. Жирнокислотный состав личинок сигов, выращенных на кормах с различными жировыми добавками // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. – 1983. – Вып. 194. – С. 103-106.

Головачев С.А. Изменение жирнокислотного состава липидов личинок чира в процессе голодания и питания // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. – 1986. – Вып. 246. – С. 99-108.

Головачев С.А. Повышение эффективности выращивания личинок сиговых рыб путем улучшения жирнокислотного состава стартовых кормов // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. – 1988. – Вып. 281. – С. 105-115.

Ильина И.Д. Сравнительное исследование активности пищеварительных протеиназ в раннем постэмбриогенезе рыб // V Всесоюзн. конф. по эколог. физиол. и биохим. рыб. – Киев, Наукова думка, 1982. – Ч.3. – С. 45-47.

Князева Л.М. Разработать и усовершенствовать стартовые корма для молоди сига. Отчет, 1983. – № Госрегистрации 81042235. Фонды ГосНИОРХ. – 67 с.

Князева Л.М. Временные рекомендации по кормлению и выращиванию молоди сиговых рыб в бассейнах на искусственных кормах. – Л.: ГосНИОРХ, 1987. – 7с.

Князева Л.М. Итоги и перспективы выращивания и кормления сиговых в условиях индустриального рыбоводства // Сб. науч.тр. ГосНИОРХ. – 1988. – Вып. 275. – С. 26-37.

Князева Л.М., Богданова Л.С. Введение повышенной дозы витамина С в искусственный корм для личинок чира // Сб. науч.тр. ГосНИОРХ. – 1983. – Вып. 194. – С. 97-103.

Князева Л.М., Костюничев В.В. Методические рекомендации по биотехнике индустриального выращивания рыбопосадочного материала сиговых. – Л.: ГосНИОРХ, 1991. – 30с.

Князева Л.М., Остроумова И.Н., Богданова Л.С. Влияние разных искусственных кормов на рост и развитие личинок чира *Coregonus nasus* (Pallas) (*Salmonidae*) // Вопросы ихтиологии. – 1984. – Ч. 24. – №. 1. – С. 114-121.

Костюничев В.В. Развитие пищеварительной системы личинок пеляди при использовании искусственных кормов // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. – 1986. – Вып. 246. – С. 68-75.

Кудерский Л.А., Князева Л.М. Выращивание сеголеток пеляди на искусственных кормах // Третье Всесоюзн. совещ. по биологии и биотехнике разведения сиговых рыб. Тезисы докл. – Тюмень, 1985. – С. 302-304.

Кузьмина В.В., Гельман А.Г. Особенности становления пищеварительной функции рыб // Вопросы ихтиологии. – 1998. – Т. 38. – № 1. – С. 115-122.

Матишов Г.Г., Пономарев С.В., Пономарева Е.Н. Инновационные технологии индустриальной аквакультуры в осетроводстве. – Ростов-на-Дону: ЮНЦ РАН, 2007 – 368с.

Михайлова М.В. Обмен веществ у молоди белорыбицы при выращивании индустриальными методами на различных кормах // Биология, биотехника разведения и промышленного выращивания сиговых рыб. Матер.научно-произв. совещ. – Тюмень, 2001. – С.104-109.

Остроумова И.Н., Ильина И.Д. Физиологические основы разработки стартовых кормов типа "Эквизо" для рыб // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. – 1981. – Вып.175. – С. 66-92.

Остроумова И.Н., Турецкий В.И., Иванов Д.И., Григорян А.Н., Катруш Р.В., Складнев А.А., Головкина Г.П., Балохонцева В.Н. "Корм для молоди рыб." Автор. свид. № 961176, 1979.

Остроумова И.Н., Шумилина А.К., Костюничев В.В., Смирнова Е.Н., Смирнова Л.В., Козьмина А.В. Эффективность включения неорганических фосфатов, различных источников белка и астаксантина в стартовые корма для сиговых // Сб. науч. трудов ГосНИОРХ. – 2005. – Вып. 333. – С. 260-277.

Пономарев С.В., Алексеев С.М., Лотош С.Л., Климов А.В. Жирные кислоты и жирорастворимые витамины в искусственных комбикормах для личинок сиговых рыб // Сб. науч. тр. ВНИИПРХ. – 1987. – Вып. 52. – С. 48- 55.

Пономарев С.В., Канидьев А.Н., Слободяникова Л.С., Латов В.К. Ферментативный гидролиз рыбной муки как способ совершенствования стартового корма для ранней молоди сиговых рыб // Сб. науч. тр. ВНИИПРХ. – 1988. – Вып. 53. – С.121-130.

Шумилина А.К. Изменение морфофизиологических показателей молоди пеляди в зависимости от возраста и условий выращивания // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. – 1987. – Вып.266. – С.87-94.

Dabrowski K. Ascorbic acid status in the early life of whitefish (*Coregonus lavaretus* L.) // Aquaculture. – 1990. – V. 84. – P. 61-70.

Carvalho A.P., Oliva-Teles A., Bergot P. A preliminary study on the molecular weight profile of soluble protein nitrogen in live food organisms for fish larvae // *Aquaculture*. – 2003. – V. 225. – P. 445–449.

Coutteau P., Geurden I., Camara M.R., Bergot P., Sorgeloos P. Review on the dietary effect of phospholipids in fish and crustacean larviculture // *Aquaculture*. – 1997. – V. 155. – P. 149–164.

Lu S., Zhao N., Zhao A., He R. Effect of soybean phospholipid supplementation in formulated microdiets and live food on foregut and liver histological changes of *Pelteobagrus fulvidraco* larvae // *Aquaculture*. – 2008. – V.278. – P.119–127.

Zambonino I.J., Cahu C.L., Peres A. Partial substitution of Di- and Tripeptides for Native Proteins in Sea Bass Diet Improves *Dicentrarchus labrax* Larvae Development // *J. Nutr.* – 1997. – № 127. – P.608–614.

ПРИМЕНЕНИЕ УЗВ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ МАТОЧНОГО СТАДА СИГОВЫХ РЫБ (НА ПРИМЕРЕ ТУГУНА)

Селюков А.Г., Шуман Л.А., Ефремова Е.В., Беспоместных Г.Н.

ГОУ ВПО «Тюменский государственный университет»

(ГОУ ВПО «ТюмГУ»)

Использование установок замкнутого водоснабжения (УЗВ) для получения жизнестойкой молоди ценных видов рыб является одним из перспективных направлений развития аквакультуры (Ивойлов и др., 2007). В настоящее время значительная часть рыбных ресурсов внутренних водоемов поддерживается за счет искусственного разведения, поэтому оптимизация получения посадочного материала для целей товарного выращивания является важным стимулом совершенствования УЗВ. Не следует также исключать ситуацию, при которой потребуются искусственное воспроизводство большинства ценных видов рыб Оби, прежде всего сиговых.

Неоднократно отмечалось, нарастание антропогенного воздействия на гидрэкосистемы Обь-Иртышского бассейна, сопровождающееся ухудшением состояния рыбных запасов (Крохалевский, 1996, 1999; Богданов, 2001; Экология рыб ..., 2006), что в наибольшей степени сказывается на сиговых рыбах (Селюков, 2007; Исаков, 2009). В таких условиях формирование маточных стад ценных видов и получение жизнестойкой молоди в установках замкнутого водоснабжения может оказаться наиболее востребованным для сохранения и увеличения их численности.

В связи с этим необходима разработка биотехнологических подходов в области использования УЗВ с целью расширенного воспроизводства ценных видов рыб не только для товарного выращивания, но и в качестве неременного условия их интродукции в природные экосистемы. Соответственно, необходимы адекватные критерии морфофункционального статуса выращиваемых в УЗВ рыб. Важнейшим показателем качества работы таких установок является состояние репродуктивной системы объектов разведения.

Значительные изменения в окружающей среде могут повлиять на процессы гаметогенеза, нерест и эмбриогенез, привести к их отклонениям и, как следствие, к появлению нежизнеспособного потомства.

На развитие организма при искусственном разведении оказывают влияние состав корма и характер кормления, оценить эффективность которых позволит детальный анализ состояния печени. Так, отклонение от нормы содержания в гепатоцитах жира снижает функциональные возможности печени, отрицательно отражаясь на резистентности организма (Краснодембская и др., 1980). Оценить его энергетические резервы и устойчивость возможно по количеству липидных включений.

Состояние жаберного эпителия является наиболее показательным индикатором качества воды для объектов разведения. Показано (Матей, 1990; Матей и др., 1993), что в

жабрах рыб встречаются отклонения в виде гиперплазии и адгезии филаментов и ламелл, отечности респираторных ламелл, срастании ламелл и филаментов и др.

Нами в течение года проводились исследования состояния тугуна, выращиваемого в УЗВ полигона водных биотехнологий (БФ ТюмГУ), начиная с октября 2008 г. Учитывались длина (по Смитту), масса рыб, количество потребляемого корма, температура воды; проводили гидрохимический анализ (рН, аммонийный азот, нитриты, нитраты, фосфаты, железо, содержание кислорода). Для оценки морфофункционального состояния рыб применялся гистологический анализ гонад, печени и жаберного аппарата. Ежемесячно проводили тотальные промеры и взвешивание выращиваемых рыб (157 экз.); для гистологического анализа отобрано 26 самок и 32 самца тугуна.

Органы фиксировали в смеси Буэна, проводили через спирты возрастающей концентрации и заливали в парафин. Парафиновые срезы получали на микротоме НМ 355S («Microm») и окрашивали железным гематоксилином по Гейденгайну. Анализировали на микроскопе AxioImager A1 с использованием лицензионного программного обеспечения AxioVision 4.7.1.

В исследуемый период температурный режим изменялся в пределах 12-16°C в октябре-ноябре, 2-6°C – в декабре-январе, 10-16°C – в феврале-апреле и 18-22°C – с мая по август, 5-6°C – сентябрь-октябрь. Концентрация растворенного в воде кислорода составляла 7-9 мг/л (80-90% насыщения). Гидрохимические показатели за весь период содержания тугуна в УЗВ не выходили за пределы допустимых концентраций.

Размерно-весовые показатели рыб за весь период исследования возрастали, хотя в зимний период рост из-за низких температур замедлялся (рисунок 1). По достижении возраста 1+ средняя масса тугуна составила $36 \pm 7,8$ г, при средней длине $150 \pm 9,9$ мм, что значительно превышает показатели одновозрастных особей этого вида в естественных популяциях (Демин, 1990; Экология рыб ..., 2006).

Гонады. Анализ соотношения половых клеток разных генераций в яичниках тугуна показал, что за первые три месяца эксперимента (возраст 153-211 суток) в них возрастало число превителлогенных ооцитов и ооцитов фазы вакуолизации цитоплазмы, в дальнейшем (до 251 сут.) увеличивалась доля вителлогенных ооцитов (рисунок 2а). У самок в возрасте 1+ (428 сут.) некоторые ооциты резорбировались (рисунок 3). Диаметр превителлогенных ооцитов у рыб в 1+ составил 110.5 мкм, ооцитов фазы вакуолизации – 190.8 мкм, фазы накопления желтка – 340-990 мкм, что соответствует их размерам у тугуна в естественном ареале (Михайличенко, 1990).

У самцов в возрасте 153 суток гонады содержали сперматогонии, в 173-211 суток в семенниках наряду со сперматогониями отмечались сперматоциты первого порядка, а в 251 сутки – присутствовали все генерации половых клеток. У самцов в 1+ возрастало количество спермиев (рисунок 2б).

Печень. В этом органе у тугуна была выявлена значительная динамика липидного обмена, отчетливо проявившаяся в морфологических изменениях гепатоцитов. Если при переводе сеголеток (6 мес.) в бассейны липидные включения занимали 33,7% площади клеток печени на гистологическом срезе, то уже через месяц их объем в гепатоцитах сократился втрое (10%); еще через 30 суток вновь отмечали повышение объема липидных включений (до 22,5%). Данная тенденция сохранялась и далее – на начало февраля их площадь достигла 30,6%, но во второй половине июня (1+) содержание липидов снизилось до 19% (рисунок 4). В печени самок за весь исследуемый период липидов была меньше, чем у самцов, что отражало энергетические потребности в генеративном обмене созревающих рыб.

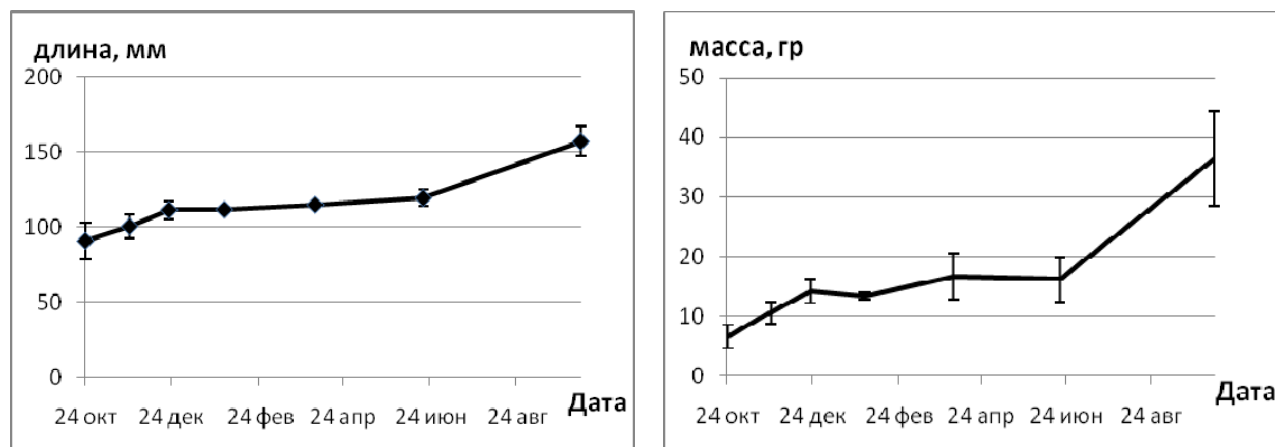


Рисунок 1 – Динамика размерно-весовых показателей тугуна в УЗВ (2008-09 гг.)

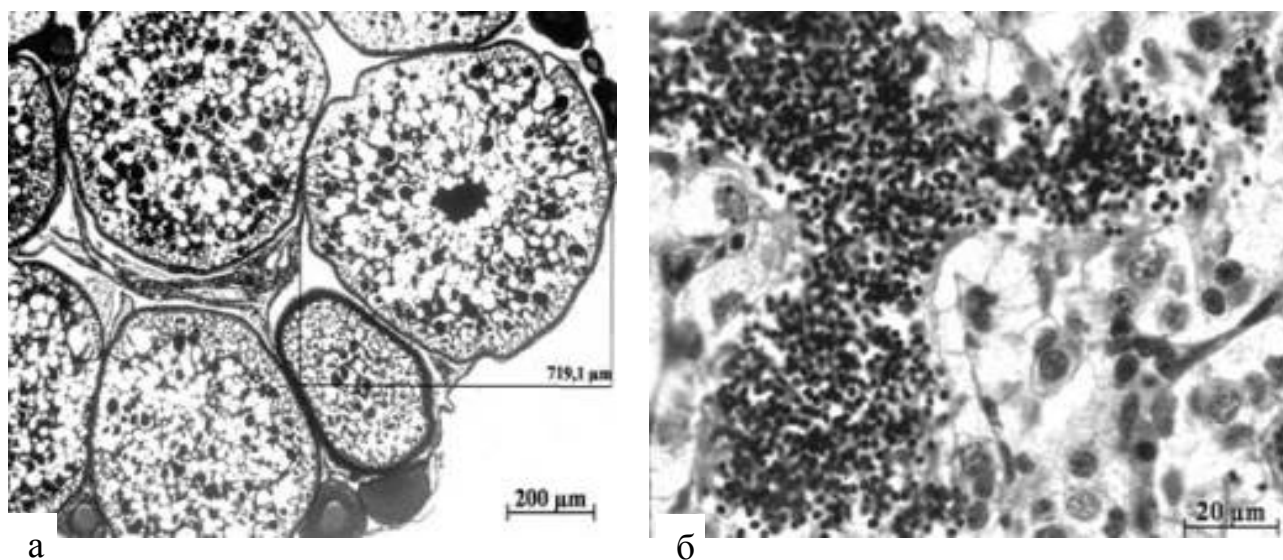


Рисунок 2 – Интенсивный вителлогенез в ооцитах (а) и накопление сперматид в семенниках (б) тугуна

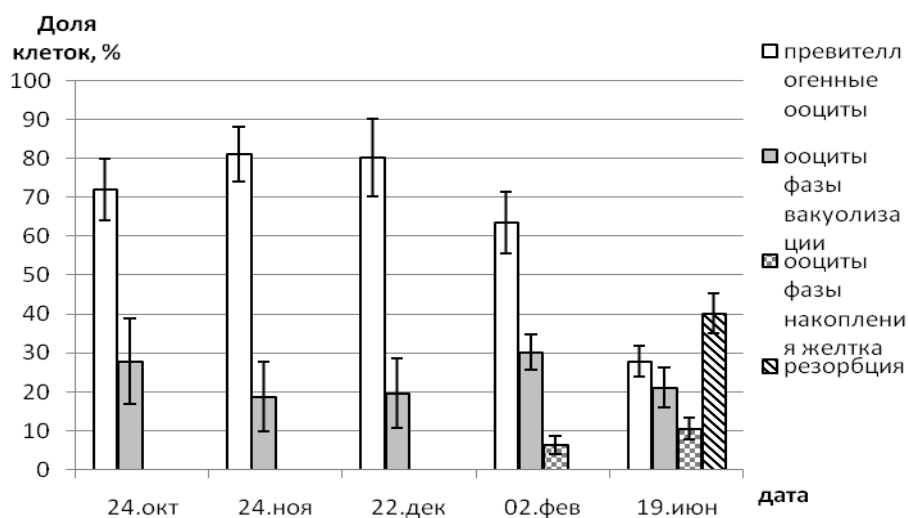


Рисунок 3 – Соотношение половых клеток разных генераций и резорбирующихся ооцитов в яичниках тугуна (2008-09 гг.)

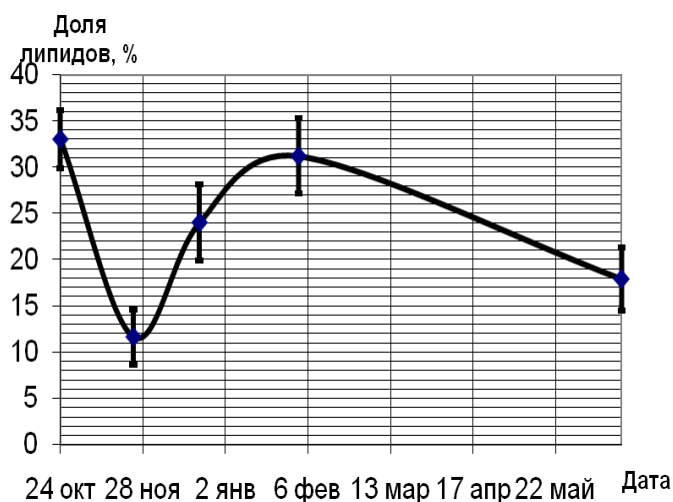
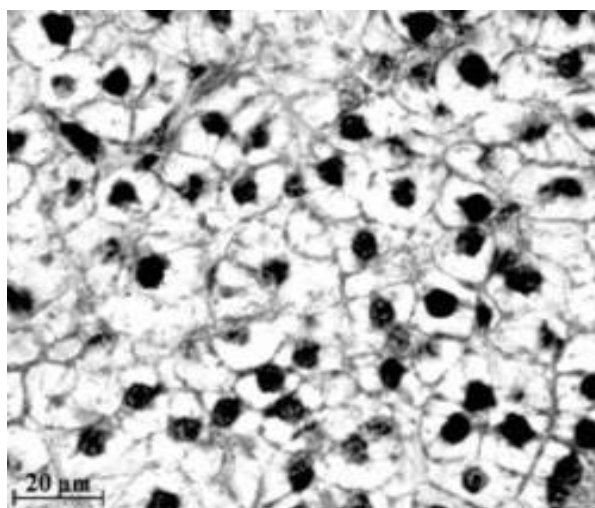


Рисунок 4 – Гепатоциты тугуна и динамика количества в них липидных включений (2008-09 гг.)

Жабры. Патологических изменений жаберного аппарата, как правило, не отмечалось (рисунок 5), за некоторыми исключениями в виде гиперплазии клеток жаберного эпителия у оснований филламентов и на терминалях респираторных ламелл, их сращения и некоторых других отклонений. Гистологический анализ различных органов тугуна в разные периоды содержания в УЗВ позволил выявить два пика отклонений в развитии органов. Первый пик пришелся на начальный период пребывания рыбы в УЗВ и характеризовался возрастанием количества аномалий в жаберном аппарате и снижением доли липидных включений в печени, что обусловлено акклимационным стрессом, а также началом формирования фонда половых клеток. Второй пик, пришедшийся на восьмой - девятый месяцы пребывания рыбы в УЗВ, был вызван незначительным ростом отклонений в жаберном эпителии и некоторым снижением доли липидных включений в печени, а также резорбцией части вителлогенных ооцитов у самок. Этот пик проявился на фоне неблагоприятного температурного режима в летний период. В целом, следует отметить, что обнаруженные отклонения носят более адаптационный, нежели патологический характер. Так, в печени не было обнаружено значительных структурных нарушений, динамика содержания липидных включений жировым перерождением органа не являлась. Формирование половых желез самцов проходило без патологий; это связано с меньшими энергетическими потребностями при созревании семенников, чем яичников, что также подтверждается более высоким содержанием липидов в гепатоцитах самцов.

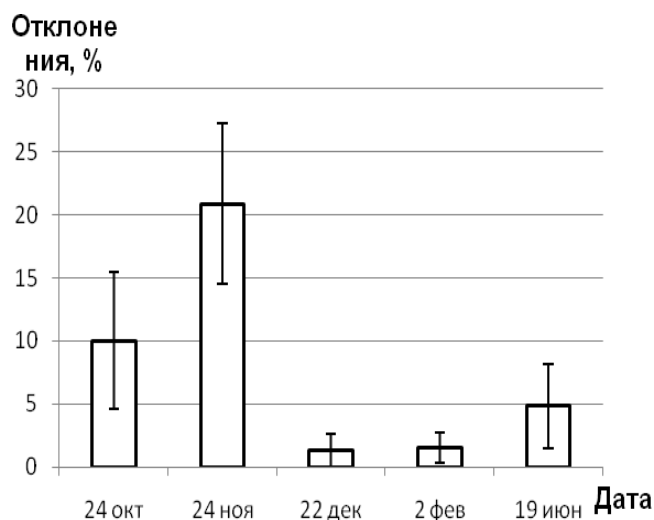
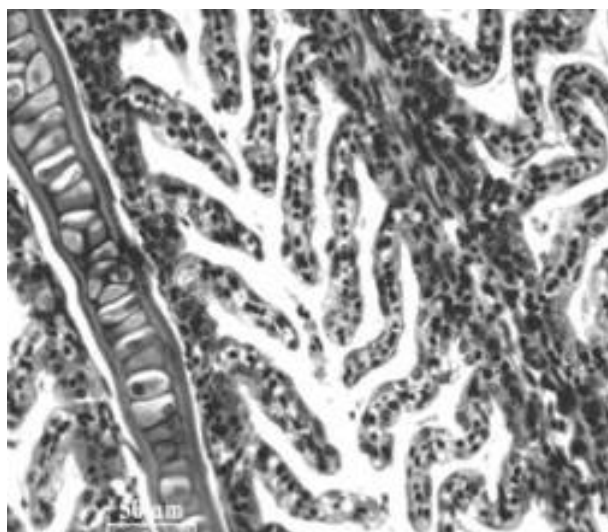


Рисунок 5 – Жабры тугуна и динамика отклонений в них

Полученные данные свидетельствуют о возможности получения полноценных производителей тугуна в течение одного годового цикла в УЗВ при соблюдении оптимальных кормовых рационов, гидрохимического состава, температурного и кислородного режимов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Богданов В.Д. Состояние промысла и численность сиговых рыб Оби // Рыбные ресурсы Камско-Уральского региона и их рациональное использование. Материалы научно-практич. конф. – Пермь, 2001. – С. 25-28.

Демин А.И. Тугун реки Нижняя Тунгуска // Тез. докл. IV Всес. совещания по биологии и биотехнике разведения сиговых рыб. – Л., 1990. – С. 84-85.

Ивойлов А.А., Чмилевский Д.А., Стадник М.А. Выращивание сибирского осетра и радужной форели в установке с замкнутым циклом водообеспечения, оснащенной погружным биофильтром с постоянно регенерирующей загрузкой // Научно-технический бюллетень лаборатории ихтиологии ИНЕНКО. – СПб, 2007. – Вып. 13. – 17 с.

Исаков П.В. Сиговые рыбы в Обской губе: половые циклы, состояние жизненно-важных органов: автореферат дисс. ... канд. биол. наук. – Борок, 2009. – 24 с.

Краснодембская К.Д., Баюнова Н.Н., Семенова Т.Б. Оценка физиологического состояния молоди лосося при выращивании на рыбоводных заводах по гистологическим показателям // Лососевидные рыбы. – 1980. – С. 252-257.

Крохалевский В.Р. Обь-Иртышский бассейн: состояние и проблемы использования сырьевых ресурсов // Рыбоводство и рыболовство. – 1996. – №1. – С. 23-26.

Крохалевский В.Р. Рыбные ресурсы Обь-Иртышского бассейна // Рыбоводство и рыболовство. – 1999. – №1. – С. 10-11.

Матей В.Е. Функциональная морфология жаберного эпителия пресноводных костистых рыб // Физиология, биохимия и токсикология пресноводных животных. – Л.: Наука, 1990. – С. 104-141.

Матей В.Е., Павлов Д.Р., Чуйко Г.М. Влияние кадмия на структуру жабр тиляпии // Цитология. – 1993. – Т. 35. – №10. – С. 13-19.

Михайличенко Л. В. Анализ динамики роста ооцитов тугуна во время нагульного периода // Тез. докл. IV Всес. совещания по биологии и биотехнике разведения сиговых рыб. – Л., 1990. – С. 54-55.

Селюков А.Г. Морфофункциональный статус рыб Обь-Иртышского бассейна в современных условиях // Монография. – Тюмень: Изд-во Тюменского университета, 2007. – 184 с.

Экология рыб Обь-Иртышского бассейна / под ред.: Д.С. Павлов, А.Д. Мочек. – М.: Т-во научн. изданий КМК, 2006. – 596 с.

ИТОГИ ВНЕДРЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЕТОДА СБОРА ИКРЫ СИГОВЫХ РЫБ В ОБЬ-ИРТЫШСКОМ БАССЕЙНЕ

Семенченко С. М.

*ФГУП «Государственный научно-производственный центр рыбного хозяйства»
(ФГУП «Госрыбцентр»)*

Экологический метод сбора икры сиговых рыб был разработан и внедрен в середине 80-х годов прошлого столетия для обеспечения массового искусственного воспроизводства байкальского омуля (Дзюменко, 1984; Дзюменко и др., 1986 и др.). Этот метод принципиально отличается от традиционного в сиговодстве метода ручного отцеживания икры с последующим ее осеменением «сухим» способом. Экологический метод заключается

в целенаправленном создании условий среды, обеспечивающих выдерживание, созревание и нерест рыб в специальных устройствах, позволяющих осуществлять сбор оплодотворенной, обесклеенной и набухшей икры для последующей инкубации. В устройства отсаживаются производители обоих полов, где после их созревания происходит оплодотворение икры за счет естественного нерестового поведения. Причем, нормальное нерестовое поведение сиговых рыб возможно без характерного нерестового субстрата. Разработан ряд устройств, позволяющих осуществлять сбор икры в различных экологических условиях и масштабах (Дзюменко, 1982; Дзюменко и др., 1988, 1990).

Практика рыбоводных работ на Байкале показала, что экологический метод по сравнению с традиционным методом отцеживания имеет ряд преимуществ: рабочая плодовитость увеличивается в 1,5; оплодотворяемость икры повышается на 5-20%, значительно снижаются затраты ручного труда и повышается производительность труда рыбоводов, появляется возможность выпуска использованных производителей, снижаются отходы при инкубации (Дзюменко и др., 1986).

С 1986 г. все три рыбоводных завода Байкала переведены на новую технологию, что позволило довести сбор икры омуля к 2000 г. до 2,6 млрд шт. за сезон. Всего экологическим методом собрано около 38 млрд икринок байкальского омуля.

Несмотря на очевидную перспективность, до конца 90-х годов новый метод в промышленных масштабах применялся только при сборе икры байкальского омуля. Хотя, в условиях эксперимента была показана принципиальная возможность сбора экологическим методом икры других сиговых рыб: озерной формы пеляди (Дзюменко, Покровский, 1990; Львов, 1998), байкальских озерного и озерно-речных сигов (Дзюменко, Семенченко, 1987; Семенченко, Дзюменко, 1990).

В Обь-Иртышском бассейне работы по внедрению экологического метода были начаты осенью 1998 г. на рыбоводном пункте «Рахтынья» (р. Ляпин, Березовский р-н ХМАО). Первый успешный сбор икры речной формы пеляди доказал перспективность внедрения этой технологии в промышленных масштабах для нового объекта – речной пеляди (Семенченко, Мальцев, 2000). Выяснилось, что нерест пеляди в искусственных условиях протекает нормально и обеспечивает высокую оплодотворяемость икры. В первом опыте от 88 самок было собрано 2,6 млн шт. икры при средней оплодотворяемости 92%.

В 1998-2001 гг. в качестве экспериментальных устройств использовались установки сборной конструкции лоткового типа (Дзюменко, Семенченко, 1987). За основу взято устройство, эксплуатировавшееся в 1986-1990 гг. на Баргузинском рыбоводном заводе. В используемом варианте устройство представляло собой лоток, боковые стенки и дно которого составлены из щитов (рисунок 1).

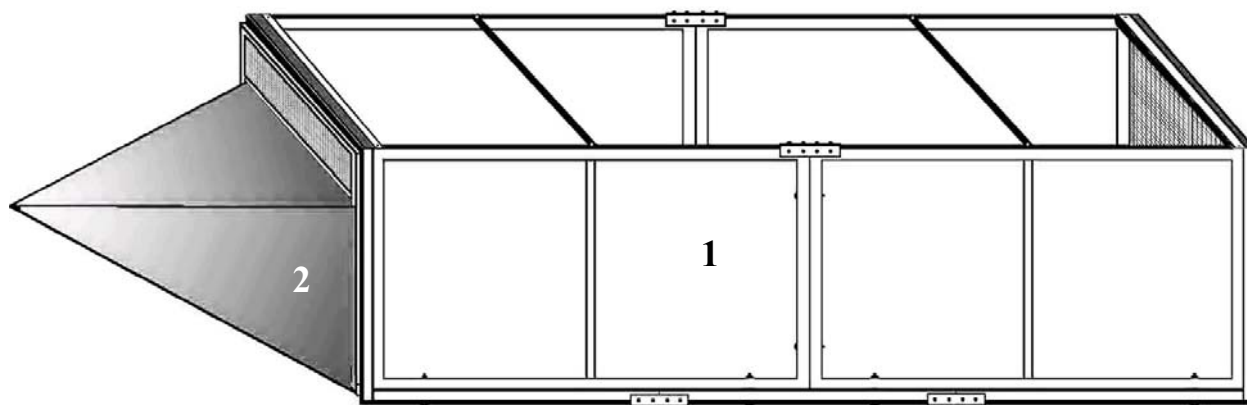


Рисунок 1 – Модифицированное лотковое устройство для сбора икры сиговых рыб экологическим методом в речных условиях: 1 – сборный лоток из щитов; 2 – съемный икросборник из газ-сита

Брусовой каркас щитов одного из устройств был обтянут брезентом, второго – оббит дюралюминиевыми листами. Щиты соединялись при помощи металлических сборочных узлов. Торцевые стороны лотка закрыты металлической сеткой. Для предотвращения выедания икры производителями над дном натянута дель. Заднюю торцевую сторону лотка перекрывал съемный икроборник, напоминающий по внешнему виду конусную сеть для отлова ихтиопланктона из газ-сита №8, передняя кромка которой закреплена на прямоугольном каркасе из металлического уголка. Этот каркас вставлялся в пазы в задней части лотка. Габариты устройства без икроборника – 6,0 х 2,1 х 1,2 м, полезный объем – 11 м³, масса – 200-250 кг. В целях облегчения конструкции специальные приспособления для смыва икры в икроборник не предусматривались. Смыв осуществлялся за счет течения реки и потока воды, создаваемого вручную специальной щеткой. Устройства устанавливались непосредственно в русле реки при помощи понтонов оригинальной конструкции. Устройство закреплялось между двумя понтонами, каждый из которых собирался из трех секций. Для защиты устройств в период ледостава выше по течению был закреплен шугоотбойник из связанных бревен.

Отсадка пеляди в устройства (плотность от 25 до 160 экз./м³) и перемещение их в русло реки осуществлялись после появления первых «текучих» самок при 4-5°C. Нерест в устройствах отмечался в период с 10 октября по 5 ноября. Его начало обычно было приурочено к первым ледовым явлениям на реке. Температурный диапазон начала нереста в лотковых устройствах – 0,3-1,3°C. Нерест приурочен к темному времени суток – с 19 до 4 ч. Максимальная активность нерестового поведения отмечена в 21 и в 24 ч. Пороговая величина освещенности, при которой начинается нерест пеляди – около 1 лк.

В 1999 г. в двух установках удалось собрать 19,3 млн икринок при средней оплодотворяемости – 88%. В устройствах отнерестилось 490 самок. Соотношение рабочей и абсолютной плодовитости оказалось близким к единице. В 2000 г. за счет увеличения плотности посадки было собрано 31,5 млн шт. икры пеляди, в 2001 г. – 39,1 млн шт. Средняя оплодотворяемость икры в эти годы равнялась 79%.

В период эксплуатации лотковых устройств (1998-2001 гг.) рабочая плодовитость пеляди составила в среднем 94% от абсолютной, что на 26% выше, чем при ручном сборе икры в эти годы. Однако, икра, собранная методом отцеживания, как правило, имела более высокое качество. В среднем различия по оплодотворяемости икры, собранной разными методами, составляли 6%. Икра наиболее низкого качества поступала из установок на завершающем этапе сбора, оплодотворяемость снижалась до 30%. Сравнение динамики сбора икры экологическим методом и по традиционной технологии выявило существенную задержку нереста в установках. Интервал между моментом созреванием самок и их участием в нересте может составлять 4-7 суток, вследствие чего, по нашему мнению, происходит снижение качества собираемой икры из-за ее перезревания. Аналогичный эффект у байкальского омуля не отмечается. Реализация потенциальных преимуществ экологического метода сбора икры в условиях Обь-Иртышского бассейна прямо зависит от решения проблемы задержки нерестового поведения производителей. Ранее было сделано предположение, что наиболее вероятной причиной задержки нереста является несоответствие скорости течения в лотках экологии размножения пеляди (Семенченко, Мальцев, 2000). Известно, что скорость и структура потока являются факторами среды, стимулирующими и синхронизирующими нерестовое поведение реофильных сиговых (Семенченко, Кутейников, 1989). Как уже отмечалось, скорость потока в лотках в 2001 г. не превышала, 3 см/сек. Эта величина на порядок меньше значений, отмечаемых на нерестилищах пеляди (Венглинский и др., 1979).

С целью отработки гидродинамического режима, стимулирующего нерестовое поведение в лотковых устройствах, в 2001 г. была проведена специальная экспериментальная работа. Одно из установленных в реке устройств было оснащено малогабаритным потокообразователем, позволяющим увеличить скорость потока до 0,2 м/с на поверхности. Потокообразователь включался в период нерестовой активности – с 19 до 23 ч. Кривая

динамики сбора икры из лотка с потоком по форме близка к кривой нормального распределения. Аналогичная кривая для контрольного лотка имела правостороннюю асимметрию. Так, через неделю после начала нереста из экспериментального лотка было получено 34% от общего объема сбора икры, а из контрольного – всего 22%. Следовательно, созданный искусственно гидродинамический режим позволил снизить влияние задержки нереста на динамику сбора икры экологическим методом. Среднее значение оплодотворяемости икры, собранной в опытном устройстве с искусственно создаваемым потоком, равнялось 83%. Аналогичный показатель для контрольного лотка составил 75%. Созданный в опыте гидродинамический режим позволил увеличить количество собранной оплодотворенной икры с 62 до 80% от потенциального фонда икры, отсаженных самок. Таким образом, по результатам проведенного эксперимента можно сделать вывод о положительном влиянии искусственно созданного потока на нерест пеляди. Однако, обеспеченный потокообразователем режим эксплуатации лоткового устройства лишь частично нейтрализовал отрицательные последствия эффекта задержки нерестового поведения пеляди. Смещение пика сбора икры в контрольном лотке по сравнению с ручным сбором составило шесть суток. Вероятно, кроме течения, существуют другие неучтенные факторы среды, лимитирующие нерестовое поведение производителей сиговых. По предварительным наблюдениям за поведением пеляди в крупногабаритных садках при выдерживании производителей было сделано предположение, что таким фактором является дефицит объема лотковых устройств. Увеличивать габариты лотковых устройств представлялось нецелесообразным, так как это значительно усложнит их эксплуатацию.

Для проверки сделанного предположения было разработано устройство принципиально иной конструкции, полезный объем которого увеличен в шесть раз – до 68 м³. Основными элементами нового устройства являлись два садка, имеющие форму опрокинутых пирамид (рисунок 2). Садок несколько меньших габаритов, изготовленный из делового полотна, размещался внутри садка из газ-сита. Оба садка для увеличения объема имели вертикальный бортик по периметру высотой 60 см. Внутренний садок закреплялся на расстоянии около 20 см от стенок внешнего. В делевой садок отсаживались производители и содержались там до нереста. Внешний садок обеспечивал роль икроборника. В период нереста оплодотворенная икра оседала на его стенки, расположенные под углом 45° к вертикали, затем под воздействием силы тяжести она перемещалась вдоль стенок вниз к металлическому наконечнику с патрубком. Здесь икра накапливалась и набухала. После чего ее откачивали через шланг, закрепленный на наконечнике икроборника, при помощи специального устройства. Основные габариты устройства – 6,4 x 6,4 x 3,2 м. Описанное устройство защищено патентом на изобретение (Семенченко, Дзюменко, 2006).

Установка новой конструкции размещалась в непроточной старице при помощи металлических понтонов. Глубина в месте постановки – около 5 м. Для имитации речных условий в новом устройстве был установлен малогабаритный потокообразователь оригинальной конструкции на основе лодочного электродвигателя, который в сочетании с искривленной металлической плоскостью должен был создавать круговое движение воды в садке у поверхности. В ряде опытов положительное влияние потокообразователя на результаты сбора икры не обнаружено, и с 2008 г. он при эксплуатации устройств не используется.

Испытания нового устройства садкового типа были проведены на рыбоводном пункте «Рахтынья» в октябре-ноябре 2002 г. В устройство отсадили 1540 самок и 1570 самцов пеляди. Отход составил 64 самки. Объем сбора составил 55 млн икринок при средней оплодотворяемости 76,5%. Отнерестилось в устройствах 1462 самки. Не участвовали в нересте 14 самок. Расчетная величина задержки нереста сократилась до четырех дней.

Результаты экспериментального сбора икры пеляди в устройстве садкового типа показали его высокую производительность и простоту в эксплуатации по сравнению с устройствами лоткового типа, которые эксплуатировались в 1998-2001 гг. В частности, с одного садкового устройства удается собрать икры в три-пять раз больше, чем с лоткового; в

три раза сокращается длительность монтажа; многократно облегчается процесс смыва икры; снижается отход производителей. Кроме того, поскольку лотковые устройства должны размещаться в русле реки, существует угроза их разрушения шугой, приходится ежедневно заниматься трудоемкой уборкой льда в период ледостава. Лед затрудняет демонтаж устройств. Напротив, садковое устройство устанавливается в старице, где выражена обратная стратификация водных масс по температуре в период ледостава. Перемешивание воды за счет движения рыбы в садке существенно замедляет образование льда в период отрицательных температур воздуха. Это снимает ряд технологических проблем, характерных для эксплуатации лотковых устройств.

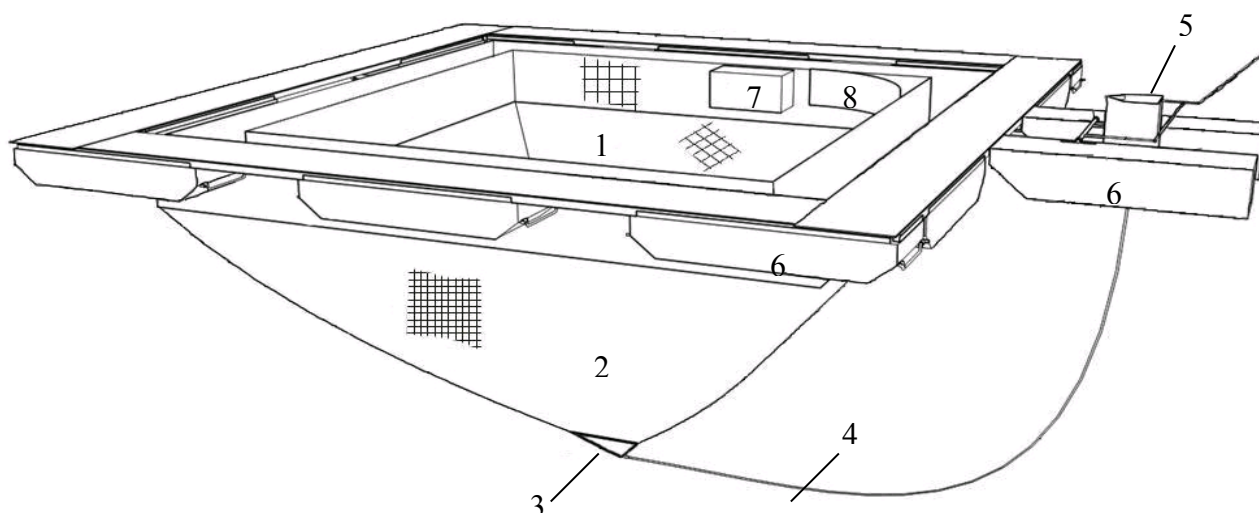


Рисунок 2 – Устройство садкового типа для сбора икры сиговых рыб: 1 – дельевый (внутренний) садок; 2 – садок икроборника (внешний) из капронового сита; 3 – металлический наконечник икроборника; 4 – шланг; 5 – устройство для откачки икры; 6 – понтон; 7 – потокообразователь; 8 – плоскость, формирующая круговой поток

Основные материалы в новом устройстве – дель и капроновая сетка. За счет этого значительно снижаются его удельная материалоемкость и вес элементов конструкции по сравнению с лотковым вариантом, что важно при монтаже и демонтаже устройства. Основная часть конструкции не имеет жестких элементов. Это облегчает транспортировку и складирование устройства.

К недостаткам устройства садкового типа можно отнести ограничение по глубине в зоне постановки – 4 м и более при используемых габаритах.

В последующие годы сбор икры речной пеляди экологическим методом на р/п «Рахтынья» проводился только в установках садкового типа. Отрабатывался технологический режим эксплуатации устройств, и усовершенствовались отдельные элементы конструкции. Количество ежегодно устанавливаемых устройств на рыбоводном пункте доведено до 4-6 шт. Объемы сбора икры пеляди экологическим методом последовательно увеличивались (рисунок 3) и достигли 252 млн шт. за сезон (2007 г.). Улучшались качественные показатели работы устройств. В 2006-2009 гг. средняя оплодотворяемость икры за сезон колебалась от 87 до 92%, что соответствует показателям при ручном способе сбора на данном пункте (рисунок 4). Количество собираемой икры в среднем за этот период составило 91,2% от потенциального фонда икры отсаженных в устройства самок; количество полученной оплодотворенной икры равно 81,9% от потенциального фонда отсаженных самок. Аналогичные показатели сбора икры пеляди ручным способом, проводимом в этот период параллельно, равны 82,7 и 76,1%, соответственно. Следовательно, современный уровень технологии экологического метода позволяет получить на 6-10% больше оплодотворенной икры от одной отсаженной самки пеляди, чем при сборе ручным способом. Необходимо отметить, что перечисленные

качественные показатели сбора икры пеляди экологическим методом на 7% выше, чем при использовании этой же технологии на омулевых заводах Байкала (Семенченко, Палубис, 2006).

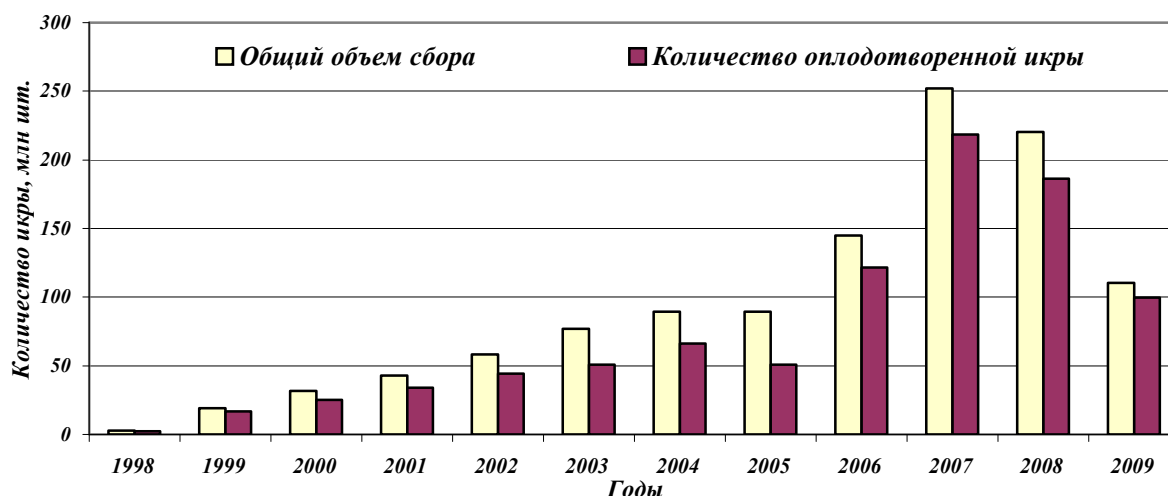


Рисунок 3 – Годовая динамика объемов сбора икры сиговых рыб экологическим методом в Обь-Иртышском бассейне

Основной эффект от внедрения установок садкового типа заключается в многократном повышении производительности труда рыбоводов при сборе икры. Хронометрия технологического процесса показала, что при использовании экологического метода на среднесуточный сбор 15 млн шт. икры пеляди, ее промывку и раскладку в транспортную тару трем рыбоведам требуется около трех часов. При ручном способе сбора такого же количества икры, включая отборку «текучих» производителей, весь технологический цикл занимает около 14 часов. При этом задействована бригада из пяти рыбоводов. С возрастанием объемов сбора икры разрыв в удельных трудозатратах при использовании разных технологий увеличивается. Последнее обстоятельство имеет особое значение при пиковом созревании отсаженных самок, когда их доля может достигать 30% от общего количества. Благодаря экологическому методу суточные сборы икры на рыбоводном пункте «Рахтынья» неоднократно превышали 50 млн шт. при численности рыбоводов пять-шесть человек. Общий за сезон объем сбора икры пеляди и ее гибрида (пел х чир) достиг 369 млн шт., из них 252 млн шт. экологическим методом (2007 г.). Причем, ранее, до использования экологического метода на этом рыбоводном пункте не собиралось более 130 млн шт. икры пеляди (1976 г.) при сравнимом количестве отловленных производителей. Современное техническое состояние рыбоводного пункта «Рахтынья» позволяет обеспечивать сбор икры пеляди до 300 млн шт. экологическим методом и до 100 млн шт. при помощи традиционной технологии за сезон силами бригады рыбоводов из шести человек.

Кроме того, при использовании новой технологии значительно снижаются требования к квалификации лиц, осуществляющих сбор икры, так как отсутствуют технологические этапы переборки производителей, отцеживания половых продуктов, осеменения, обесклеивания, набухания икры, требующие специальных рыбоводных навыков.

Одним из основных преимуществ экологического метода сбора икры является прижизненное получение половых продуктов, что позволяет осуществлять полициклическую эксплуатацию маточных стад. Этот подход реализован на экспериментальном садковом хозяйстве Госрыбцентра «Волковское», где с 2005 г. проводится сбор икры озерной и речной форм пеляди экологическим методом. Всего здесь собрано 84,4 млн шт. икры пеляди. Несмотря на низкую оплодотворяемость икры (в среднем 40-64%), использование на этом хозяйстве экологического метода оправдано многократным использованием производителей.

Кроме двух форм пеляди, опыты по использованию экологического метода при сборе икры в Обь-Иртышском бассейне проводились с тугуном, сигом-пыжьяном и с чиром.

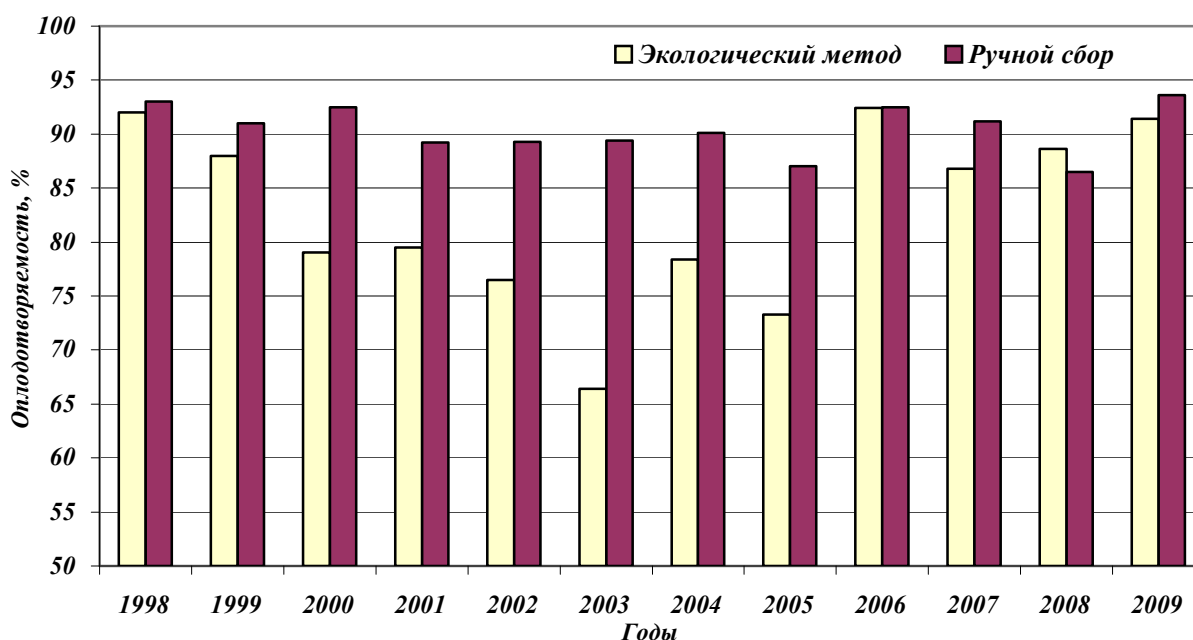


Рисунок 4 – Средняя за сезон оплодотворяемость икры пеляди, собранной на рыбоводном пункте «Рахтынья» при помощи разных технологий

Икру тугуна собирали в 2000-2002 гг. при помощи лоткового устройства, описанного ранее, установленного в р. Ляпине (Семенченко и др., 2001; 2003). Учитывая малые размеры производителей (10-13 см) и плодовитость (1,4-1,8 тыс. икринок), массовый сбор икры тугуна экологическим методом не имеет альтернативы. Всего было собрано 8,3 млн шт. икры тугуна при средней оплодотворяемости 69%. У тугуна, также как у пеляди, выявлен эффект задержки нереста в устройстве, отрицательно влияющий на оплодотворяемость икры. Увеличение скорости течения в эксперименте 2001 г. за счет использования потокообразователя улучшало оплодотворяемость икры до 78%. Попытки сбора икры тугуна в 2003-2004 гг. в устройстве садкового типа без потока были малоэффективны. Оплодотворяемость снизилась до 30-50%. Из-за отсутствия финансирования дальнейшие работы с тугуном были прекращены.

Сбор икры сига-пыжьяна экологическим методом проводился в 2004-2006 гг. и в 2009 г. Для этой цели использовались установки садкового типа. Оплодотворяемость икры сига была всегда ниже, чем у пеляди. Ее средняя за сезон величина колебалась от 42 до 77%. Общий объем сбора икры сига-пыжьяна экологическим методом за четыре года составил 49,4 млн шт.

В 2004 г. была предпринята попытка сбора икры чира в описанной установке садкового типа. Выявлена существенная задержка нереста этого вида при используемом технологическом режиме. Собрано всего 270 тыс. икринок при оплодотворяемости 39%.

Всего за годы отработки технологии сбора икры экологическим методом в Обь-Иртышском бассейне было получено 1133 млн икринок сиговых рыб, в том числе 1062 млн икринок пеляди.

В заключении необходимо отметить, в Обь-Иртышском бассейне модифицирован и внедрен высокоэффективный экологический метод сбора икры пеляди. Для промышленного применения этой технологии при сборе икры других сиговых рыб требуется существенная доработка, учитывающая видовую специфику.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Венглинский Д. Л., Шишмарев В. М., Мельниченко С. М., Паракецов И. П. Экологические аспекты естественного воспроизводства и охраны сиговых рыб // Тр. Ин-та экол. раст. и животн. – 1979. – Вып. 121. – С. 3-37.
- Дзюменко Н.Ф. Устройство для нереста рыб. – Автор. свид. №1064930. – 1982. – 4 с.
- Дзюменко Н.Ф. Новая технология сбора икры байкальского омуля // Рыбное хозяйство. – 1984. – № 10. – С. 26-27.
- Дзюменко Н.Ф., Шемякин В.Н., Палубис С.Э. Сбор икры омуля на Селенгинском рыбоводном заводе // Рыбное хозяйство. – 1986. – №6. – С. 33.
- Дзюменко Н. Ф., Покровский В. С., Поселенов Ф. А. Устройство для нереста рыб. – Автор. свид. №1398784. – 1988. – 4 с.
- Дзюменко Н.Ф., Покровский В.С. Опыт сбора икры пеляди // Рыбное хозяйство. – 1990. – №8. – С. 117-113.
- Дзюменко Н.Ф., Семенченко С.М. Сбор икры сиговых рыб в речных условиях // Рыбное хозяйство. – 1987. – № 6. – С. 44-46.
- Дзюменко Н.Ф., Семенченко С. М., Покровский В.С. Устройства для экологического метода сбора икры сиговых рыб // 4 Всесоюз. со-вещ. по биол. и биотехн. разведения сиговых рыб: тез. докл., ноябрь 1990, Вологда. – Л., 1990. – С. 117-118.
- Львов Ю.Б. Воспроизводство пеляди в заводских условиях экологическим методом // Проблемы развития рыбного хозяйства на внутренних водоемах в условиях перехода к рыночным отношениям. Тез. Международной научно-практ. Конф. – Минск: Хата, 1998. – С. 22-24.
- Семенченко С. М., Дзюменко Н. Ф. Результаты можно считать успешными // Рыбное хозяйство. – 1990. – № 8. – С.38.
- Семенченко С.М., Кутейников С.Е. К вопросу о выборе нерестилищ байкальским омулем // Биопродуктивность, охрана и рациональное использование сырьевых ресурсов рыбохозяйственных водоемов Восточной Сибири: Тез. докл. регион, конф. Улан-Удэ, март 1989. – Улан-Удэ, 1989. – С. 64-65.
- Семенченко С. М., Мальцев П. А. Опыт сбора икры речной пеляди экологическим методом // 7 Международ. Выст. ИНРЫБПРОМ – 2000. Современные средства воспроизводства и использования водных биоресурсов: Тез. докл. науч.-техн. симп. 23-24 июня 2000 г. – С.-П., 2000. – Т. 4. – С. 179-181.
- Семенченко С. М., Мальцев П. А., Прокофьев И. Ю. Первый опыт сбора икры тугуна экологическим методом // «Биология, биотехника разведения и промышленного выращивания сиговых рыб». Мат-лы науч.-произв. совещ. 19- 21 декабря 2001 года, Тюмень. – Тюмень, 2001. – С. 162-165.
- Семенченко С. М., Прокофьев И. Ю., Сергиенко Л. Л., Кугаевский С. А. Тугун – новый объект холодноводной аквакультуры // Материалы Международ. симп. «Холодноводная аквакультура: старт в XXI век». Россия, Санкт-Петербург, 8-13 сентября 2003 г. – С. 172-173.
- Семенченко С. М., Дзюменко Н. Ф. Устройство для нереста рыб. – Патент на изобретение № 2267266. – 2006.
- Семенченко С. М., Палубис С. Э. Итоги работ по искусственному воспроизводству байкальского омуля // Вопросы рыболовства. – 2006. – Т. 7. – №1 (25). – С. 137-149.

ВКЛАД ТОБОЛЬСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ В РАЗВИТИЕ РЫБОВОДСТВА В ТЮМЕНСКОМ РЕГИОНЕ

Сергиенко Л.Л.

*ФГУП «Государственный научно-производственный центр рыбного хозяйства»
(ФГУП «Госрыбцентр»)*

Сиговые рыбы в ихтиофауне водоемов Тюменской области занимают одно из ведущих мест. Вопросы по рациональному использованию рыбных запасов и расширению ареала обитания сиговых рыб Обского бассейна были подняты учеными еще в 30-60-х годах XX века (Чаликов, 1931; Юданов, 1935; Померанцев, 1941; Дрягин, 1948; Бурмакин, 1953; Москаленко, 1958). Первые шаги по разведению сиговых рыб в Тюменской области сделаны в 1941 г. Материалы, полученные исследователями УралНИОРХа в 1939-1940 гг., о высоком качестве сига-пеляди из Кондинских озер как акклиматизационного материала, дали возможность лаборатории рыбоводства ВНИОРХа в 1941-1942 гг. рассчитать фонд рыбоводной икры пеляди из Кондинских озер (40-50 млн шт.), провести опытные работы по сбору и инкубации икры пеляди в условиях Тобольского Севера и установить возможность заселения пелядью озер Тобольского округа (Головков, 1942). Однако к организации работ по искусственному воспроизводству пеляди, муксуна, чира на рыбоводных предприятиях Тюменской области в промышленных масштабах приступили только в конце 50-х – начале 60-х годов прошлого столетия. Промышленное освоение районов Западной Сибири явилось одной из причин возникновения нового направления в развитии рыбного хозяйства – озерного рыбоводства. Традиционные экстенсивные формы эксплуатации биологических ресурсов водоемов стали заменяться формами, направленными на освоение озерного фонда, формирование в озерах ихтиофауны и на организацию управляемых озерных хозяйств. В регионе разворачивались рыбоводные работы, увеличивался их объем.

В 1959 г. в г. Тобольске была сформирована рыбоводная группа и организована экспедиция под руководством А.А. Бешкильцева в Заполярье Тюменской области для сбора икры пеляди. Полный цикл инкубации икры (около 10 млн шт.) провели в заводских условиях на базе Тобольского рыбозавода. Этот год считается датой рождения рыбоводства на Тобольской земле. Мощность первого инкубационного цеха составляла 50 млн шт. икры. В 1960 г. для проведения исследовательских работ в области рыбоводства и приближения их непосредственно к промышленности создан Тобольский опорный пункт Обь-Тазовского отделения ВНИОРХа, затем переданного в ГосНИОРХ. Первыми сотрудниками опорного пункта были В.Н. Кугаевский, Л.В. Кугаевская, В.С. Юхнева, А.С. Бешкильцева, З.Н. Берг, М.В. Вандышев, А.А. Горбунов. В 1964 г. в г. Тюмени организован рыбохозяйственный научно-исследовательский институт, и опорный пункт перешел в его ведение.

В первые годы деятельности перед коллективом пункта, а затем и лаборатории, стояла задача – разработать биотехнологию воспроизводства сиговых рыб с учетом региональных условий. Рыбоводные мероприятия, проводимые по заводскому воспроизводству сиговых рыб, были направлены как на компенсацию ущерба, являющегося следствием антропогенного пресса в Обь-Иртышском бассейне, так на получение товарной продукции в озерных хозяйствах. Отличительной чертой сигового рыбоводства в Тюменской области является то, что базы сбора рыбоводной икры расположены на значительном удалении (от 40 до 1000 км и более) от Тобольского инкубационного цеха, единственного в Тюменской области и в настоящее время. Сбор икры сиговых рыб для заводского воспроизводства проводился в районах естественных нерестилищ на р. Оби, ее уральских притоках (рр. Ляпин, Манья, Войкар) и в озерах, имеющих естественные (Ендырь, Сырковое) и искусственно созданные популяции (Нахар-Вантская система озер, Кривое, Челбаш, Царево).

Разработка биотехнологии по интенсивному разведению сиговых рыб осложнялась из-за отсутствия многих исходных данных и обоснованных нормативов. Учитывая местные

условия, необходимо было внести коррективы в известные в то время инструкции сбора икры сиговых рыб (Яндовская, Гальнбек, 1959). Требовалось разработать методические указания по организации рыболовства сиговых рыб для рыбоводных целей, по сбору, транспортировке икры, по получению качественного посадочного материала для выпуска в магистраль и зарыбления озер. Перед коллективом лаборатории была поставлена задача, кроме отработки биотехнологии заводского воспроизводства сиговых рыб, исследовать озерный фонд Тобольского, Уватского, Вагайского районов, определить рыбохозяйственное назначение озер и сформировать искусственные маточные стада пеляди с качественным фондом производителей в незаморных водоемах, приближенных к инкубационному цеху. В 60-70-ые годы XX столетия проведено комплексное исследование 486 озер, площадь каждого более 70 га. Общая площадь составила 160,8 тыс. га. По каждому водоему были даны конкретные рекомендации их рыбохозяйственного использования. В наиболее перспективных водоемах в течение многих лет проводились регулярные наблюдения. Результаты исследований обобщены. Описаны своеобразие физико-географических, гидрологических, гидрохимических и гидробиологических условий водоемов, видовой состав ихтиофауны, определены площади озер и их рыбохозяйственное значение.

Незаморные плотвично-окуневые и окунево-щучьи озера были определены как наиболее перспективные водоемы для многолетнего нагула сиговых и создания маточных стад пеляди. Основное внимание было уделено пеляди как виду с широкой экологической пластичностью, позволяющей организовать его выращивание в озерах разных лимнологических типов. Кроме того, пелядь обладает такими ценными хозяйственными признаками как быстрый рост и высокие гастрономические качества.

В шести незаморных плотвично-окуневых озерах после их обработки полихлорпином были созданы маточные стада пеляди. В 1968 г. от пеляди искусственного разведения собрано 50 млн шт. икры. С 1969 по 1973 гг. сбор икры пеляди проводили преимущественно на зарыбляемых озерах (таблица).

Таблица – Сбор икры пеляди в Тюменской области в 1968-1973 гг.

Сбор икры, млн шт.	1968 г.	1969 г.	1970 г.	1971 г.	1972 г.	1973 г.
Всего:	50	172	210	253	280	445
в т.ч. в плотвично-окуневых озерах	50	172	210	198	130	245

На основании проведенных исследований разработаны рыбоводно-биологические обоснования для строительства озерных рыбхозов. В начале 70-х годов общая площадь зарыбляемых озер доведена до 70 тыс. га, вылов пеляди в 1970 г. составил 128 т, в 1973 г. – увеличен до 702,8 т, в 1981 г. – 863,7 т. В Тобольском районе функционировало 3 рыбхоза.

Параллельно проводились работы по разработке биотехнологии сбора и инкубации икры сиговых рыб. Уже в первой половине 70-х годов были откорректированы основные элементы биотехнологии разведения сиговых рыб. Особое внимание уделено эмбриональному и личиночному развитию, установлению критических моментов в раннем онтогенезе. Разработаны мероприятия по подготовке и эксплуатации маточных озер Тобольского региона, дана оценка факторов среды, влияющих на темп роста, половое созревание и качество половых продуктов производителей пеляди при выращивании их в маточных озерах различного типа с учетом местных условий. Разработана методика определения качества икры на ранних стадиях эмбриогенеза, на основании которой составлена инструкция по сбору икры сиговых рыб и закладке ее на инкубацию. Одновременно для получения качественного посадочного материала начаты работы по подращиванию личинок сиговых рыб в заводских условиях. Для обеспечения личинок кормами, которые они усваивают на самых ранних этапах развития, проводились работы по культивированию ветвистоусого рачка *Moina macrocpa* и зеленой водоросли *Chlorella*.

В дальнейшем был продолжен подбор кормовых организмов. Сотрудниками Тобольской лаборатории разработаны методические рекомендации и предложен способ получения науплиусов артемии, в котором учтены наиболее эффективные предложения нескольких авторов. Этот способ при апробации дал положительный результат и применяется до сих пор в Тобольском сеговом рыбоводном цехе. Для инкубации цист артемии внедрена в производство инкубационная установка, в разработке которой сотрудники лаборатории принимали активное участие. Для декапсуляции цист артемии разработан специальный аппарат. Определены эколого-трофические условия выдерживания личинок, пищевые потребности, рост и выживаемость личинок при подращивании в заводских условиях. Итогом данной работы явилась биотехнология подращивания личинок сеговых рыб и зарыбления озер.

В 80-90-ые годы из-за интенсивного развития нефте-газового комплекса Тюменской области усилилось антропогенное воздействие на Обь-Иртышский бассейн и, как следствие, возросло загрязнение рыбохозяйственных водоемов. Резко ухудшились условия размножения и нагула рыб в Средней и Верхней Оби, а также в эстуариях (Обская и Тазовская губы). Уменьшились численность пополнения и темп роста объектов рыболовства (Брусынина, Крохалевский, 1989; Уварова, 1995). Снизилась эффективность рыбоводных работ. Наблюдаемое ухудшение рыбоводных качеств используемых производителей явилось одной из причин, провоцирующих возникновение проблем в цикле заводского воспроизводства.

Совместно с учеными Тюменского государственного университета проведена работа по изучению существующего естественного мутагенеза на этапах эмбрионального развития различных популяций сеговых рыб из Обь-Иртышского бассейна. Установлено нарушение митотического цикла: появление хромосомных аббераций. Это обусловило необходимость совершенствования общепринятой технологии и разработки новых биологических приемов воспроизводства рыб в условиях возрастающего техногенного пресса.

Впервые осуществлена разработка биологических основ получения жизнестойкой молоди холодолюбивых сеговых рыб в условиях низких положительных температур и осетровых рыб при заводском воспроизводстве с применением биологически активного вещества – пара-аминобензойная кислота (ПАБК). Она, будучи генетически активным соединением, восстанавливает первоначальную хромосомную структуру клетки и ее применение возможно без опасения вызвать необратимые мутационные процессы. Универсальность биологической активности этого биостимулятора в широком температурном диапазоне дало возможность его использования как в сеговодстве, так и осетроводстве.

При применении ПАБК в сеговодстве получен положительный эффект при воздействии на зрелые спермии, на оплодотворенную икру в период набухания, на стадиях дробления, а также на стадиях, завершающих эмбриогенез, включая предличиночный этап. Развивающаяся икра и молодь сеговых рыб, подвергнутые обработке ПАБК на разных этапах развития, приобретают жизнестойкость и способность более полно реализовать продуктивные и адаптивные ресурсы организма. Выход предличинок после инкубации возрастает на 10-25%, масса сеголетков – на 25-30%.

Использование биостимуляторов, в частности ПАБК, наметило новое направление в сеговодстве, связанное с разработкой принципиально новых технологических приемов, основанных на использовании немутагенных биологически активных веществ, обладающих положительным эффектом воздействия.

В 90-ые годы сотрудниками Тобольской лаборатории проводились научно-исследовательские работы по заводскому воспроизводству сибирского осетра на базе Абалакского рыбоводного завода. Отрабатывалась биотехника выращивания сеголетков сибирского осетра с целью дальнейшего их использования для формирования маточного стада, изучалось эмбриональное развитие сибирских осетра и стерляди, оценивалось качество получаемого рыбоводного материала.

В конце 90-ых годов предпринята попытка восстановления и формирования маточных стад пеляди в Тобольском районе в озерах Царево, Челбаш, Щучье-второе и создание питомника – оз. Сытаново. Решение этой задачи в полной мере и по сей день сдерживается отсутствием эффективного и экологически чистого способа уничтожения многочисленных популяций аборигенных видов рыб (окунь, плотва, голянь).

В 1998 г. оз. Челбаш перешло в ведение заказника регионального значения «Стершинный» участок №2 в Тобольском районе и прекратило функционировать как водоем с искусственно сформированным маточным стадом пеляди. Сбор икры на нем осуществляли более 30 лет. Только с 1978 по 2002 гг. собрано 476,15 млн шт. рыболовной икры пеляди.

В настоящее время оз. Царево единственный маточный водоем на территории Тобольского района, в нем создано относительно стабильное маточное стадо пеляди, позволяющее ежегодно проводить сбор рыболовной икры. В 2007 г. собрано 31,7 млн шт. икры. На озере начато строительство рыболовной базы мощностью 75 млн шт. икры.

В 2001-2002 гг. на базе Абалакского рыболовного завода проведены первые в регионе успешные опыты по садковому выращиванию сиговых (пелядь речная и озерная, чир, муксун, тугун) с использованием искусственных кормов. Предпринята попытка получения половозрелых особей тугуна в возрасте 0+. Решение этой задачи требует дальнейших исследований. В 2003 г. масштабы работ расширены, организовано экспериментальное садковое хозяйство на озере Волковское, расположенное в Тобольском районе (60 км от г. Тобольска в пойме р. Иртыша). Исходным посадочным материалом послужили рыбы, выращенные на базе Абалакского рыболовного завода. В этом же году получена первая рыболовная икра от озерной пеляди в количестве 446 тыс. шт. Мощность садковой базы с каждым годом увеличивается. В 2006 г. сбор рыболовной икры составил 40,6 млн шт., из них пелядь речная – 9,1; озерная – 18,0; муксун – 3,0; чир – 2,7; тугун – 0,15 млн шт.

Тобольская лаборатория просуществовала более 30 лет. Численность штата колебалась от 3 до 10 человек. За период работы сотрудниками опубликовано 70 работ, из них 5 авторских свидетельств и 3 патента. План научных исследований всегда был связан с решением задач заводского воспроизводства сиговых рыб и озерного рыболовства в Тюменском регионе. Постоянно проводился экономический анализ эффективности рыболовно-мелиоративных работ на водоемах. Работа строилась в тесном содружестве с работниками рыбной промышленности.

Итак, после первых рыболовных изысканий в регионе прошло около 70 лет. За эти годы было все: взлеты, когда рыболовство успешно развивалось, и рыбная продукция была на прилавках не только местных магазинов, но и поставлялась за пределы области; падения в связи с нестабильным экономическим положением в стране в конце XX – начале XXI в.в. Несмотря на все препятствия, благодаря работе Тобольской лаборатории в настоящее время имеется исследованный озерный фонд региона, откорректированная биотехнология сбора, транспортировки и инкубации икры сиговых с учетом природных региональных условий, разработанная биотехнология выдерживания и подращивания личинок в заводских условиях, отработанные биотехнологии зарыбления, выращивания и вылова рыболовной рыбы. Разработано и внедрено в производство оборудование для рыболовных сиговых заводов. В Тюменской области работает Абалакский рыболовный завод, включающий Тобольский сиговый и Абалакский осетровый цеха. Развивается и набирает силу новое направление в регионе – садковое рыболовство.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРА

Брусынина И.Н., Крохалевский В.Р. Современное состояние экосистемы реки Оби и ее притоков в условиях антропогенного воздействия // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. – 1989. – Вып.305. – С.3-22.

Бурмакин Е.В. Биология и рыбохозяйственное значение пеляди // Труды Бараб. отд. всес. н.-и. ин-т. озер. и речн. рыбн. хоз-ва. – Л., 1953. –Т.6. – Вып.1. – С.25-89.

Головков Г.А. Опыт сбора и выдерживания икры сига- пеляди в 1941-1942 гг. // Рукопись, фонды Тобольской лаборатории. – Тобольск, 1942. – 27 с.

Дрягин П.А. Промысловые рыбы Обь-Иртышского бассейна // Изв. ВНИОРХ. – Л., 1948. – Т.25, вып.2. –С.3-105.

Москаленко Б.К. Биологические основы эксплуатации и воспроизводства сиговых рыб Обского бассейна // Тр. Обь-Тазовского отд. ВНИОРХ. – Тюмень, 1958. – 251с.

Померанцев Г.П. Озерный сырок (пелядь), как объект акклиматизации // Труды УралНИОРХ. – Свердловск, 1941. –Т.3. – С. 21-23.

Уварова В.И. Изменение гидрохимического режима и количества воды в Обском бассейне под влиянием хозяйственной деятельности // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. – 1995. – Вып. 327. – С.3-19.

Чаликов Б.Г. Из биологии муксуна бассейна р.Оби в связи с вопросом его охраны. Материалы по изучению Сибири. – Томск, 1931. – Т.3. – С.1-29.

Юданов И.Г. Обская губа и ее рыбохозяйственное значение. Работы Обь-Иртышской научной рыбохозяйственной станции. – Тобольск, 1935. – Т.1. – Вып.4. – 93 с.

Яндовская Н.И., Гальнбек А.И. Методические указания по сбору и инкубации икры сиговых. – Л., 1959. – 29с.

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИГОВЫХ РЫБ В КАЧЕСТВЕ ОБЪЕКТОВ ЛЮБИТЕЛЬСКОГО РЫБОЛОВСТВА НА УРАЛЕ

Силивров С.П., Цурихин Е.А.

*Уральский научно-исследовательский институт водных биоресурсов и аквакультуры
(Уральский филиал ФГУП «Госрыбцентр»)*

В последние годы на Среднем и Южном Урале все более широкое развитие приобретает практика закрепления водоемов для организации любительского и спортивного рыболовства. Этому способствует ряд причин, в том числе, – перестройка социальной структуры населения, снижение интенсивности промысла на внутренних водоемах, популяризация этого вида рыбной ловли и развитие индустрии обслуживания.

Создание культурных рыбных хозяйств любительского и спортивного рыболовства (КРХ) – относительно новая и перспективная отрасль рыбного хозяйства, которая должна развиваться на научной основе. Поскольку согласно «Положению о любительском и спортивном рыболовстве» работы по организации культурных рыбных хозяйств любительского и спортивного рыболовства должны проводиться на основе рекомендаций научных рыбохозяйственных организаций, на предварительном этапе организации каждого КРХ в регионе проведена разработка биологического обоснования.

Опыт непосредственного участия в течение последних пяти лет авторов настоящего сообщения в проведении исследований и разработке биологических обоснований на организацию КРХ на ряде водоемов Свердловской и Челябинской областей позволяет обобщить опыт использования сиговых рыб в качестве объектов любительского рыболовства на Урале.

Как известно, эксплуатация водоемов в режиме КРХ имеет свои особенности по сравнению с их промышленным освоением. При подборе комплекса объектов рыболовства для КРХ должна учитываться не только их товарная ценность, но и возможность активного отлова в течение большей части года. Поскольку сиговые рыбы сохраняют высокую пищевую активность в определенном диапазоне температур, преимущественно в течение осенне-зимне-весеннего периода, в условиях Уральского региона оправдала себя практика зарыбления водоемов, эксплуатируемых в режиме КРХ, сиговыми в поликультуре с карпом, в ряде случаев – с форелью, ценными хищниками (судаком, щукой).

Вселение сиговых рыб, на основании разработанного биологического обоснования, производилось в водоемы разного типа: плотвично-окуневые озера, периодически заморные озера с длительными периодами между заморами, водохранилища, карьеры, пруды, имевшие в прошлом сельскохозяйственное назначение.

Основными показателями, которые учитывались разработчиками биологического обоснования при решении вопроса о пригодности водоема для зарыбления сиговыми видами рыб, являлись его гидрохимические характеристики, главным образом – газовый режим и батиметрия. Для водохранилищ и прудов важное значение имели так же проточность водоема и устройство водосброса. Поскольку для сиговых рыб характерно проявление покатной миграции, в ряде случаев для предотвращения массового ухода посадочного материала в нижний бьеф плотины, было рекомендовано предусмотреть рыбозащитные сооружения на водосбросе специальной конструкции.

Уровень развития зоопланктона и бентоса учитывался, главным образом, при расчете рекомендуемых плотностей посадки сиговых в водоемы с площадью водной поверхности более десяти-двадцати гектар, где можно было рассчитывать на получение дополнительной рыбной продукции за счет естественной кормовой базы. Для небольших по площади водоемов этот показатель принципиального значения не имел.

В качестве объектов рыболовства, в водоемы, эксплуатируемые в режиме КРХ, было рекомендовано использовать сига, рипуса и их гибрида, поскольку они достаточно хорошо вылавливаются любительскими орудиями лова.

На относительно больших по площади водоемах, ввиду высокой стоимости сеголеток и двухлеток сиговых при больших объемах зарыбления, в качестве посадочного материала рекомендовалось использовать личинок. Плотность посадки определялась согласно региональным бионормативам для товарного выращивания сиговых по результатам проведенных гидробиологических исследований: на Леновском пруду (2300 га) – 600 экз./га, на оз. Большом Чусовском – 1,0 тыс. экз./га, на Нижне-Сысерском пруду (243 га) – 2,0 тыс. экз./га, оз. Барахтане (100 га) – 2,4 тыс. экз./га, оз. Большом Агардыше – 3,0 тыс. экз./га.

На небольших водоемах было признано целесообразным проводить зарыбление сеголетками или особями, достигшими товарной навески, приобретенными на промысловых водоемах региона. Для зарыбления сиговыми водоемов, где проточность слабая или отсутствует, рекомендована плотность посадки 100-150 экз./га. При высоком уровне проточности или при наличии принудительной аэрации, плотность посадки может быть увеличена до 250-300 экз./га.

Посадки сиговых личинками в большие по площади водоемы со сложным составом ихтиофауны, как правило, не дали положительного результата, очевидно, вследствие низкой выживаемости посадочного материала и вылова браконьерами. Сиговые в уловах встречались единично.

На практике эффект от проведенных посадок был получен на небольших по площади водоемах. На пруду Шатлык (10 га), при значительной проточности, плотность посадки двухлетка гибрида сиг х рипус навеской 130 г составила 1200 экз./га (156 кг/га).

На Шабровском пруду (10 га), при достаточно высоком водообмене и аэрации части акватории, плотность посадки двухлетков сига навеской 260 г и рипуса навеской 190 г по годам составляла от 0,98 тыс. экз./га до 2,3 тыс. экз./га. Ихтиомасса сиговых в начале сезона активного лова в водоеме колебалась от 220 до 520 кг/га.

На Калиновском разрезе (1,5 га), при аэрации всего объема водоема и слабой проточности, плотность посадки сига средне навеской 450 г в конце октября – начале ноября достигала около 1300 экз./га или 600 кг/га.

Таким образом, фактические плотности посадки сиговых рыб при зарыблении водоемов КРХ в ряде случаев заметно превышали рекомендованные. На наш взгляд, завышение плотности посадки в данном случае ведет к неоправданному риску, поскольку не способствует более активному клеву рыбы, а в случае экстремальных погодных условий может привести к массовой гибели рыбы.

Активный клев сиговых рыб на водоемах КРХ приходится на период с ноября по апрель. На Шабровском пруду сиговые встречаются в уловах рыбаков-любителей с конца августа до начала июня.

Обычно дневной улов сиговых рыбаков-любителей составляет 1,5-2 кг, максимальный – 6 кг. Средняя навеска сиговых в уловах 350-500 г, максимальная – 1,6 кг. По учетным данным, на Шабровском пруду за год рыбаками вылавливается, в среднем 14,2% сиговых рыб от общего количества их к началу сезона, на Калиновском разрезе – до 70 % сиговых рыб, посаженных в водоем.

Опыт первых лет работы культурных рыбных хозяйств спортивного и любительского рыболовства на Урале показывает, что это перспективное, развивающееся направление аквакультуры в регионе. Положительным аспектом этого направления является то, что на водоемах, не осваиваемых промыслом, удастся получать дополнительную рыбную продукцию высокого качества, в первую очередь – за счет сиговых видов рыб. Одновременно при этом решаются вопросы рекреации и отдыха населения.

ЭФФЕКТИВНЫЙ СПОСОБ ВЫРАЩИВАНИЯ, ЛОВА И ЗИМОВКИ РЫБЫ В ЗАМОРНЫХ ОЗЕРАХ

Слинкин Н.П.

Тюменская государственная сельскохозяйственная академия (ТГСХА)

Многолетние исследования ФГУП «Госрыбцентр» и практика применения турбоаэраторов на многих заморных озерах Тюменской, Омской и Челябинской областей убедительно показали, что поток насыщенной кислородом воды турбоаэраторов является мощным физическим раздражителем, при помощи которого можно концентрировать рыбу в местах удобных для лова и добывать ее небольшими закидными неводами, ловушками или сетями. Причем возможно концентрировать и ловить всех выращиваемых и обитающих в озерах местных рыб, включая карася. Большим достоинством турбоаэратора, как средства интенсификации лова, является то, что он эффективен как при облове озер, так и при сохранении рыбы от замора. Как средство управления поведением рыбы он удобен тем, что зоной его действия и концентрацией растворенного кислорода в потоке воды можно управлять в широких пределах, а значит, появляется возможность управлять поведением объектов лова.

Установлено также, что потребность кислорода на создание зоны с благоприятным кислородным режимом во многом зависит от величины зоны распространения насыщенной кислородом воды по акватории водоема. Чем она меньше, тем меньше потери растворенного кислорода в окружающую среду и выше КПД турбоаэраторов.

В результате многолетних исследований предложен целый ряд новых способов лова и зимовки рыбы при помощи турбоаэраторов малой мощности, признанных изобретений, с применением обводного канала, отражателя потока и др. (авт. свид. 1741689, патент РФ 2139655 и др.). Из всех предложенных – это самый надежный и самый экономичный по затратам электроэнергии (топлива) метод лова и зимовки рыбы. Используя его, можно всю выращенную рыбу в озерах площадью 200-500 га и более сконцентрировать на площади 0,1-0,2 га и выловить малым закидным неводом (50-70 м), ловушками или сетями. Причем, с учетом различной требовательности рыб к кислороду, можно ловить рыбу селективно.

Техника лова и зимовки рыбы с применением водоема-спутника складывается из следующих операций: выбор места для строительства и изготовление водоема-спутника (рисунок 2). Установка турбоаэраторов и включение их в работу. Концентрация рыбы в озере у водоема-спутника, принудительное направление ее с акватории озера в водоем-спутник и вылов (или) зимовка рыбы в водоеме-спутнике.

Место для строительства водоема-спутника должно отвечать следующим требованиям. Берег, где предполагается строительство водоема-спутника, не должен быть высоким или, наоборот, низким, заболоченным и сильно отлогим. Лучше, если водоем-спутник будет находиться как можно ближе к электрическим сетям, подъездным путям и с наветренной стороны по отношению к розе ветров.

Глубину водоема-спутника принимают равной 3-4 м, а площадь – исходя из того, что соотношение рыбы к воде должно быть для карпа 1:30 (на одну тонну карпа 30 м³ воды), для сиговых рыб 1:40. Если плотность посадки принять даже 1:100, то и тогда в водоем-спутнике площадью 0,1 га глубиной 5 м можно содержать в течение всей зимы 35-40 т рыбы.

С точки зрения экономии электроэнергии (топлива) лучше иметь 2 турбоаэратора разной мощности. Например, Н19-ИАК/1 (3 кВт) и Н19-ИАЛ (0,5 кВт). Первый должен находиться в водосбросном канале или в озере у водоема-спутника, второй в водозаборном канале или в водоеме-спутнике.

При содержании кислорода в озере 4-5 мг/дм³ турбоаэраторы включают в работу и концентрируют рыбу в озере у водоема-спутника. К привлечению рыбы в водоем-спутник приступают, когда в озере за пределами аэрируемой зоны наступит замор. После чего сброс насыщенной кислородом воды из водоема-спутника в озеро при помощи регулировочной заслонки турбоаэратора Н19-ИАК/1 постепенно уменьшают до минимума, а затем его выключают. Прекращение аэрации воды в озере у водоема-спутника вынуждает рыбу к перемещению ее в зону действия турбоаэратора Н19 – ИАЛ, т.е. в водоем-спутник.

Первый водоем-спутник построил в 2002 г. предприниматель Гридин Е.В. на мелководном оз. Тангачи, которое считалось не пригодным для выращивания товарной рыбы. Позднее предприниматели построили такие же водоемы на оз. Наумково, Куймукуль в Тюменской области и Окуневом, Луговом в Омской области.

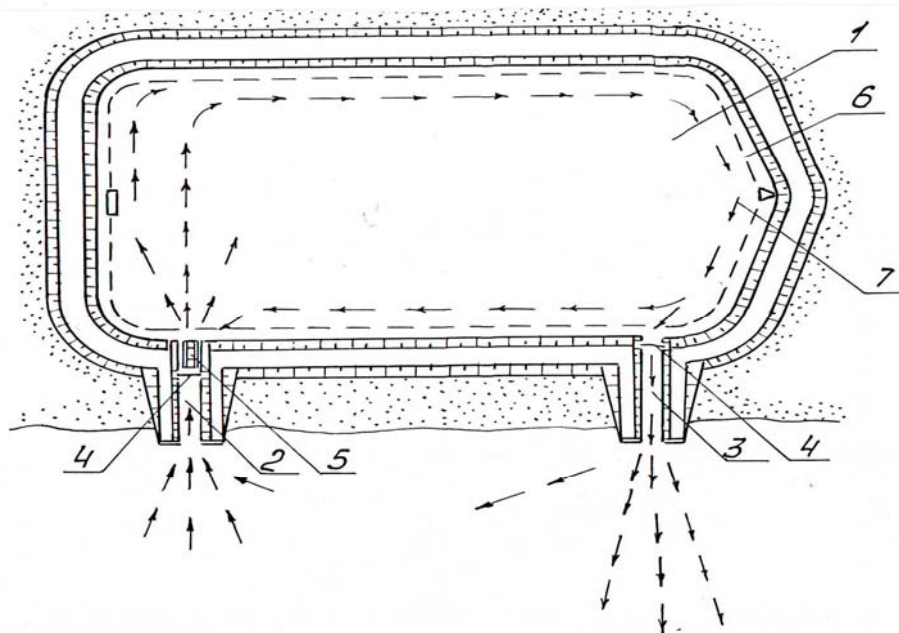


Рисунок 2 – Водоем-спутник:

1 – рыбоприемная камера (садок), 2 – водозаборный канал, 3 – водосбросный канал, 4 – шандорная перегородка, 6 – неводная тоня, 7 – направление течения

Практика показала, что при помощи водоема-спутника можно эффективно выращивать товарную рыбу даже в самых мелких озерах (глубиной до 1,5-2 м), которые из-за сложности их облова считались не пригодными для этих целей.

Минимальная потребность электроэнергии на концентрацию рыбы и ее зимовку позволяет широко использовать этот метод при освоении и озер площадью 50-100 га, которые в прошлые годы практически не зарыблялись. Если принять во внимание, что на

долю таких озер на юге Западной Сибири приходится 80-90% от общего их количества, то проблема их освоения не покажется второстепенной.

Насыщенная кислородом вода водоема-спутника при перекрытых каналах не смешивается с водой озера с низким содержанием кислорода. Поэтому увеличивается время допустимых перерывов в работе аэратора. Появляется возможность спасать рыбу от замора с помощью аэраторов с приводом от ветродвигателя, что очень важно для освоения озер, удаленных от населенных пунктов и сельских электрических сетей.

Основой нового метода является очень мощный оборонительный рефлекс, который действует безотказно на всех рыб без исключения.

Практика озерного рыбоводства показала, что в озерах заморного типа пелядь, карп и другие рыбы в предзаморный период всегда концентрируются на участках озера с наибольшим содержанием кислорода, где они образуют плотные промысловые скопления.

Ярким примером служит озеро Большой Аккуль (площадь 2600 га) в Курганской области, где два года подряд предприниматели спасали от замора рыбу с помощью двух турбоаэраторов общей мощностью 6 кВт. При наступлении дефицита кислорода в озере Большой Аккуль вся рыба (пелядь и карп), как и предполагалось, перешла в Малый Аккуль (площадь 100-150 га) через свободный от водной растительности узкий перешеек, где содержание кислорода в зоне аэрации в течение всей зимы сохранялось высоким.

При помощи водоема-спутника можно решить проблему освобождения озер от нежелательных видов рыб: верховки, окуня и др. В одних случаях путем вылова их (такой опыт имеется) ловушками в водозаборном и водосбросном каналах. В других – путем совместного выращивания товарной рыбы с регулируемой численностью хищных рыб – форели, судака, окуня и др.

Используя новую технологию, можно успешно бороться с чрезмерной зарастаемостью водной растительностью, путем выращивания крупных растительноядных рыб, с помощью турбоаэраторов.

При использовании озер площадью до 100 га по интенсивной технологии (с кормлением карпа некондиционным зерном) и выращивании рыбы в комплексе с продукцией растениеводства и животноводства, каждое такое небольшое озеро может стать новым рабочим местом для нескольких человек.

Анализ показывает, что вкладывать средства во внедрение новой технологии экономически выгодно. Одно только внедрение двух-трех и многолетнего нагула озер с применением аэраторов повышает продуктивность озер в 1,5-2,0 раза.

Кроме того, многократно повышается производительность труда при облове озер. Чтобы интенсивно обловить заморное озеро площадью 200-300 га с помощью водоема-спутника требуется лишь 2 турбоаэратора общей мощностью 3-4 кВт, малый закидной невод и 3-4 рабочих. Для интенсивного облова этого озера традиционным способом потребуется, как минимум, бригада рыбаков в составе 12 человек, закидной невод 800-1000 м и 5-6 единиц промысловой техники.

Одной из проблем внедрения новых методов выращивания рыбы в заморных озерах с применением аэраторов является прокладка электрических сетей к озерам и строительство водоемов-спутников.

Многочисленность и высокая биологическая продуктивность западно-сибирских озер давно привлекала внимание российских ученых А.В. Федюшкина (1962), А.Г. Поползина (1967) и С.С. Фолитарека (1984). Основным препятствием для освоения водоемов многие десятилетия оставалось отсутствие эффективных методов борьбы с заморами. В настоящее время такие методы появились и они открывают огромные перспективы для широкого использования озер для товарного рыбоводства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Поползин А.Г. Озера юга Обь-Иртышского Бассейна. – Новосибирск: Наука, 1967. – С. 350.

Федюшкин А.В. проблемы сельскохозяйственного использования безрыбных (заморных) озер Западной Сибири и Целинного края // Проблемы зоологических исследований в Сибири. – Горно-Алтайск, 1962. – С. 250 – 252.

Фолитарек С.С. Проблемы комплексного и интенсивного использования биологических ресурсов озер Западной Сибири // Биологические ресурсы внутренних водоемов Сибири и Дальнего Востока. – М: Наука, 1984. – С.33-45.

ВЗАИМОСВЯЗЬ ДИАМЕТРА ИКРЫ И РАЗМЕРОВ САМОК СИГОВЫХ РЫБ ОБЬ-ИРТЫШСКОГО БАССЕЙНА

Смешливая Н.В., Семенченко С.М.

ФГУП «Государственный научно-производственный центр рыбного хозяйства»
(ФГУП «Госрыбцентр»)

Размер икры рыб, являющихся объектом искусственного воспроизводства, – важный биотехнический показатель. В частности, от этой величины зависит количество икры, загружаемое в инкубационный аппарат. В природных популяциях сиговых рыб отмечаются ежегодные колебания средних размеров икры. Соответственно, ежегодно изменяется плотность укладки икры в инкубационных аппаратах (Семенченко и др., 1989). Кроме того, высказываются мнения о связи выживаемости эмбрионов, продолжительности эмбриогенеза, роста личинок с размерами икры.

Возникает вопрос о факторах, определяющих средний индивидуальный размер икры. Обычно, диаметр икры связывают с размером самок. Получены данные, подтверждающие наличие прямой зависимости между диаметром икры и размером самок сиговых рыб и форели, выращенных в промышленных условиях (Князева, Костюничев, 2005; Савостьянова, Слуцкий, 1974). Необходимо отметить, что данные исследования проводили на фиксированной ненабухшей икре. Аналогичная связь для сиговых рыб из естественных популяций не исследовалась.

Целью исследования является оценка связи между размером самок из естественных популяций сиговых рыб Обь-Иртышского бассейна и средним индивидуальным диаметром набухшей икры.

Материалом для исследования служила набухшая (оводненная) икра сиговых рыб: тугуна *Coregonus tugin*, пеляди *C. peled*, сига-пыжьяна *C. lavaretus pidschian*, чира *C. nasus*. Исследования проводились в октябре-ноябре 2008 и 2009 гг. на пункте сбора икры «Рахтынья» (р. Ляпин, бассейн р. Северной Сосьвы). Всего был измерен диаметр икры от 23 самок тугуна, 80 самок пеляди, 37 самок сига-пыжьяна, 54 самок чира. Самки были отловлены в период нерестовой миграции в р. Ляпин. Для исследования отбирали по 2-3 самки из каждого размерного класса с шагом 1 см.

Икру получали отцеживанием «текучих» самок после выдерживания в садках. Измерения икры проводили после окончания набухания через 8-10 часов при температуре 1-3°C по оригинальной методике. В тонкий капилляр с внутренним диаметром, близким к размеру икры, набирали 20-30 икринок вместе с водой. Затем добивались того, чтобы икринки располагались в капилляре последовательно без промежутков между ними. После этого капилляр располагали горизонтально и измеряли общее расстояние, занимаемое всеми икринками. Затем проводили прямой подсчет икры и вычисляли диаметр одной икринки, как частное длины участка капилляра, занятого икрой и количества икринок. Измерение диаметра икры от каждой самки проводили 2-3 раза. В дальнейших расчетах использовали средний результат.

Весь собранный материал был обработан статистически с применением методов вариационной статистики (Лакин, 1990).

Промысловая длина тела исследованных самок тугуна находилась в интервале от 9,8 см до 16,1 см; пеляди – от 26,5 до 40,2 см; сига-пыжьяна – 24,2-36,0 см; чира – от 34,2 до 48,0 см.

Различия между средними значениями диаметра икры исследованных самок сиговых рыб в 2008 и 2009 гг. были незначительны ($P < 0,95$) (таблица 1). Наибольшая индивидуальная изменчивость диаметра икры была отмечена у самок сига-пыжьяна в 2008 г. – 6,6%; у остальных исследованных видов коэффициент вариации диаметра икры был от 2,2% у тугуна до 2,6% у пеляди и чира в 2008 г. В 2009 г. коэффициент вариации диаметра икры у тугуна и пеляди составил 3,8%, у сига-пыжьяна и чира – 3,1%.

Степень зависимости диаметра икры от длины тела самок исследуемых видов (таблица 2) заметно отличалась в 2008 и 2009 гг. В 2008 г. связь между длиной тела самок тугуна и диаметром икры не прослеживалась ($r = -0,20$; $P < 0,95$), тогда как в 2009 г. наблюдалась прямая связь между этими показателями ($r = 0,52$; $P \geq 0,95$). У самок сига-пыжьяна как в 2008, так и в 2009 гг. была отмечена достоверная положительная корреляция между диаметром икры и длиной тела самок – $r = 0,69$ ($P \geq 0,95$) и $r = 0,63$ ($P \geq 0,95$), соответственно.

Таблица 1 - Диаметр набухшей икры сиговых рыб Обь-Иртышского бассейна

Вид	n	Диаметр икры, мм 2008 г.			$\pm\sigma$	CV, %	n	Диаметр икры, мм 2009 г.			$\pm\sigma$	CV, %
		min	max	Средн. знач.				min	max	Средн. знач.		
Тугун	9	1,73	1,84	1,79	0,04	2,23	14	1,67	1,95	1,81	0,07	3,85
Пелядь	37	1,86	2,09	1,98	0,05	2,60	43	1,82	2,18	2,01	0,08	3,83
Сиг-пыжьян	10	1,94	2,38	2,21	0,15	6,59	27	2,21	2,47	2,31	0,07	3,19
Чир	20	2,95	3,27	3,12	0,08	2,68	34	2,87	3,26	3,07	0,10	3,13

Таблица 2 - Результаты корреляционного анализа связи между средним диаметром икры и промысловой длиной сиговых рыб

Вид	n	2008 г.			n	2009 г.			n	2008-2009 гг.		
		r	t_{ϕ}	P		r	t_{ϕ}	P		r	t_{ϕ}	P
Тугун	9	-0,20	0,54	0,411	14	0,52	2,12	0,966	23	0,44	2,23	0,974
Пелядь	37	-0,19	1,17	0,768	43	-0,19	1,25	0,789	80	-0,18	1,60	0,903
Сиг-пыжьян	10	0,69	2,67	0,992	27	0,63	4,07	0,999	37	0,47	3,15	0,998
Чир	20	0,52	2,61	0,991	34	0,26	1,47	0,858	54	0,36	2,78	0,995

Примечание: курсивом выделены статистически достоверные корреляционные связи, удовлетворяющие условию, что $P \geq 0,95$

Анализ объединенных выборок показал, что существует статистически достоверная ($P \geq 0,95$) прямая связь между диаметром икры и размером самок тугуна, сига-пыжьяна и чира из естественных популяций (рисунок). Коэффициент линейной корреляции для этих видов составил 0,44, 0,47 и 0,36, соответственно. Для исследованных самок пеляди достоверной связи между длиной тела и диаметром икры не обнаружено ($r = -0,18$; $P < 0,95$). В целом, можно отметить, что для самок, выращенных в индустриальных условиях связь между длиной рыб и диаметром икры более тесная. В частности, для пятилетних самок чира коэффициент корреляции между длиной тела и диаметром икры равен 0,45 (Князева, Костюничев, 2005). У радужной форели разных возрастов коэффициент корреляции составляет от 0,31 до 0,52 (Савостьянова, Слуцкий, 1974).

Ряд авторов указывает на прямую зависимость диаметра икры не только от размера самки, но и от массы тела. Такие зависимости были получены для форели, пеляди и чира, выращенных в индустриальных условиях (Князева, Костюничев, 2005; Савостьянова, Слуцкий, 1974). В 2009 г. у самок чира из естественных популяций статистически достоверной связи между массой тела и диаметром икры не было обнаружено ($r = 0,18$; $P < 0,95$).

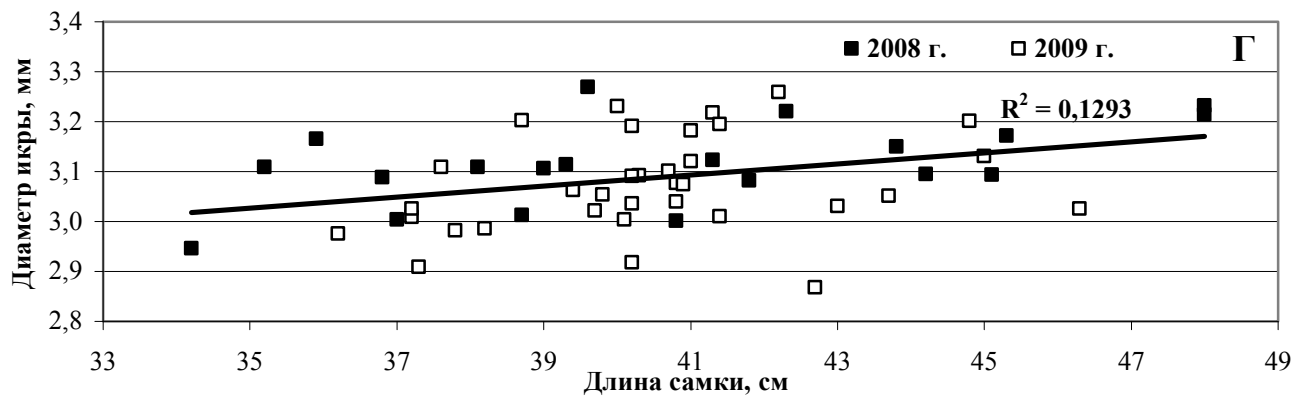
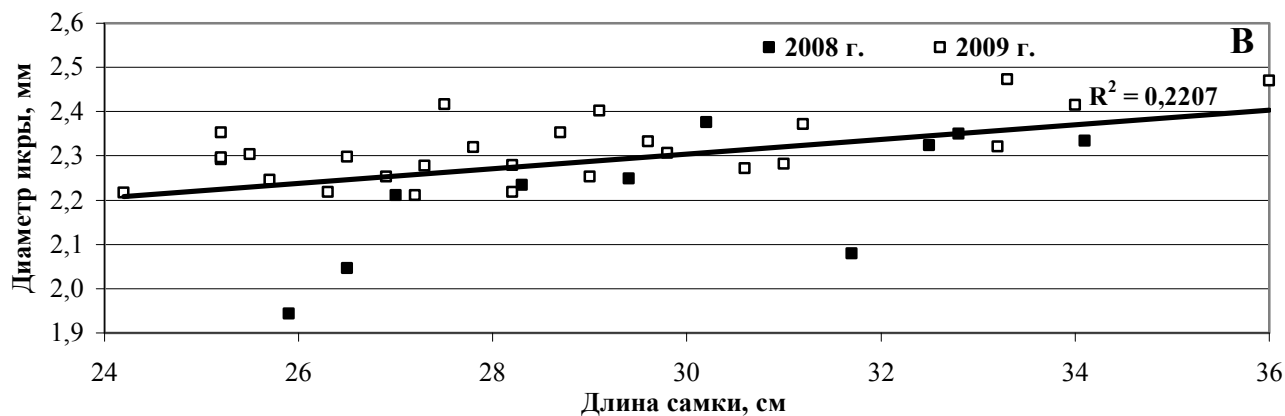
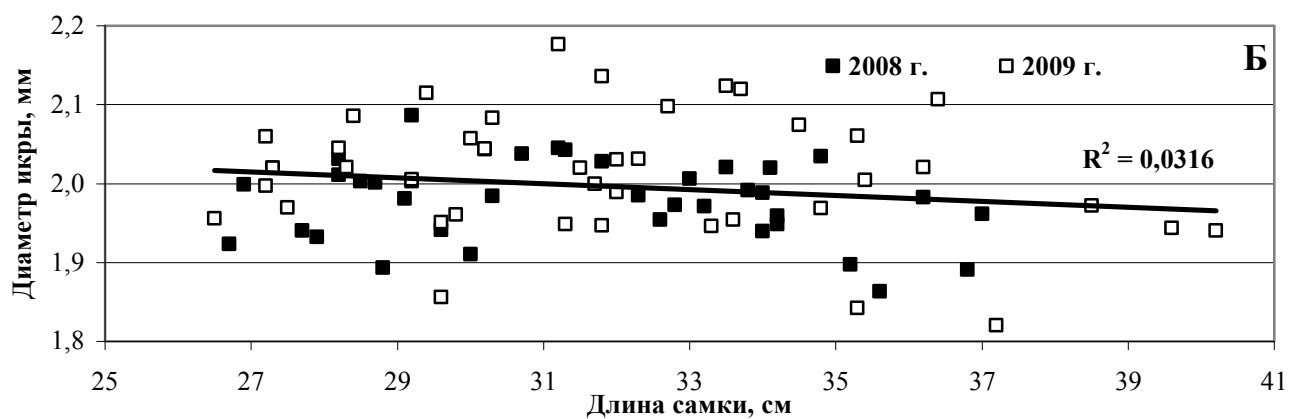
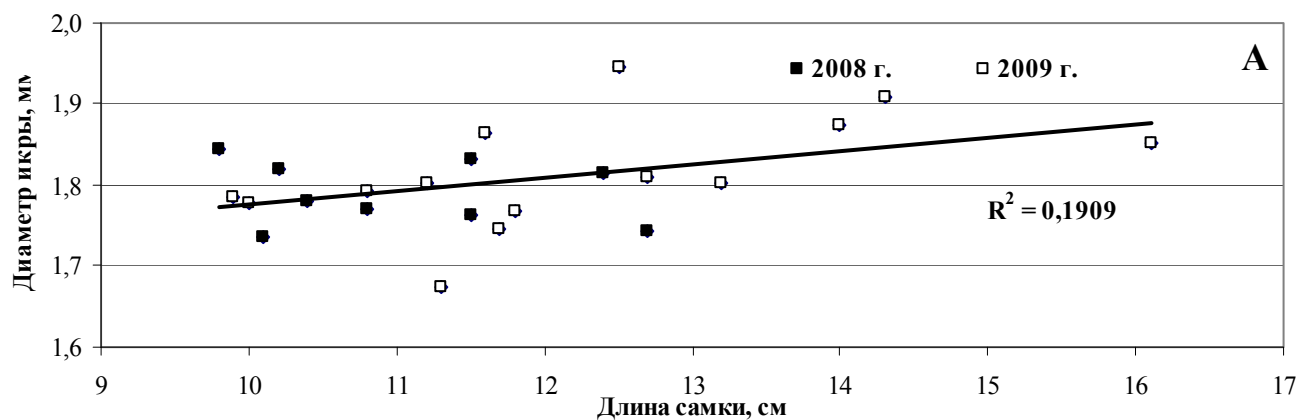


Рисунок – Зависимость среднего индивидуального диаметра икры от промысловой длины тела сиговых рыб Обь-Иртышского бассейна: А – тугун; Б – пелядь, В – сиг-пыжьян; Г – чир

На основе полученных данных можно сделать вывод, что в естественных популяциях размер самки является одним из комплекса факторов, влияющих на размер икры генерации конкретного года. В ряде случаев этот фактор не является определяющим. Можно предположить, что существенное влияние на размер икры оказывают условия нагула рыб в течение вегетационного сезона, предшествующего нересту. При индустриальном выращивании рыб внешние условия более стабильны. В частности, обеспеченность кормом в разные годы существенно не меняется. Поэтому связь размера самок сиговых, выращенных, например, в садках, с диаметром икры более выражена.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Князева Л.М., Костюничев В.В. Рыбоводно-биологическая характеристика ремонта и производителей сиговых рыб, выращиваемых в садках на искусственных кормах // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. – 2005. – Т. 333. – С. 13-43.

Лакин Г.Ф. Биометрия: Учебн. пособие для биологич. спец. вузов. – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.

Савостянова Г.Г., Слущкий Е.С. О размерности икринок радужной форели // Известия ГосНИОРХ. – 1974. – Т.97. – С.159-167.

Семенченко С.М., Дзюменко Н.Ф., Покровский В.С., Семенченко И.В. Модификация объемного метода подсчета икры рыб // Тр. ГосНИОРХ. – 1989. – Вып. 293. – С. 139-144.

ЗАВИСИМОСТЬ СКОРОСТИ ДРОБЛЕНИЯ БЛАСТОДИСКА ЗАРОДЫШЕЙ СИГА-ПЫЖЬЯНА, ТУГУНА И МУКСУНА ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ

Смешливая Н.В., Семенченко С.М.

*ФГУП «Государственный научно-производственный центр рыбного хозяйства»
(ФГУП «Госрыбцентр»)*

Эффективность рыбоводно-технологических мероприятий в период инкубации икры зависит от корректной оценки степени развития зародышей рыб. Скорость эмбрионального развития рыб определяется, главным образом, температурой среды (Медников, 1977). Поэтому возраст зародышей, оцениваемый в астрономических единицах времени без учета температурного фактора, не является достаточной характеристикой их степени развития. Оценивать степень развития зародышей рыб по сумме «накопленного тепла», выраженного в градусоднях также неприемлемо, так как скорость биологических процессов, в том числе и эмбриогенеза, изменяется с температурой неравномерно, а с некоторым ускорением в соответствии с уравнением Вант-Гоффа. Особенно неудовлетворительные результаты дает использование градусодней при оценке возраста зародышей осенне-зимненерестующих рыб, в частности сиговых, так как основная часть их эмбриогенеза протекает при температурах близких к 0°C. Например, теоретически возможно завершение эмбриогенеза при сумме накопленного тепла равной 0 градусодней.

Оценку биологического возраста при любом температурном режиме в зоне толерантных температур можно осуществлять с помощью безразмерной характеристики t_0 (Детлаф, Детлаф, 1960). Эта величина соответствует продолжительности одного митотического цикла в период синхронных дроблений бластодиска при определенной температуре. Частное от абсолютной продолжительности какого-либо периода развития t_n и величины t_0 при той же температуре соответствует относительной характеристике продолжительности этого периода или любого интервала эмбриогенеза (Игнатьева, 1979).

У сиговых рыб связь между величиной t_0 и температурой среды была изучена у пеляди, волховского сига и чира (Игнатьева, 1979), а так же у байкальского омуля (Семенченко, 1992). С остальными видами сиговых рыб, являющихся объектами аквакультуры, аналогичные исследования ранее не проводились.

На практике в сиговодстве оценка «биологического возраста» зародышей с использованием величины t_0 не проводится в связи с отсутствием информации по ряду видов сиговых рыб, а также из-за того, что имеющиеся данные не формализованы в виде функциональных зависимостей. Поэтому новые данные о влиянии температуры на эмбриогенез сиговых рыб представляют как теоретический, так и практический интерес.

Цель работы – изучить зависимость t_0 от температуры у сига-пыжьяна *Coregonus lavaretus pidschian*, муксуна *C. muksun* и тугуна *C. tugun*.

Опыты по определению длительности митотического цикла в период дробления бластодиска при различной температуре проводили с сигом-пыжьяном в октябре 2008 г. на базе сбора икры Рахтынья (р. Ляпин, бассейн р. Северной Сосьвы). Опыты с тугуном и муксуном проводили в лаборатории ФГУП «Госрыбцентр» в 2007 и 2008 гг. Половые продукты тугуна получали от производителей, доставленных в лабораторию с садкового хозяйства «Волковское» Тобольского района, где содержится маточное стадо этого вида. Половые продукты муксуна были доставлены с базы сбора икры «Томкатка» (р. Обь). Ко времени проведения опытов икра и сперма хранились 2-3 суток на льду. После осеменения икра развивалась в термостатируемых аквариумах при заданной температуре. Технологическая схема обеспечения постоянной температуры в опытном аквариуме представлена на рисунке 1.

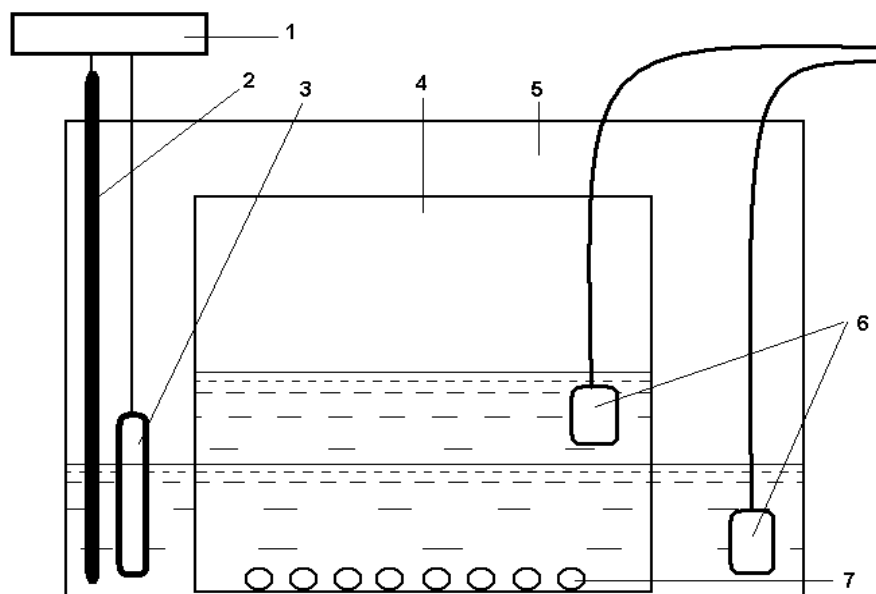


Рисунок 1 – Схема экспериментальной установки, обеспечивающей стабильный температурный режим инкубации икры рыб: 1 – электрореле, 2 – контактный термометр, 3 – нагреватель, 4 – опытный аквариум, 5 – контурный аквариум, 6 – распылители воздуха микрокомпрессора, 7 – икра

Необходимая температура в опытном аквариуме поддерживалась при помощи контактного термометра и нагревателя, помещенных в контурный аквариум. Аквариумы размещались в холодильной витрине, обеспечивающей пониженный температурный фон. Циркуляция воды как в контурном, так и в опытном аквариумах обеспечивалась микрокомпрессорами. Колебания температуры не превышали $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$. Значения периодически измеряемой температуры в каждом опыте осреднялись. Процесс дробления бластодиска наблюдали прижизненно методом бокового микрофотоирования (Черняев, 1981). В опытах последовательно фиксировали моменты появления борозд первых четырех делений дробления, начиная с момента осеменения. Просмотры проводили с периодичностью 10-15 мин. Величину t_0 считали равной половине интервала между

появлением борозд II и IV деления дробления (Игнатьева, 1979). Всего было проведено с тугуном 15 опытов, с муксуном и сига-пыжьяном – 6 и 7, соответственно. Диапазон исследованных температур для тугуна и сига-пыжьяна находился в интервале от 0,5°C до 12,2°C, для муксуна - от 2,2°C до 10,8°C;

Минимальное значение t_0 для сига-пыжьяна и тугуна было отмечено при температуре 11,1°C – 193 и 185 мин., соответственно; для муксуна – при 9°C равное 220 мин. Нарушение дробления бластодиска у тугуна и пыжьяна отмечено при 12,2°C, у муксуна – при температуре 10,8°C. При снижении температуры значение t_0 закономерно возрастает. Так, значение t_0 для пыжьяна и тугуна при температуре 0,5°C составило 750 и 765 мин., соответственно, для муксуна – при 2,2°C равно 485 мин.

По результатам опытов были рассчитаны следующие уравнения зависимости t_0 от температуры (t , °C):

для муксуна – $t_0 = -190,5 \cdot \ln t + 630,9$ ($R^2=0,997$);

для сига-пыжьяна – $t_0 = -180,6 \cdot \ln t + 620,1$ ($R^2=0,998$).

Результаты опытов по тугуну аппроксимированы системой из двух уравнений:

в зоне низких температур (0,5-6°C) – $t_0 = 6,9 \cdot t^2 - 113,8 \cdot t + 819,4$ ($R^2=0,993$);

в зоне высоких температур (6-12,2°C) – $t_0 = -304,5 \cdot \ln t + 909,8$ ($R^2=0,962$).

Скорость дробления бластодиска у тугуна несколько ниже, чем у других сиговых рыб Обь-Иртышского бассейна во всем изученном диапазоне температур (рисунок 2). Различия объясняются особенностями экологии тугуна. Нерест тугуна в бассейне р. Северной Сосьвы приходится на конец сентября – первые числа октября (Венглинский и др., 1979). Остальные сиговые рыбы нерестятся в этом бассейне со второй декады октября до середины ноября, т. е. на 2 - 5 недель позже. Сроки выклева большинства сиговых рыб существенно не отличаются и приходятся на момент ледохода (Богданов, 1997). Поэтому тугун в природе имеет самый продолжительный период эмбрионального развития и первые этапы эмбриогенеза проходят при более высокой температуре, чем у остальных сиговых.

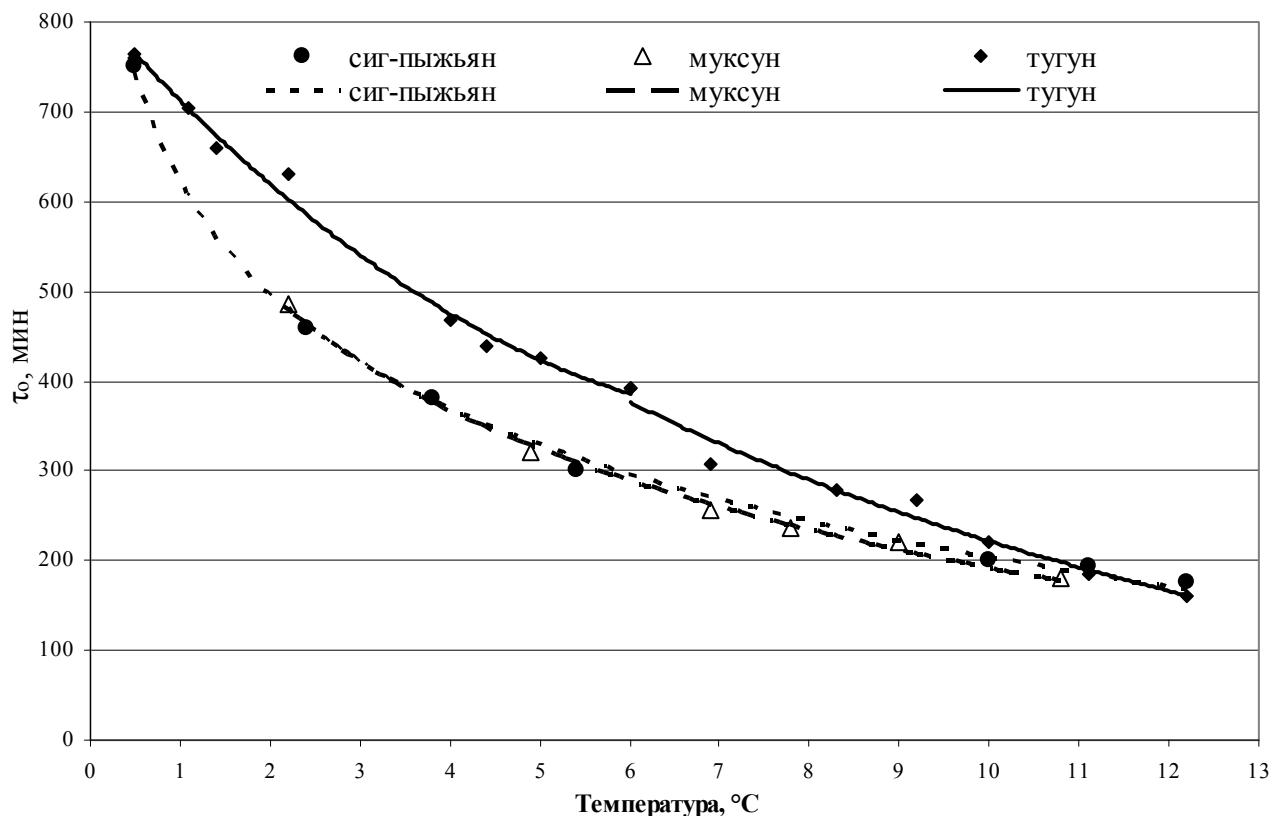


Рисунок 2 - Зависимость величины t_0 от температуры у сиговых рыб

Полученные уравнения позволяют рассчитывать «биологический возраст» зародышей трех видов сиговых рыб при инкубации в переменном температурном режиме.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Богданов В.Д. Экология молоди и воспроизводство сиговых рыб Нижней Оби: Автореферат диссерт. на соиск. учен. степени докт. диол. наук. – М., 1997. – 38 с.

Венглинский Д.Л., Шишмарев В.М., Мельниченко С.М., Паракецов И.А. Экологические аспекты естественного воспроизводства и охраны сиговых рыб // Морфоэкологические особенности рыб бассейна реки Северной Сосьвы. Труды института экологии растений и животных. – Свердловск, 1979. – Вып. 121. – С. 3-37.

Детлаф Т.А., Детлаф А.А. О безразмерных характеристиках продолжительности развития в эмбриологии // Докл. АН СССР, 1960. – Т.134. – №1. – С. 199-202.

Игнатьева Г.М. Ранний эмбриогенез рыб и амфибий. – М.: Наука, 1979. – 173 с.

Медников Б.М. Температура как фактор развития // Внешняя среда и развивающийся организм. – М.: Наука, 1977. – С. 7- 52.

Семенченко С.М. Зависимость скорости раннего эмбриогенеза байкальского омуля от температуры // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. – 1992. – Вып. 320. – С. 144-147.

Черняев Ж. А. Метод бокового микроскопирования с применением вертикальной камеры для прижизненного развития икры рыб. – Исследования размножения и развития рыб. – М., 1981. – С. 216- 222.

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ УСПЕШНОГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ИНКУБАЦИИ ИКРЫ СИГОВЫХ НА РЫБОВОДНОМ ЗАВОДЕ (НА ПРИМЕРЕ ОПЫТА БОЛЬШЕРЕЧЕНСКОГО РЫБОВОДНОГО ЗАВОДА)

Черняев Ж.А.

Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н.Северцова РАН

Встреча научной общественности в июле 2009 г. в Улан-Удэ под эгидой «Востсибрыбцентра», посвященная итогам 75-летней деятельности Большереченского рыбоводного завода по искусственному воспроизводству байкальского омуля посольской расы, и непосредственное посещение этого самого мощного в настоящее время рыбоводного предприятия высветило ряд как тактических, так и стратегических погрешностей в биотехнике и недоработки в материальной части сигового рыбоводства (Черняев, 2008).

Как показали исследования особенностей эмбрионального развития сиговых рыб и, в частности, байкальского омуля *Coregonus autumnalis migratorius* (Georgi) (Черняев, 1982, 1993, 2004, 2007; Черняев, Довгий, 1964; Мещерякова, Черняев, 1963), а также байкальского озерного сига *Coregonus lavaretus baicalensis* Dyb. (Черняев, 1973), баунтовского весенненерестующего сига *Coregonus lavaretus baunty* Much. (Черняев, Пичугин, 1999) и валька *Prosopium cylindraceum* (Pen.) (Русанов и др., 2003), обобщенные в специальной статье (Черняев, 2004), показали, что во время эмбриогенеза икра сиговых рыб способна нормально развиваться во вмержшем в лед состоянии («пагоне» по терминологии С.А.Зернова). Это обеспечивается целым набором эмбриональных приспособлений, в частности, высокой прочностью оболочки набухшей икры (до 2 кг на раздавливание), низкой дыхательной активностью развивающегося зародыша (0,10-0,15 мг О₂ на 1000 икринок в час), наличием в желтке ооцита и в желточном мешке при дальнейшем развитии эмбриона водорастворимого специфического исключительно для семейства сиговых рыб фермента – цитохрома b560 в окисленной форме (после оводнения и набухания икринки во время оплодотворения и набухания).

В жировых каплях и желточном мешке содержится значительное количество каротиноидных пигментов, окрашивающих яйцеклетку сиговых рыб в цвета от светло-

соломенного до ярко-оранжевого, почти малинового (Черняев и др., 1988). Позже, во время образования эмбриональной сети кровеносных сосудов, у эмбрионов сиговых рыб происходит формирование на месте редуцированной правой желточной вены провизорного органа, выстланного эндотелием, – «кроветворного мешочка», в котором образуются и накапливаются форменные элементы крови (эритробласты, гемоцитобласты и лейкоциты), необходимые для активного плавания и успешного перехода личинок на экзогенное питание после освобождения весной из ледяного плена.

Темп эмбриогенеза сиговых рыб напрямую зависит от температуры окружающей среды. Очень важным, помимо температурного фактора, оказалось солнечное излучение. Это мощный экологический фактор, который воздействует с неукоснительным постоянством на совокупность экосистем нашей планеты.

Интенсивностью, продолжительностью и периодичностью солнечного сияния, а не только температурой воды, определяются темпы развития зародышей сиговых рыб таким образом, что вылупившиеся личинки попадают во внешнюю среду в оптимальные для них сроки. Вылупление личинок из оболочек происходит в фазу весеннего «цветения» водных масс и интенсивного размножения мелкого зоопланктона (коловраток, инфузорий, ракового планктона в стадии науплий и копепод), сконцентрированного непосредственно под нижней кромкой разрушающегося ледяного покрова (Мазепова, 1957; Кожов, 1963, 1972; Черняев, 1982).

Исследование интенсивности и периодичности воздействия световой энергии на развивающуюся икру сиговых рыб А.Р. Рубеняна с соавторами (1990) показали, что икра сиговых рыб способна нормально развиваться в пределах интенсивности освещения от 10 до 300 люкс. При недостаточности освещения темп развития настолько низок, что препятствует нормальному развитию и выклеву зародышей, а запаздывание выклева приводит к скату личинок в нагульный водоем для перехода на активное питание, когда зоопланктон уже рассредоточен по всей толще водных масс и практически недоступен из-за увеличения размеров объектов питания и их массы.

Именно по этой причине при выпуске личинок с Большереченского рыбоводного завода, мощность которого находится в пределах 1,5 млрд икринок, имеют место значительные потери. Вместо того чтобы выпускать личинок в апреле – начале мая, завод осуществляет выпуск с мая по июнь, когда кормовая база для перехода личинок на активное питание уже рассредоточена по всей водной толще прибрежий Байкала, а не сконцентрирована непосредственно под нижней кромкой льда, куда устремляются скатившиеся личинки сиговых рыб и омуля, в частности.

Воздействие на развивающуюся икру сиговых рыб светового потока, превышающего 300 люкс, сначала приводит к ускоренному развитию эмбриона и мощному образованию пигментных клеток – меланофоров, пытающихся защитить развивающийся организм от избыточного потока световой энергии. Но интенсивное воздействие световой энергии разрушает гемоглобин в форменных элементах крови, и эмбрион погибает от анемии.

Такое избыточное воздействие света на икру сиговых рыб явилось причиной неудач при зарыблении горных водоемов сиговыми рыбами. Этот процесс хорошо изучен А.Р. Рубеняном с соавторами (1990) для оз. Севана в Армении и освещен нами в специальной работе, посвященной этому лимитирующему фактору (Черняев, 1995).

Таким образом, ведущим фактором, определяющим темп на средних и поздних этапах развития сиговых рыб, является световой. На практике, в цехах рыбоводных заводов по воспроизводству сиговых рыб используются восьмилитровые инкубационные аппараты Вейса. Интенсивно окрашенная каротиноидными пигментами в желто-оранжевый цвет икра сиговых рыб в начале развития на ранних этапах дробления, бластуляции, обрастания желтка перидермой зародыша и начала этапа органогенеза, практически не реагирует на уровень и особенности освещенности. Но через 60 суток за счет пигментации глаз меланином и развития сети меланофоров на поверхности зародыша общий фон окраски инкубационных аппаратов с икрой становится черным. Как показали наши исследования, дневной и

искусственный свет в инкубационных аппаратах полностью поглощается расположенными по поверхности аппарата икринками и не проникает в толщу икры глубже 2 сантиметров. За счет перемешивания массы икры (порядка 350 тыс. шт.) водной струей в аппарате Вейса, с дебитом 2 литра в минуту, каждая икринка омуля за весь световой день находится на свету в среднем около 50 минут (Черняев, 1982), что совершенно недостаточно для обеспечения сроков вылупления в апреле месяце, когда происходит естественное вылупление и скат личинок омуля с нерестилищ. Вместо получаемых на нерестилищах $2812,3 \text{ дж/см}^2$ световой энергии, икра байкальского омуля за весь период инкубации в цехах рыбоводного завода по расчетным данным (Черняев, Довгий, 1969) получила только $251,4 \text{ дж/см}^2$. Таким образом, количество световой энергии, доступное для всей массы икры, с учетом перемешивания икры в аппарате, составило примерно 10% от поступающей к инкубационным аппаратам. В результате каждая икринка в аппарате за период развития получила световой энергии $25,0 \text{ дж/см}^2$, то есть в 100 раз меньше, чем на нерестилищах, в естественных условиях развития (Черняев, 1982).

Погоня рыбоводов за экономией расхода воды (с конечной целью сокращения расхода электроэнергии) заставляет их идти по ложному пути создания инкубационных аппаратов большой вместимости, что, в конце концов, сокращает воздействие света на инкубируемую икру омуля и еще больше замедляет темп развития и часто вызывает вылупление уродливых эмбрионов в более поздние сроки.

Детальное исследование нами процесса инкубации икры омуля в аппаратах Вейса и самоотбора погибшей икры (при указанных выше расходах воды) подтвердило способность икры сиговых рыб нормально развиваться при крайне низком расходе воды в аппарате благодаря невысокой дыхательной активности икры на ранних и средних этапах развития (Мещерякова, Черняев, 1963). Главное условие успешного осуществления процесса инкубации – это поступление в аппарат воды в количестве, достаточном для перемешивания массы икры, вымывания продуктов обмена и выноса к поверхности аппарата белой, погибшей и потерявшей удельный вес за счет оводнения икры. Тем не менее, слабое перемешивание массы икры в аппарате Вейса чревато быстрым прорастанием гифами плесневого грибка сапролегнии и поражением ею всей массы икры. Таким образом, экономия на расходе воды, пропускаемой через инкубационный аппарат, должна осуществляться в разумных пределах и в соответствии с физиологическими потребностями эмбрионов на разных этапах развития.

Так, если на ранних этапах развития, таких как дробление, бластуляция, обрастание желтка перидермой зародыша, и до этапа органогенеза расход воды через аппарат может не превышать 2 л в минуту без ущерба для дыхательной активности эмбрионов, то после завершения этапа органогенеза (через 60 суток развития при температуре воды порядка $+1-+2^\circ\text{C}$), во время которого формируется эмбриональная сеть кровообращения, образуются зрительный, обонятельный и слуховой отделы головного мозга эмбриона, интенсивно идет процесс сегментации мезодермы, формируется жаберно-челюстной аппарат, потребление кислорода и выделение углекислого газа зародышами сиговых рыб несколько возрастают (с $0,12 \text{ мг/л}$ до $0,59 \text{ мг/л O}_2$ и с $0,11$ до $0,56 \text{ мг/л CO}_2$ на 1000 икринок в час на примере байкальского омуля). Расход воды в аппаратах необходимо увеличить в этот период до 2,5 л в минуту. Тем не менее, недостаточность уровня освещенности всей массы икры в рыбоводных цехах остается главным тормозящим фактором процесса искусственного воспроизводства сиговых рыб.

Нашими исследованиями на примере байкальского омуля было показано, что ускоряющее воздействие светового фактора на эмбриональное развитие наступает после образования у зародышей специализированных органов фоторецепции (Черняев, 1993, 2007). К декабрю на этапе органогенеза, с начала сегментации мезодермы в теле эмбриона формируются нервная трубка, кишечный тяж, хорда и прочие органы.

Позднее появляются фоточувствительные образования: в теменном отделе головного мозга – эпифиз, а по бокам головы – глазные бокалы. На желточном мешке, вдоль кишечной

трубки и тела зародыша появляются меланофоры, а в сосудах эмбрионального кровообращения формируются окрашенные гемоглобином форменные элементы крови. С февраля, по мере возрастания уровня инсоляции, начинает всё в большей степени проявляться воздействие солнечной радиации на эмбриогенез омуля.

В результате этого вылупление эмбрионов на естественных нерестилищах происходит в апреле при низкой температуре воды (1,7°C) сразу после ледохода, а инкубируемая на рыбоводном заводе икра омуля в условиях низкой освещенности продолжает развиваться до конца мая, и вылупление эмбрионов происходит за счет весеннего прогрева речной воды (7,5°C), поступающей в инкубационный цех (Черняев, Довгий, 1969; Черняев, 1982).

На этапе органогенеза, когда происходит сегментация мезодермы эмбриона на миотомы, идет пролиферация клеточного материала, сопряженная с формированием кровеносной, выделительной и пищеварительной систем зародыша (Бузников, 1964, 1987). Пролиферирующие клетки во время сегментации мезодермы выделяют нейромедиаторы, управляющие темпом органогенеза и формированием органов, жизненно необходимых при вылуплении, скате с нерестилищ и переходе на активное питание (Черняев, 2007). Исследования условий размножения и развития сиговых рыб на реках Северного Урала, проведенные В.Д. Богдановым (1983, 1997), в значительной степени подтверждают полученные нами результаты с привлечением материалов, добытых группой исследователей Института Биологии развития РАН им. Кольцова, объединенных Г.А. Бузниковым в монографические работы (1967, 1987).

Подводя итоги вышесказанному, можно сделать следующие выводы:

- необходимо провести комплексные исследования на базе Большереченского рыбоводного завода с инкубационными аппаратами Вейса разной емкости и разной интенсивностью искусственного освещения, с целью обеспечения стимуляции темпа эмбриогенеза, чтобы производить выпуск личинок омуля с рыбоводного завода в естественно обусловленные сроки, т.е. в апреле месяце;
- для обеспечения беспрепятственного ската личинок омуля до Посольского сора, места перехода рыбоводной продукции на активное питание, проработать вопрос о создании спускного канала от Большереченского рыбоводного завода до Посольского сора;
- провести рыбоводно-мелиоративные мероприятия по снижению в реке Большой численности голянов, выедающих в светлое время суток значительную часть скатывающихся личинок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Богданов В.Д.. Выклев и скат личинок сиговых рыб уральских притоков Нижней Оби // Биология и экология гидробионтов экосистемы Нижней Оби. – Свердловск, УНЦ АН СССР, 1983. – С. 55-79

Богданов В.Д. Экология молоди и воспроизводство сиговых рыб Нижней Оби: автореф. диссерт. докт. диол. наук. – М., 1997. – 38 с.

Бузников Г.А. Зависимость некоторых физиологических процессов в эмбриогенезе костистых рыб от кислородного режима // Проблемы современной эмбриологии. – М.: МГУ, 1964 – С. 251-257.

Бузников Г.А. Низкомолекулярные регуляторы зародышевого развития. – М.: Наука, 1967 – 265 с.

Бузников Г.А. Нейротрансмиттеры в эмбриогенезе. – М.:Наука, 1987. – 232 с.

Кожов М.М. О суточных ритмах в поведении пелагических животных оз. Байкал // Изв. Сиб. отд. АН СССР, сер. биол. – 1963. – № 12. –Вып.3.

Кожов М.М. Очерки по байкаловедению. – Иркутск: Вост.-Сиб. кн. изд-во, 1972. – 254 с.

Мазепова Г.Ф. К познанию вертикальных миграций *Cyclops colensis* Lill. озера Байкал // Изв. Вост.-Сиб. филиала АН СССР. – 1957. – № 4-5. – С. 213-225.

Мещерякова А.И., Черняев Ж.А. Потребление кислорода икрой байкальского омуля в процессе эмбрионального развития // Вопросы ихтиологии. – 1963. – Т.3. – Вып.4(29). – С. 668-674.

Рубенян А. Р., Мурадян В. М., Рубенян Т. Г. Влияние интенсивности освещения на икру сига оз. Севан // Тез. IV Всесоюзн. совещания по биологии и биотехнике разведения сиговых рыб. – Вологда, 1990 – С. 63-64.

Русанов В.В., Зюсько А.Я., Липатова Т.В., Черняев Ж.А. Валёк (*Prosopium cylindraceum*) – новый объект рыбоводства // Современное состояние рыбоводства и перспективы его развития. Междун. научно-практическая конференция. – Екатеринбург, 2003. – С. 43-51.

Черняев Ж.А. Размножение и развитие байкальского озерного сига (*Coregonus lavaterus baicalensis*) в связи с вопросом его искусственного разведения // Вопросы ихтиологии. – 1973 – Т.13. – Вып.2 (79). – С. 259-274.

Черняев Ж.А. Воспроизводство байкальского омуля. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 128 с.

Черняев Ж.А. Воздействие светового фактора на эмбриональное развитие сиговых рыб // Известия АН, сер. Биология. – М., 1993 – С. 64-73.

Черняев Ж.А. Проблемы и перспективы работ по акклиматизации сиговых рыб в горных озерах // Результаты работ по акклиматизации водных организмов. – СПб: Госкомрыболовство РФ, 1995. – С. 107-112.

Черняев Ж.А. Эколого-физиологические особенности эмбриогенеза сиговых рыб (*Coregonidae*) как представителей «пагофильной» группы размножения // Тр. каф. зоол. позвоночных ИГУ. – 2004. –Т.2. – С. 132-147.

Черняев Ж.А. Факторы и возможные механизмы, вызывающие изменения темпов эмбрионального развития костистых рыб (на примере сиговых *Coregonidae*) // Вопросы ихтиологии. – 2007. – Т. 47. – №.4. – С. 475-485.

Черняев Ж.А. К вопросу совершенствования биотехники инкубации икры и повышения эффективности искусственного воспроизводства сиговых рыб // Состояние и проблемы искусственного воспроизводства рыбных запасов Байкальского региона, «Востсибрыбцентр». – Улан-Удэ, 2008 – С.97-100.

Черняев Ж.А., Довгий Т. Н. О воздействии световой радиации на развитие икры сиговых рыб // Вопросы рыбного хозяйства Восточной Сибири. – Иркутск, 1969. – С. 50-52.

Черняев Ж.А., Микулин А.Е., Арцатбанов В.Ю., Валюшок Д.С. Особенности пигментации икры сиговых рыб. – М.: Наука, 1988. – С. 152-159.

Черняев Ж.А., Пичугин М.Ю. Особенности раннего онтогенеза весенне-нерестующего баунтовского сига // Вопросы ихтиологии. – 1999. – Т.39. – № 1. – С. 78-88.

БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ИКРЫ СИГОВ, ВЫРАЩИВАЕМЫХ В ИНДУСТРИАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

Шумилина А.К.

ФГНУ «Государственный научно-исследовательский институт озерного и речного рыбного хозяйства» (ФГНУ «ГосНИОРХ»)

Одним из критериев, используемых в исследованиях физиологического состояния и репродуктивных показателей самок рыб, как в естественных популяциях, так и искусственно созданных маточных стадах, является биохимический состав овулировавшей икры. И это не случайно, так как потребности развивающихся эмбрионов в период инкубации и после вылупления до момента перехода на экзогенное питание в значительной мере удовлетворяются за счет структурных и запасных веществ, сконцентрированных в ооцитах. Многочисленными исследованиями подтверждена зависимость оплодотворяемости икры и

выживаемости эмбрионов рыб от состава икры. Показана тесная связь химического состава икры и яичников с экологическими особенностями производителей, их физиологическим состоянием, возрастом, условиями нагула и содержания, составом и качеством корма.

С целью оценки качества производителей сиговых в маточных стадах, формируемых лабораторией аквакультуры и воспроизводства ФГНУ «ГосНИОРХ» в садках на оз. Суходольском (Ленинградская обл.), проводится ежегодный контроль состава овулировавшей икры: оводненность, содержание общего белка, липидов, золы, содержание витаминов С, А, Е и каротиноидов (в пересчете на сырое вещество по общепринятым методикам).

Систематические наблюдения за физиологическим состоянием производителей пеляди начаты в 1997 г. В 2000 г. возраста половозрелости достигли чир и муксун, в 2004 г. – волховский и ладожский озерный сиви. Использование единых норм содержания и кормления позволяет провести сравнение состава овулировавшей икры различных видов сигов (таблица 1).

Исследования показали, что суммарный запас питательных веществ в овулировавшей икре разных сигов находится примерно на одном уровне, доля сухого вещества в общей массе икры составляет 29,4-31,3%. Около 50% запасных веществ икры представлена белками, содержание которых достигает в среднем 15,0-16,5% сырого вещества. В большей степени варьирует уровень накопления жира – от 2,7 до 9,7%, в среднем 5,2-7,2%.

Схожесть общего состава икры различных видов сигов, выращиваемых в садках, обусловлена, по-видимому, тем что все производители получали корм одного состава. В последние годы это был корм Ройял фирмы «Реху-Райсио» с высоким содержанием витаминов и каротиноидов. Кормление рыбы проводили по одинаковым нормам, исходя из их средней массы. Однако на этом фоне прослеживаются некоторые видовые различия. Так, икра волховского сига характеризовалась самым низким содержанием сухого вещества (29,4%) и жира (5,2% сырой массы), при этом среднее содержание общего белка в сыром веществе составило 16,5%. Самый высокий уровень питательных веществ отмечен в икре чира: белок – 16,4%, жир – 7,2%, сухое вещество – 31,3%.

Таблица 1 – Химический состав икры сигов, выращиваемых в садках в 2004-2008 гг. (над чертой – колебания значений, под чертой – среднее за 5 лет)

Показатели	Виды				
	пелядь	чир	муксун	волховский сиг	ладожский озерный
Вода, %	<u>66,4-79,6</u> 69,5±0,3	<u>64,9-72,8</u> 68,7±0,6	<u>67,4-72,4</u> 69,7±0,4	<u>67,0-76,0</u> 70,6±0,6	<u>65,8-74,4</u> 70,0±0,8
Сухое вещество, %	<u>20,4-33,6</u> 30,5±0,3	<u>27,2-35,1</u> 31,3±0,6	<u>27,6-32,6</u> 30,3±0,4	<u>24,0-33,0</u> 29,4±0,6	<u>25,6-34,2</u> 30,0±0,8
Общий белок, %	<u>9,8-18,1</u> 15,4±0,2	<u>14,6-18,6</u> 16,4±0,3	<u>13,4-18,7</u> 15,6±0,4	<u>13,1-18,8</u> 16,5±0,4	<u>12,7-17,1</u> 15,0±0,4
Общий жир, %	<u>4,1-8,7</u> 6,4±0,1	<u>5,4-9,7</u> 7,2±0,3	<u>4,4-8,8</u> 6,8±0,3	<u>2,7-6,6</u> 5,2±0,2	<u>3,4-7,2</u> 6,2±0,3
Зола, %	<u>0,8-1,5</u> 1,2±0,02	<u>1,0-1,4</u> 1,2±0,03	<u>1,1-1,8</u> 1,2±0,05	<u>1,0-1,5</u> 1,2±0,03	<u>0,9-1,3</u> 1,1±0,04
Витамин С, мг%	<u>16,8-35,5</u> 24,9±0,5	<u>19,7-29,1</u> 24,1±0,7	<u>16,6-32,9</u> 23,9±1,2	<u>10,5-22,2</u> 15,9±0,7	<u>12,0-22,2</u> 19,2±1,0
Витамин А, мг%	<u>0-3,5</u> 0,5±0,1	<u>0,4-3,0</u> 1,3±0,4	<u>0,6-2,0</u> 1,3±0,2	<u>2,4-9,8</u> 5,3±0,5	<u>1,2-4,8</u> 3,2±0,4
Витамин Е, мг%	<u>26,4-58,3</u> 41,0±1,1	<u>25,2-47,5</u> 35,2±1,9	<u>24,3-40,8</u> 32,8±1,5	<u>15,0-39,2</u> 27,3±1,7	<u>11,2-30,5</u> 23,0±1,7
Каротиноиды, мкг/г	<u>0,6-6,6</u> 4,3±0,2	<u>1,7-7,6</u> 4,1±0,4	<u>2,2-5,7</u> 4,0±0,3	<u>1,6-9,9</u> 5,7±0,5	<u>2,0-9,3</u> 4,8±0,7

Гораздо значительнее оказались различия икры разных видов сига по уровню биологически активных веществ. Икра пеляди, чира и муксуна, представителей сибирского фаунистического комплекса, характеризовалась более высоким содержанием аскорбиновой кислоты (23,9-24,9 мг%) и α -токоферола (32,8-41,0 мг%) по сравнению с икрой сига, обитающих в Ладожском озере (15,9-19,2 и 23,0-27,3 мг%, соответственно). Концентрация витамина А и каротиноидов, напротив, значительно выше в икре ладожских сига: А – 3,2-5,3 мг%, каротиноиды – 4,8-5,7 мкг/г. Эти различия, по нашему мнению, связаны с особенностями размножения видов, в первую очередь, с температурой воды в период нереста и инкубации икры.

Нерест волховского сига в садках начинается в конце октября при снижении температуры воды до 6°C, примерно через неделю созревают производители ладожского озерного сига. В начале ноября при температуре воды 3-4°C в нерестовую кампанию вступают муксун и чир, пелядь нерестится в декабре при температуре воды ниже 2°C. Если сравнить уровень жирорастворимых витаминов в овулировавшей икре сига в порядке снижения нерестовой температуры (ладожские сиги – чир, муксун – пелядь), то прослеживается сопряженная тенденция к уменьшению витамина А и возрастанию витамина Е.

В настоящее время установлено, что витамины А и Е играют большую роль в организме рыб при адаптации к снижению температуры воды. Согласно литературным данным (цит. по Остроумовой, 2001), при низких температурах воды (5-6°C) витамин А, введенный в корм форели, расходуется в первую очередь на процессы жизнедеятельности рыб, а не на накопление в организме. Постепенное снижение температуры воды до 7°C сопровождается значительным падением витаминов А и Е в печени сеголеток карпа. У лососевых, по-видимому, в качестве температурного адаптогена выступает в основном витамин А, который откладывается в икре в форме предшественника – астаксантина.

У сига функцию температурного адаптогена выполняет преимущественно витамин Е. Он способствует оплодотворению яйцеклеток, обеспечивает проницаемость мембран. Молекулы токоферола стабилизируют клеточные мембраны, предохраняя их от разрушения, что особенно важно при развитии эмбриона в условиях низких температур. Для сравнения, концентрация токоферола в икре форели составляет в среднем 17 мг%, зато каротиноидов достигает 9,0-62,4 мкг/г (Тимошина и др., 1997).

Большое количество витамина А в икре волховского сига обусловлено другими важными функциями этого соединения – антиоксидантными. Ретинол препятствует процессу свободнорадикального окисления липидов, интенсивность которого зависит от температуры окружающей среды. Потребности эмбрионов рыб, развитие которых проходит при более высоких температурах воды, в витамине А значительно выше. Так, например, в икре невской корюшки, нерест которой начинается весной при градиенте температур от 3-4°C до 12°C, содержание ретинола составляет 8,7 мг% (Шумилина и др., 2009), а в икре форели, нерестящейся при низких температурах, – всего 0,2-1,04 мг% (Тимошина и др., 1997). Следует отметить, что витамин А в икре пеляди в норме отсутствует и появляется при Е-витаминной недостаточности или неудовлетворительных условиях нагула (Шумилина, 2005). Очевидно, что при снижении нерестовых температур антиоксидантная функция витамина А, входящего в состав ооцитов рыб и защищающего яйцеклетку в момент вымета в воду, ослабевает, что проявляется в уменьшении количества ретинола в овулировавшей икре. Потребности развивающихся эмбрионов в витамине А удовлетворяются за счет его предшественников – каротиноидов.

Уровень другого природного антиоксиданта – витамина С – в икре сига разных видов, выращиваемых в садках, обусловлен различной продолжительностью нагула. В оз. Суходольское температура воды летом превышает 18-20°C, сига при таких температурах не кормят. После периода голодания, длительность которого варьирует в зависимости от климатических условий, производители интенсивно питаются (осенний нагул). Однако примерно за месяц до нереста кормление маточных стад прекращают, имитируя

преднерестовый период, характерный для сигов в естественных водоемах. Ладожских сигов прекращают кормить в 20-х числах сентября, чира и муксуна – в начале октября, а пелядь – в середине октября. Таким образом, период осеннего нагула у производителей ладожских сигов самый короткий. Общее количество корма, а, следовательно, и сумма питательных веществ, которые они получают осенью меньше по сравнению с производителями других видов, что отражается на качестве икры.

Уменьшение количества питательных веществ, получаемых сигами после вынужденного голодания, обусловленное сокращением периода осеннего нагула, сопровождается ухудшением качества икры всех видов сигов, выращиваемых в садках. Так, в 2007 г. неблагоприятные для сигов температуры воды в оз. Суходольском отмечались с 10.07 по 31.08, в 2008 г. – с 15.07 по 5.08. Соответственно, период осеннего нагула производителей в 2008 г. оказался продолжительнее на 3 недели. Это положительно сказалось на физиологическом состоянии сигов и сопровождалось повышением уровня запасных веществ в продуцируемой ими икре (таблица 2).

Таблица 2 – Состав икры сигов в 2007 (над чертой) и 2008 г. (под чертой)

Показатели	Виды				
	пелядь	чир	муксун	волховский сиг	ладожский озерный
Вода, %	<u>71,0±1,0</u> 69,3±0,8	<u>71,1±0,9</u> 67,0±0,4	<u>71,0±0,6</u> 68,1±0,1	<u>74,8±0,6</u> 70,6±0,9	<u>73,1±1,0</u> 68,2±1,2
Сухое вещество, %	<u>29,0±1,0</u> 30,7±0,8	<u>28,9±0,9</u> 33,0±0,4	<u>29,0±0,6</u> 31,9±0,1	<u>25,2±0,6</u> 29,4±0,9	<u>26,9±1,0</u> 31,8±1,2
Общий белок, %	<u>16,2±1,1</u> 17,5±0,6	<u>15,5±0,6</u> 17,0±0,3	<u>14,5±0,7</u> 15,7±0,4	<u>13,9±0,7</u> 17,0±0,6	<u>13,4±0,5</u> 15,5±0,9
Общий жир, %	<u>6,4±0,5</u> 6,7±0,2	<u>5,8±0,3</u> 8,9±0,3	<u>6,8±0,3</u> 8,3±0,3	<u>3,8±0,7</u> 5,1±0,5	<u>4,8±0,7</u> 6,9±0,2
Зола, %	<u>1,2±0,04</u> 1,3±0,03	<u>1,2±0,07</u> 1,3±0,02	<u>1,2±0,05</u> 1,2±0,02	<u>1,2±0,08</u> 1,2±0,02	<u>0,9±0,04</u> 1,3±0,03
Витамин С, мг%	<u>23,0±1,8</u> 24,2±0,9	<u>21,7±1,1</u> 25,7±1,7	<u>18,7±1,3</u> 22,8±1,6	<u>14,3±1,3</u> 18,3±0,7	<u>14,7±1,4</u> 20,3±0,9
Витамин А, мг%	<u>0,5±0,1</u> 0,03	<u>1,5±0,2</u> 1,6±0,2	<u>1,5±0,1</u> 1,6±0,2	<u>3,7±0,5</u> 6,7±0,9	<u>2,5±0,9</u> 4,1±0,8
Витамин Е, мг%	<u>41,4±2,5</u> 45,3±3,2	<u>28,1±2,3</u> 40,7±1,8	<u>27,1±2,1</u> 35,3±2,9	<u>22,5±2,3</u> 33,3±2,1	<u>17,3±3,1</u> 23,3±1,8
Каротиноиды, мкг/г	<u>3,8±0,3</u> 4,0±0,3	<u>3,1±0,6</u> 5,9±0,9	<u>3,3±0,6</u> 4,9±0,2	<u>3,1±0,4</u> 7,0±0,5	<u>2,3±0,2</u> 4,5±0,5

Изменения химического состава икры были наиболее значимы у сигов Ладожского озера. Уровень белка в икре этих видов повысился на 16-22%, жира – на 34-44%, витаминов С и Е – на 28-48%, витамина А и каротиноидов – почти в 2 раза по сравнению с 2007 г. Содержание питательных веществ в икре чира и муксуна повысилось в меньшей степени – в 1,1-1,5 раза, и только витамина Е и каротиноидов – в 1,3-1,9 раза. Икра пеляди также характеризовалась более высоким запасом сухого вещества, но в основном за счет белка, содержание жира, витаминов С и Е, каротиноидов почти не изменилось. Зато многократно снизилась концентрация витамина А, в икре большинства самок он отсутствовал, тогда как в 2007 г. достигал 0,5 мг%. Зависимость качества половых продуктов от продолжительности периода осеннего нагула установлена и у самцов сигов, выращиваемых в садках на оз. Суходольском (Якубец, 2009). Очевидно, что биотехника кормления и рецептуры кормов для ладожских сигов нуждаются в дальнейшем совершенствовании.

Содержание биологически активных веществ в овулировавшей икры сигов, выращиваемых в садках, зависит не только от количества получаемого корма, но, в первую

очередь, от рецептуры и сбалансированности искусственного корма – источника всех питательных веществ, необходимых для роста производителей и формирования ими половых продуктов. В 2000-2002 гг. для кормления производителей использовались корма собственного производства и «Аквалайф-22» фирмы «БиоМар» (Дания), содержавшие витамин Е в количестве 300 мг/кг и каротиноиды в количестве 15 мг/кг. С 2004 г. производители получают корма Ройял фирмы «Реху-Райсио» (Финляндия) с более высоким уровнем витаминов и каротиноидов.

Состав и калорийность кормов варьировали незначительно, поэтому общий состав икры пеляди, чира и муксуна в 2000-2002 и 2004-2008 гг. был практически одинаков (таблицы 1, 3). Однако уровень витамина Е и каротиноидов в икре сигов в 2000-2002 гг. был в 2-3 раза ниже, что свидетельствует о недостатке этих веществ в корме.

Таблица 3 – Химический состав икры сигов в 2000-2002 гг.

Показатели	Виды		
	пелядь	чир	муксун
Вода, %	70,4±0,4	70,1±0,6	70,9±0,5
Сухое вещество, %	29,6±0,4	30,0±0,6	29,1±0,5
Общий белок, %	15,3±0,3	16,1±0,3	15,8±0,3
Общий жир, %	6,6±0,2	6,8±0,3	6,5±0,2
Зола, %	1,3±0,03	1,2±0,02	1,1±0,03
Витамин С, мг%	20,5±0,6	22,3±1,1	22,1±1,4
Витамин А, мг%	0,2±0,04	1,1±0,2	0,9±0,14
Витамин Е, мг%	12,0±1,1	16,1±0,8	17,2±0,8
Каротиноиды, мкг/г	2,6±0,3	1,7±0,3	2,0±0,3

Анализ состава икры, продуцируемой самками сигов разного возраста, показал, что потребность в питательных и биологически активных веществах у производителей старших возрастов выше, так как с возрастом их плодовитость возрастает более чем в 3 раза. Кормление производителей всех возрастных групп кормом одинакового состава и калорийности приводит к снижению уровня запасных веществ в икре у самок старших возрастных (таблица 4).

Таблица 4 – Химический состав икры разновозрастной пеляди (2005 г.)

Показатели	Возраст				
	2+	3+	4+	5+ - 6+	7+
Вода, %	68,1±0,1	67,0±0,5	67,9±0,2	68,5±0,6	70,0±1,2
Сухое вещество, %	31,9±0,1	33,0±0,5	32,1±0,2	31,5±0,6	30,0±1,2
Общий белок, %	14,9±0,4	16,5±1,3	15,4±0,6	14,8±1,1	13,9±1,2
Общий жир, %	4,8±0,6	6,3±0,5	5,7±0,3	5,0±0,2	5,2±0,4
Зола, %	1,2±0,04	1,3±0,04	1,2±0,01	1,2±0,03	1,4±0,03
Витамин С, мг%	26,1±1,0	32,9±2,1	30,2±2,5	26,8±0,9	24,0±0,2
Витамин А, мг%	0,1±0,04	0,4±0,1	0,6±0,1	0,9±0,3	1,4±0,3
Витамин Е, мг%	47,3±0,6	45,7±3,3	36,3±1,9	30,8±2,8	27,7±0,5
Каротиноиды, мкг/г	2,9±0,8	5,4±0,5	2,9±0,9	2,2±0,3	1,0±0,3

Представленные материалы свидетельствуют, что биохимический состав овулировавшей икры сигов, выращиваемых в промышленных условиях, зависит от состава искусственных кормов, продолжительности кормления производителей осенью, возраста самок. Содержание и соотношение жирорастворимых витаминов и каротиноидов в икре сигов связано также с нерестовой температурой воды, специфичной для каждого вида. Характерной особенностью сигов является высокое содержание в икре витамина Е –

температурного адаптогена. Исследования состава икры сигов выявили необходимость дальнейших исследований по оптимизации состава искусственных кормов для ладожских сигов и производителей старших возрастов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Остроумова И.Н. Биологические основы кормления рыб – СПб: изд-во ГосНИОРХ, 2001. – 372 с.

Тимошина Л.А., Мосейчук К.Б., Остроумова И.Н., Смирнова Л.В. Влияние каротиноидов на биохимические показатели производителей форели в период созревания гонад // Сб. научн. трудов ГосНИОРХ. – 1997. – Вып. 325. – С. 19-30.

Шумилина А.К. Физиологическая характеристика производителей пеляди, выращиваемых в индустриальных условиях, и их пищевые потребности // Сб. научн. трудов ГосНИОРХ. – 2005. – Вып. 333. – С. 60-114.

Шумилина А.К., Козьмина А.В., Якубец Т.Г. Физиолого-биохимическая характеристика производителей корюшки // Актуальные проблемы экологической физиологии, биохимии и генетики животных. – Саранск, 2009. – С. 162-164.

Якубец Т.Г. Роль температурного режима водоема в формировании спермы у сигов, выращиваемых в индустриальных условиях // Актуальные проблемы экологической физиологии, биохимии и генетики животных. – Саранск, 2009. – С. 169-171.

SUMMARY

MODERN REPRESENTATIONS ABOUT WHITEFISH SYSTEMATIZATION, FAUNISTICA AND ZOOGEOGRAPHY

GENETIC DIFFERENTIATION IN SEVERAL SIBERIAN SPECIES OF *COREGONUS* (*TELEOSTEI*, *SALMONIFORMES*, *COREGONIDAE*)

Baldina S.N., Gordon N.Yu., Politov D.V.

Whitefish of the genus *Coregonus* (*Coregonidae*, *Salmoniformes*) are important elements of freshwater and estuarine ecosystems of Siberia. Whitefish have high morphoecological plasticity and variation in morphological characters. We studied genetic differentiation in several Siberian species of genus *Coregonus*: muksun *C. muksun*, broad whitefish *C. nasus*, Siberian whitefish *C. pidschian*. Levels and patterns of intra-specific genetic variation in Siberian whitefish were examined by a standard set of nuclear genetic markers (31 allozyme loci) and PCR-RFLP analysis of mitochondrial DNA fragment ND-1 with 18 restriction endonucleases. *C. muksun* and *C. pidschian* belong to the group of *Coregonus* with the lower mouth and morphologically distinct from each other. However, molecular markers showed low genetic differentiation between muksun and Siberian whitefish both in allozymes and mtDNA. We failed to find specific alleles and characteristics of haplotypes to all muksun populations. Instead, some allozyme loci alleles and mtDNA haplotypes found in *C. muksun* are typical to *C. sardinella*/*C. peled* complex indicating possible muksun hybrid origin. Southern branch of whitefish (Lake Teletskoye, Upper Yenisei basin) is strongly differentiated from *C. pidschian* populations from subarctic water bodies. *C. nasus* is genetically well differentiated from all other Coregonids. The level of genetic differentiation among broad whitefish populations across Eurasian part of the broad whitefish by allozyme and mtDNA markers was low with most differentiated easternmost samples.

POPULATION STRUCTURE OF WHITEFISH (*COREGONUS LAVARETUS PIDSCHIAN*, *COREGONIDAE*) IN DODOT LAKES OF TODZHA DEPRESSION

Bochkarev N.A., Zuykova E.I., Katokhin A.V.

Morphology, ecology and genetic of whitefish *Coregonus lavaretus pidschian* from Lake Dodot (Aldy-Deerlig-Khol and Usty-Deerlig-Khol) situated in the upstream of the Khamsara River (basin of the Bolshoi Yenisei River, Todzha Depression, Tyva Region) have been studied.

In these lakes whitefish were represented by two populations occupying similar ecological niches. Significant differences among the populations in the number of perforated scales in the lateral line have been found. Moreover, the analysis of mitochondrial ND1 gene variation revealed intra-population differences. In conclusion, the present study suggests that this region is the secondary intergradation zone.

FEATURES OF YENISEI MUKSUN *COREGONUS MUKSUN* (PALLAS) SPAWNING MIGRATIONS

Gaydenok N.D., Isaeva O.M., Chmarkova G.M.

In the article the generative strategy of Yenisei muksun *Coregonus muksun* (Pallas) has analyzed. Existing of two subpopulations has been determined.

ANALYSIS OF WHITEFISH RELATIONSHIPS FROM TELETSKOYE LAKE BY MYTOCHONDRIAL DNA POLYMORPHISM

Gordon N.Yu., Baldina S.N., Mamontov A.M., Kirillov V.V., Vlasov S.O., Politov D.V.

Two morphologically distinct sympatric whitefish forms of the genus *Coregonus* (Coregonidae, Salmoniformes) inhabiting in South Siberian Lake Teletskoye are located in upper stream of the Ob River. The whitefish in Lake Teletskoye either are considered as a form of Siberian whitefish *C. pidschian* or treated as a separate species *C. smitti*. Pravdin's dwarf whitefish *Coregonus pravdinellus* was initially described as a distinct species differing from the whitefish of Lake Teletskoye by several morphometric measures including terminal mouth and bigger quantity of gill rakers. Comparison genetic differentiation of these two forms with other populations of Siberian whitefish (*C. pidschian*) and muksun (*C. muksun*) by means of mtDNA has been shown close similarity both forms and revealed more substantial differences of both whitefish forms from typical *C. pidschian* from the Arctic Sea drainage including Siberian whitefish from the Lower River Ob basin.

Mitochondrial DNA haplotypes (determined by PCR-RFLP analysis of ND-1 fragment) were generally shared among two species from Teletskoye Lake. Nine restriction endonucleases were polymorphic in at least one of the studied forms. BsaJI pattern W2 was unique to Lake Teletskoye whitefish clade. Differences were observed mainly in presence/absence of rare haplotypes and frequencies of some other haplotypes.

These results indicate rather ancient isolation of both forms from northern subarctic whitefish and recent divergence between them due to ecologically driven reinforcement, in particular, via specialization to trophic niches.

ESTIMATION OF DISTINCTIONS OF GENETIC STRUCTURE OF POPULATIONS OF RIVER AND LAKE ECOLOGICAL PELED FORMS

Kapustina J.A., Semenchenko S.M.

The genetic structure of two *Coregonus peled* populations from the river Lyapin and lake Endyr (Russia, the Tyumen region) using the method of protein electrophoresis in polyacrylamide gel was studied.

It was noted that in these populations there is a high level of genetic variability and genome heterozygosity. Empirical frequencies of genotypes of two *C. peled* ecological forms are significantly different. The population of Lake Endyr is characterized by the absence of allele Idh-1B. Numerical estimates of genetic similarities and differences between *C. peled* populations from the river Lyapin and lake Endyr obtained from the frequencies of alleles are $I_N = 0,946$, $D_N = 0,055$. The magnitude of genetic divergence between two studied *C. peled* populations (river and lake) corresponds to the level of local populations and higher than this value when the populations of river forms are compared.

MORPHOLOGICAL VARIATION AND POPULATION STRUCTURE OF *COREGONUS* *MUKSUN* (PALLAS)

Kostitsyn V.G.

Morphological variability of muksun (*Coregonus muksun*) was investigated in sex, size-age and interpopulation aspects. Sexual dimorphism was expressed weakly. Close to statistically significant differences in males and females in three countable features were identified. Size-age

changes were more important and they have been shown in many features. Among meristics four from 9 characteristics in the 4th size-aged groups statistically significant have changed with the age and growth. The number of gill rakers have decreased. The number of unbranched rays in the dorsal and anal fins, the number of vertebrae have decreased at the first, then they have increased. Plastic indexes of age and growth have changed more significant than meristic ones. Statistically significant 5 from 9 characteristics of the head, 11 from 13 ones of body proportions, 8 from 10 characteristics of fins have converted.

Cluster-analysis of different morphological descriptions on complex of meristic features in muksun native areal has revealed significant heterogeneity of *Coregonus muksun* species.

PHYLOGENETICS NAD PHYLOGEOGRAPHY OF COREGONIDS – COMPARISON OF MORHOLOGICAL AND GENETIC APPROACHES

Politov D.V., Gordon N.Yu., Baldina S.N.

Taxonomy and phylogeny of coregonid fish (*Coregonidae*, *Salmoniformes*) is complicated due to lack of diagnostic traits, occurrence of intermediate and transitional infraspecific forms. Status and relationships of many species, infraspecific units, sympatric and allopatric populations are being continuously discussed. It became evident that purely morphological approach should be supplemented by complex molecular studies allowing reconstructing more sound phylogenetic and phylogeographic schemes. Combined application of several sets of molecular markers (e.g. allozymes, microsatellites and mtDNA) for quantification of genetic differences can serve as an advanced background for such reconstructions. Results from molecular markers application in coregonids generally supported the existence of three recognized genera *Prosopium*, *Coregonus* and *Stenodus*, however, according to some data sets two last genera are less diverged and can be combined into one genus. Based on genetic data, relationships within genus *Coregonus* should be substantially reevaluated. Whitefish (species of *Coregonus* with subterminal mouth) and ciscoes (species with terminal of supraterminal mouth) do not form natural groups. Instead, molecular data evidence for existence of several evolutionary lineages: 1) vendace, least cisco, peled and Penzhina cisco; 2) European, Siberian and North American whitefish of *lavaretus* group *s.l.* including muksun; 3) broad whitefish; 4) Ussuri cisco; 5) whitefish species and omul of Lake Baikal), 6) true Arctic ciscoes (*C. autumnalis* complex) including *C. artedii* complex. Molecular data reveal multiple cases of ancient and recent hybridization between various species and infraspecific coregonid forms.

CHANGES OF “PREDATOR-PREY” RELATIONS IN THE PASVIK RIVER WATERBODIES AFTER THE VENDACE INVASION

Popova O.A., Reshetnikov Yu.S., Amundsen P.

Bum and bust development by invading vendace *Coregonus albula* in the subarctic Inari-Pasvik watershed (Finland, Norway and Russia) were observed in 1991-2008. After the invasion of new species we observed the changes in the structure of fish community in Ruskebukta: 1) vendace has become the dominant species in the pelagic zone, decrease in the contribution sparsely-rakered whitefish (*Coregonus lavaretus* with 15-30 gill rakers); 2) replacement of plankton-feeding densely-rakered whitefish (with 29-40 gill rakers) from the pelagic zone to the profundal and littoral zones; 3) changes in the nets (zooplankton, shift of densely-rakered whitefish from zooplankton towards bottom animals, increasing the role of vendace in the food rations of piscivorous fish); 4) vendace invasion has successfully passed the arrival and establishment phase, but introduction in ecosystem is still in progress.

MODERN TAXONOMIC STATE OF COREGONID FISH

Reshetnikov Yu.S.

Various taxonomic approaches for the determination of systematic status of all Coregonids are discussed. The changes in classification that include dividing (splitting), uniting (limping) or changing the position of previously described taxa are considered. The Beringiya may be considered as the Centre of Origin of family *Coregonidae*; Eastern Siberia as the Centre of distribution on genus *Stenodus* and *Coregonus* and North America – on genus *Prosopium*. The all Coregonids don't belong to typical Arctic species: among 30 species of Coregonids, only 10 species are true Arctic fish, 6 – Arcto-Boreal fish and 12 species never occur in Arctic waters. Characteristic features of the Arctic fish fauna are a small number of monotypic genera and low proportion of endemic genera and species. Polymorphism and euryphagy are also typical features of ichthyofauna of the North. Coregonids play a major role in transferring of energy across trophic chains.

INFLUENCE OF NEW INTRODUCENT-SPECIES UPON THE FRESHWATER ECOSYSTEM

Reshetnikov Yu.S., Popova O.A., Amundsen P.

Introduction of exotic species into areas where they do not naturally occur, is important cause of ecological disturbance and loss of biodiversity. The translocation of fish species has become a problem of global extent and in freshwater communities there are numerous examples of negative impacts of new species. However, in many studies of introducing effects of the new species on the resident community have been found, and many attempted introductions have also failed. Further, some fish communities appear to have a strong ability to resist invasions by introduced fish related to interaction and structural complexity at the community level. The success of invaders and effects of invasion on the receiving communities are, therefore, difficult to predict. Downstream migration of vendace into the Pasvik watercourse was strongly related to the high vendace density in Lake Inari in 1987-1989. After vendace invasion we observed the changes in the structure of fish community in Ruskebukta: 1) vendace has become the dominant species in the pelagic zone, decrease in the contribution of sparsely-rakered whitefish (15-30 rakers); 2) replacement of plankton-feeding densely-rakered whitefish (29-40 gill rakers) from the pelagic zones to the profundal and littoral zones; 3) changes in the food nets (zooplankton, shift of densely-rakered whitefish from zooplankton towards bottom animals, increasing the role of vendace in the food rations of piscivorous fish); 4) vendace invasion has successfully passed the arrival and establishment phase, but introduction in ecosystem is still in progress. Different phase of introduction new species in ecosystem may be recognized: 1 – latent or hide period; 2 – burst phase effect of acclimatization (rapid increasing in population abundance); 3 – fall phase (sharply decreasing) and 4 – phase of stabilization.

CHANGES OF MORPHOLOGY OF SIBERIAN WHITEFISH IN THE PROCESS OF KHANTAISKOYE WATER RESERVOIR FORMATION

Romanov V.I.

The water reservoir of the Ust-Khantaiskaya hydro-electric power station, located at the right influx of the Lower Yenisei, has always had the most diverse whitefish fauna among Siberian bodies of water. Overall, at different points of the reservoir existence up to five species of whitefish were documented. Nevertheless, only three species had a significant weight in fishing industry:

Siberian cisco, peled and Siberian whitefish (*Coregonus sardinella* Valenciennes, 1848; *C. peled* (Gmelin, 1789); *C. lavaretus pidschian* (Gmelin, 1789)). Moreover, the reservoir of the Khantaiskaya hydro-electric power station has had by far the biggest population of these species compared with other artificial bodies of water of Siberia and the European part of Russia. In the 1980s these species accounted for more than 50 % of all whitefish caught in reservoirs of the USSR.

We analyzed changes in morphological indices of Siberian whitefish in the course of the reservoir formation. Species of the same size were used to compare their plastic indices. Gradual changes of plastic indices of Siberian whitefish were not observed. Except for length of the head, which increased, other indices varied from year to year. By analyzing the data we observed certain increases in anteanal, antevenral and antedorsal distances, length of anal and pectoral fins, head width and length at the eyes and neck levels. Partially this is because of the older age of same-size species in the sample, since linear and weight indices of whitefish decreased in the process of the reservoir formation.

WHETHER THE HISTORY OF BECOMING OF CISCO POPULATIONS OF EAST COAST OF THE WHITE SEA IS CONNECTED WITH POSTGLACIAL HYBRIDIZATION OF EUROPEAN CISCO (*COREGONUS ALBULA*) AND SIBERIAN CISCO (*COREGONUS SARDINELLA*)?

Sendek D.S., Novoselov A.P., Studenov I.I.

The White Sea Kuloi plateau is a territory (about 25000 km²) at the southeastern part of the White Sea basin. On the mainland it is confined by rivers the Northern Dvina, the Pinega, and the Kuloi. The fauna of coregonid fish on that territory is represented by European whitefish and local cisco which species definition is still under discussion. We have investigated genetic variability of several cisco populations by 30 allozyme loci with the aim to identify the ways of their formation during postglacial period.

Comparison of four cisco populations with several populations of typical vendace (*Coregonus albula*) from the basin of the Baltic Sea and hybrid forms of vendace and least cisco (*Coregonus albula* x *Coregonus sardinella*) from the Pechora has shown that cisco from the White Sea basin belongs to the species *Coregonus albula*. Most probably, those populations were formed with no impact from least cisco, which did not reach the basin of the White Sea during the period of postglacial resettlement to the west.

From the other hand the source of cisco colonization through the White Sea Kuloi plateau could be not a single one: genetic deviation of the Ernozero cisco from the other populations of the plateau rather supports this idea.

CURRENT STATE OF VENDACE (*COREGONUS ALBULA* L.) POPULATION IN LAKE VISHTYNETSKOE OF KALININGRAD REGION

Shibaev S.V., Sokolov A.V., Aldushin A.V.

Trans-boundary Lake Vishtynetskoe is important as the biggest, unique and the only oligotrophic reservoir in Kaliningrad region where local population of vendace (*Coregonus albula* L.) inhabits. Maximum historical catch of vendace in 28 ton (70% of total catch) was obtained in 1970-80, but now yield is very low.

Great changes of length structure of vendace population in Lake Vishtynetskoe were shown in researches during 2007-2009. The commercial catch of vendace with use of typical commercial gill-nets with cell-mesh 18 mm fell down extremely, but it increased with use of net with cell-mesh 12-14 mm. A cause of this fact is unclear now, but it isn't connected with fish grow rate, which is

rather constant. Spatial distribution of vendace depends on water temperature. In spring fish occupant area is deeper than 8 meters with temperature about 8°C.

For optimization of commercial fishery and taking into account daily and seasonal dynamics of vertical and horizontal distribution of the stock it is recommended to use a size of cell-mesh 14-16 mm (instead of 18 mm as it was used before).

WHITEFISH BIOLOGY

ECOLOGICAL CONDITIONS OF BEDDING AND DISTRIBUTION OF BAIKAL OMUL EGGS ON SPAWNING AREA OF THE SELENGA RIVER (BAIKAL LAKE BASIN) ACCORDING TO MONITORING WORKS (1997-2008)

Bazov A.V., Bazova N.V.

The article is devoted to long-term researches of Baikal omul spawning areas in the Selenga river (from 1987 to 2008). The brief history of researches on this question is resulted. The technique applied at inspection of omul spawning ground is described. Some results of the researches concerning to influences of abiotic factors on distribution of eggs on spawning area (bottom, speed of current, depth) are analyzed. The distribution of omul eggs in a longitudinal structure of the Selenga river depending on extent of spawning migration has shown. Dependence of level regime of the river and extent of Baikal omul spawning migration has analyzed. The degree of poach withdrawals of spawning stock during migration upwards on the river to spawning grounds has estimated.

NEW DATA TO THE CHARACTERISTIC OF THE YENISEI POPULATION NELMA *STENODUS LEUCICHTHYS NELMA* (PALLAS) SPAWNING STOCK

Belov M.A., Zadelyonov V.A.

Nelma is a valuable species belonging to the Coregonidae family. In the article it has shown thirty-dimensional dynamics of the age and sex structure of nelma spawning stock inhabiting the Yenisei, as well as its fertility. Permanent decline in the amount of nelma mature spawning in the field were shown. In addition, qualitative changes in nelma stock were observed, such as reducing the size and fecundity.

FEATURES OF COREGONID REPRODUCTION

Bogdanov V.D., Reshetnikov Yu.S.

Specificity of coregonid reproduction in comparison with salmon and grayling fish is investigated. Questions of spawning periodicity, destruction of eggs from being chilled, survivals of eggs and larvae, mechanisms of fingerling survival are considered.

CONDITION OF REPRODUCTION AND DYNAMICS OF WHITEFISH GENERATIONS IN THE LOWER OB

Bogdanov V.D.

Populations of separate whitefish species of the river Ob have a various demographic condition. The species most preferred for the commercial yield (*Coregonus muksun*, *C. peled*, *C. nasus*, *Stenodus leucichthys nelma*) test very strong commercial loading and reduce their number. At the same time *C. sardinella* has high number. For the control of stock condition the account of fish number, including fry, was spent. Reproduction of whitefish from the river Lower Ob is limited by natural factors to less degree than anthropogenous ones. The most essential anthropogenous factor is a commercial catch whereas pollution, manufacture of mountain works and water consumption have a minor influence. Preservation of a high level of whitefish reproduction of the Lower Ob basically depends on preservation of ecosystem of spawning inflows and rational conducting of commercial yield. Last years phenological failures in whitefish reproduction, connected with climatic changes, were observed. The role of artificial reproduction has been marked: it is important to construct as quickly as possible a fish hatchery farm in settlement Harp which is guided on fish planting of the Ob, lakes of the Polar Urals Mountains and Yamal.

BIOLOGICAL CHARACTERISTIC OF SPAWNING FISH POPULATIONS IN THE USA RIVER, PECHORA BAY (COMPILED ON THE BASES OF 2008 MATERIALS)

Borovskoy A.V., Novoselov A.P.

The Usa river basin is the right-shore stream of the first order of the Pechora river. It is a place where main spawning areas of migratory (omul) and semi-anadromous (nelma, peled, whitefish, vendace) Pechora whitefish are located. This work is based on the materials accumulated within 2008 pre-spawning period (September-October) for the downstream. During collecting field data both drag net (150-m long drag net, 18-mm cod end mesh size) and drift net (150-m long, 40-mm mesh size) were used. 1016 specimen of various fish species were collected and analyzed. The status of spawning peled, whitefish, omul and vendace populations was determined. Dimensional and weight composition, age and sex structure, linear and weight growth rate were defined. The works on the Usa river fish biological parameters can be used to assess the current status of whitefish species in context of anthropogenic impact and, in particular, overall pollution of the Pechora Bay. The obtained data may serve the basis for estimating species number creating the optimum level for commercial stock maintenance and stock sound management.

ICHTHYOCOTYLURUS OF WHITEFISH SPAWNERS IN THE SYNIA RIVER (THE LOWER OB)

Gavrilov A.L.

Long – term dynamics of whitefish parasitofauna in the Synia river has been studied for 15 years. It was found that trematodae *Ichthyocotylurus erraticus* dominated among whitefish parasites in the Lower Ob river. Main group of *Coregonus* species parasites has being maintained for many years. Quantitative characteristics of parasites depend on the age structure of whitefish populations, fishing intensity and ecological conditions.

MORPHOLOGICAL CHARACTERISTIC OF TUGUN FROM THE YURIBEY RIVER (THE WEST YAMAL)

Gavrilov A.L.

Biology and morphology of tugun were not studied in the Yuribey basin. For the first time tugun was detected in two lakes near mouth of the Hutiyaha river, the left tributary of the Yuribey river. These lakes were constantly connected with the river, their coordinates are: 65°53'N, 70°42'E. Tugun morphological features from the Yuribey river and the Ob tributaries had more similarities than lake-river forms in Yamal and Norilsk lakes.

MATERIALS IN BIOLOGY OF *PROSOPIMUM CYLINDRACEUM* AND *COREGONUS TUGUN* IN BASIN OF THE CHARA RIVER

Gorlacheva E.P., Afonin A.V.

This work is devoted by representatives of the cold fast rivers *Prosopium cylindraceum* and *Coregonus tugun*. Their age structure, length-weight characteristics, fecundity and feed are considered. It has shown, that *Prosopium cylindraceum* growth in the Chara river has being stable for some years. *Coregonus tugun* grows more quickly there than in the Vitim river. Low fecundity of these species in conditions of high anthropogenous loading does not allow them to increase their quantity.

INTERANNUAL FLUCTUATIONS OF NUMBER OF WHITEFISH GENERATIONS IN THE SYNIA RIVER (THE LOWER OB)

Goskova O.A.

On the basis of long-term researches high perennial fluctuations of the coregonid fish generation abundance in the river Synya, the Ural tributary of the Lower Ob were shown. There are spawning grounds of peled, Siberian whitefish, broad whitefish, tugun and cisco; peled usually dominates. Since 2001 the optimal conditions for incubation of eggs have been observed every winter. However, last years the number of peled, Siberian whitefish, especially broad whitefish, generations decreased in comparison with the previous decennial data. At the result of our quantitative investigations in 1992-2008 it was established that the Synya river plays the main role in Siberian whitefish reproduction.

WHITEFISH OF KENOZERSKIY NATIONAL PARK

Dvoryankin G.A.

The article presents an overview of the territorial range and biological characteristics of different vendace and whitefish populations in Kenozerskiy national park (KNP). The results of genetic and morphometric researches are provided. Conclusion about the existence of four geographically and reproductively isolated populations of European vendace *Coregonus albula* (L.) on the KNP territory There was made. It was determined, that vendace of this national park develops ecological forms, which differ from each other by numerous parameters.

TUGUN *COREGONUS TUGUN* (PALLAS, 1814) (*SALMONIFORMES*, *COREGONIDAE*) THE PODKAMENNAYA TUNGUSKA RIVER (BASIN OF THE YENISEI)

Zadelyonov V.A., Shadrin E.N.

Tugun is an aboriginal species living throughout the Yenisei basin, belongs to the Coregonidae family. In the right tributary of the Yenisei - the Podkamennaya Tunguska river is the most numerous population of fish. Tugun was discovered in the river and several major tributaries - Kamo, Chuna, Velmo. In the article the morphological and ecological characteristics of this species in the Podkamennaya Tunguska river are described.

A BALANCE MODEL OF BIOTIC COMMUNITY OF VASHOZERO LAKE

Ilmast N.V., Murzov N.N., Kriksunov E.A., Bobyrev A.E., Burmensky V.A.

The quantitative estimation of a role of separate organism groups in substance transport in the ecosystem of Vashozero Lake has received. It has shown that production of the basic resource groups of hydrobionts has been appreciably used by consumers.

RECREATIONAL POTENTIAL OF THE OB ESTUARY - THE NECESSARY CONDITION OF NORMALIZATION OF WHITEFISH FUNCTIONAL SYSTEMS

Isakov P.V., Selyukov A.G.

Unknown aspects of gametogenesis, reproductive cycles and a rhythm of formation of sexual cells of reserve fund are described. Morphological functional transformations of gill epithelium and hepatocytes at Coregonid fish with various ecological specificity prior to the beginning of intensive industrial development of the Ob estuary have obtained.

DYNAMICS OF ICHTHYOFAUNA IN THE SOB RIVER (YAND) IN THE PERIOD OF ECONOMIC DEVELOPMENT OF REGION

Kizhevatonov Y.A., Bogdanov V.D.

We studied the effect of different factors of human impact on dynamics of composition, structure and abundance of the fish community in the Sob river. Populations of whitefish, peled, dace, eel-pout and pike were increased. Changes of river geomorphology and climate warming at the beginning of XXI century have improved conditions for feeding, wintering and reproduction of migrate and semi-anadromus fish.

VENDACE OF LAKES MJESA AND OSENSJEEN (NORWAY) - *COREGONUS* *SARDINELLA VALENCIENNES*?

Kitaev S.P.

It has shown that some Siberian species of invertebrate and fish have influenced from Siberia far to the West. Therefore the presence of Siberian vendace in Norwegian lakes is quite

probable. It is necessary to conduct additional researches for final definition of vendace status in Lake Mjesa.

MODERN CONDITION OF WHITEFISH - PYDSCHIAN STOCKS IN BASIN OF RUSSIAN EUROPEAN NORTH-EAST

Kozmin A.K.

In the European North-East of Russia the largest whitefish - pidschian population lives in the Pechora River basin, its commercial annual catch in 50th years of the last century achieved 500 t. Nowadays modern whitefish annual fishery in the Pechora river is estimated in 40 - 50 t. The Severodvinsk whitefish concern to the small form, their maximal commercial trawling was 70 t. In the rivers like Northern Dvina, Mezen and Onega, specialized catch of whitefish is not presented. As a result of intensive trawling and ever-increasing pollution essential reduction in number of commercial stocks of the whitefish-pidschian in northern basins has occurred. For stabilization of stocks it is necessary to realize a complex of fish protective actions including artificial fish-breeding.

DYNAMICS OF QUALITATIVE STRUCTURE OF PELED SPAWNERS FROM THE SEVERNAYA SOSVA RIVER

Melnichenko I.P.

Peled size-aged variability has been revealed on a long-term material. Abiotic factors defining biological parameters of spawners were selected.

EXPERIENCE OF THE HEALTH EVALUATION OF COREGONIDAE FROM THE TAZOVSKAYA AND OBSKAYA ESTUARIES USING TWO PHOENETIC METHODS

Presnyakov A.V., Mikodina E.V., Makoedov A.N.

Coregonidae health from the Tazovskaya and Obskaya estuaries (the Kara Sea) by two phoenetic methods was estimated. These methods might be used as criteria-indicators for estimating the anthropogenous influence over the fish health.

PROLIFERATIVE ACTIVITY OF GERM STEM CELLS IN EMBRYOGENESIS OF COREGONID FISH

Selyukov A.G., Efremova E.V., Bepomestnykh G.N., Simonova A.V.

The dynamics of germ stem cells (GSCs) proliferative activity in Coregonid embryos was investigated. There were polymorphonuclear, multinucleated and grouped germ cells in different species; GSCs mitoses have been observed rarely. The number of GSCs during embryogenesis varied but at the end of this period, as a rule, decreased. We suppose that the polymorphonuclearity of GSCs precedes the proliferation and it's caused by the incomplete mitosis.

ENVIRONMENTAL CONDITIONS AND BIOLOGY OF DENSELY-RAKED WHITEFISH OF LAKE VYGOZERO (THE REPUBLIC OF KARELIA)

Sterligova O.P., Savosin D.S., Ilmast N.V.

Environmental conditions and biological features of densely-rakered whitefish in Lake Vygozero are investigated. The analysis of the data on the biology of densely-rakered whitefish of Lake Vygozero testifies that whitefish are characterized by fast rate of growth, late maturing, high fecundity and plankton type of feeding.

DIAGNOSTICS OF PELED FRY (*COREGONUS PELED*, GMELIN, 1788) AGE AND GROWTH UNDER DAILY INCREMENTS OF SACCULAR OTOLITH

Tyagun M.L.

Features and increments of saccular otolith cuts in young peled (*C. peled*) were observed. Each increment consisted from light and dark zones. Increments pattern have been counted and measured. The dynamic of increment forming was found on radius from the growth centre to dorsal and dorsal-rostral edge of cut. The common regularity of increment size changing for all analyzed individuals was found. It was detected: two-month age individuals have two sections on otolith cut. Number of increments on every section is close to a month cycle. The increment size decreased to termination of the first month of life and increased to termination of the second month of life. Increments of third month and increments of consecutive months were not readable. Increments were clearly deposited from growth center during 63-67 days. This period is recommended for searching of good growth conditions.

FEATURES OF WHITEFISH *COREGONUS LAVARETUS PIDSCHIAN* GROWTH OF THE LOWER OB

Yankova N.V.

Coregonus lavaretus pidschian (Gmelin) is one of the most cold-water adapted coregonid fish of the Ob basin. Basic places of spawning located in the Ural mountain tributaries of the Ob river - in the rivers Sob, Vojkar, Synja. Growing period occurs in water-meadows system of the Lower Ob. Winter occurs in spawning rivers and in the Ob estuary. As the other whitefish *C. lavaretus pidschian* serves one of traditional objects of commercial fishery. Length and weight of the basic age groups of *C. lavaretus pidschian*, and also average weight fish parameters in catches depend on dynamics of water-level and overflow. The deterioration of conditions during the growing period in year with low water-level is reflected in smaller size of initial groups of spawning stock. At the same time the parameters of efficiency and nutrition intensity, on the contrary, are higher in the years with little water. It is explained by saved potential of the previous years and rather late time of gonad maturation. As a whole, *C. lavaretus pidschian* growth is determined by conditions of the growing period, to the greatest degree - duration of water-meadow overflow.

CONDITION OF WHITEFISH STOCKS AND TRAWLING

CURRENT CONDITION OF STOCKS LIVING AND *STENODUS LEUCICHTHYS NELMA* BIOLOGY IN NOVOSIBIRSK WATER BASIN

Vizer A.M., Mazchenko E.U.

Materials of biology, distribution and condition of *Stenodus leucichthys nelma* stocks living in the Upper Ob are analyzed. New data on distribution, age structure, rate of increasing and food of Siberian white salmon in Novosibirsk water basin are resulted. The tendency of species quantity increasing in the water basin is revealed. The interrelation of Siberian white salmon number with condition of stocks of native fish species and pike-perch inhabitant is considered. The conclusion about high adaptive abilities of *Stenodus leucichthys nelma* to regulation, to change of hydrological mode and to radical reorganization of ichthyoecosystem in places of its dwelling has done.

WHITEFISH IN BELARUS: FAUNA, DISTRIBUTION AND CONDITION OF STOCKS

Koustousov V.G.

Data on modern whitefish fauna in Belarus which is presented by native (European cisco) and introductive species (Lake cisco, peled) are given.

Presence of European cisco populations in 22 lakes and Lake cisco in the only lake is authentically established. Information about peled population demands additional specification.

It is found out that European cisco stocks in the majority of reservoirs are estimated as insignificant. Number of populations is a subject to significant fluctuations, basically caused by abiotic factors.

It is drawn a conclusion that stocks of cisco population in Naroch Lake after flash of number have decreased and it is necessary to expect their stabilization at lower level caused by processes of lake deeutrophication.

THE PROBLEMS OF ORGANIZATION AND REGULATION OF WHITEFISH SPECIES FISHERY IN THE OB – IRTYSH BASIN

Krokhalevsky V.R.

In the article the problems of management by whitefish species fishery on an example of the Ob-Irtysh basin are considered.

INFLUENCE OF FISHERY ON WHITEFISH (*COREGONUS LAVARETUS* L.) OF ONEGO LAKE

Lukin A.A., Babiya A.A.

Using of bio-resources is one of the types of anthropogenic impact on water ecosystems, but damage from poaching exceeds industrial pollution influence in some regions. It should be noted that illegal catch is the severe factor that influences the state of all commercial fish species populations without exception. In Onego Lake fishery was based on the lake whitefish stocks that

made up to 90 % from the total catch in the lake. In the study it was found decrease of whitefish catch in 2006 (14.3 ton) compared to 2002 (37.1 ton). Short-term trend shows that the size-age parameters were not changed since the fiftieth, but long-term trend testifies the significant decrease of these endpoints since 19th century.

DEGRADATION PROCESSES IN MUKSUN POPULATIONS OF THE RIVER OB AND NECESSARY MEASURES ON RESTORATION OF ITS NUMBER

Matkovskij A.K.

Degradation processes of muksun (*Coregonus muksun*) population in the Ob river is analyzed. Changes in age, size structure and number of population are shown. Infringements of natural fluctuation of number of the species are noted. The estimation of various natural and anthropogenous factors have given. Recommendations about restoration of muksun population are resulted.

MODERN CONDITION OF OMUL STOCKS IN LAKE BAIKAL

Palubis S.E., Sokolov A.V., Bobkov A.I.

The existing fishery of omul *Coregonus autumnalis migratorius* (Georgi) in Lake Baikal has been based on the complex of intraspecific structure and historical experience of fishery conducting. The omul fishery has been orientated on primary catches of immature part of stocks in feeding period, catches of omul downstream-migrant (mainly the U. Angara river) and catches of mature samples for reproduction (the Selenga river, the Barguzin river, rivers of Posolskiy sor). At the beginning of XXI century a tendency of general omul stock decreasing in Lake Baikal was appeared. Recorded stock decreasing doesn't have critical character but the reduction of corresponding general allowable catch from 2,5-3,3 thousand ton (90 years) till 1,7-1,9 thousand ton and control of enhancement for omul fishery are required.

ON MUKSUN REPRODUCTION IN RESERVOIRS OF YAKUTIA

Tyaptirgyanov M.M.

Brief information on distribution, biology, commercial value and necessary fish conservation actions on muksun (*Coregonus muksun*) in reservoirs of Yakutia has brought. Assessment of conservation of biological diversity of ichthyofauna as an element of sustainable development of Yakutia is considered. Fish-breeding is the only measure on renewal of the muksun stock, as valuable once commercial species in Yakutia reservoirs.

CURRENT STOCK STATUS OF COREGONIDAE FISH IN THE LOWER YANA RIVER

Tyaptirgyanov M.M.

Brief description of Coregonidae including Siberian whitefish (*Coregonus lavaretus pidschian*), muksun (*C. muksun*), broad whitefish (*C. nasus*), Siberian cisco (*C. sardinella*) and Siberian white salmon (*Stenodus leucichthys nelma*) in the Lower Yana during September-October 2008 has been brought. Short information on taxonomy, distribution, biology and economic value

of each species is given on specimens of 314 fish examined. Information on decrease in the number of Siberian whitefish, muksun, broad whitefish and Siberian white salmon caused by an anthropogenic factor and primarily unchecked industrial waters discharge and poaching is summarized in the conclusion.

ARTIFICIAL REPRODUCTION AND COMMERCIAL REARING OF WHITEFISH

WHITEFISH CULTURE IN NORTHERN KAZAKHSTAN: PROBLEMS AND PROSPECTS OF DEVELOPMENT

Abdiev Z.A., Kolomin J.M., Fefelov V.V.

Nowadays cultivation of whitefish species is one of priority directions of commercial fish culture in Northern Kazakhstan. Among whitefish *C. ripus* has reached the greatest distribution. *C. sardinella* is the least perspective species for commercial cultivation as possesses the lowest rate of growth among introductive whitefish. Natural whitefish reproduction in reservoirs is marked extremely seldom that's why it is impossible to maintain and save high number of these species only due to natural spawning. From whitefish peled and cisco should become priority for commercial fish cultivation as species with the fastest rate of growth and high gastronomic qualities, having replaced. ripus and vendace as less valuable species.

REPRODUCTIVE QUALITIES OF VOLKHOV WHITEFISH IN INDUSTRIAL AQUACULTURE

Bogdanova V.A., Trinojenko A.V., Kaidanova T.I.

The reproductive qualities of volkhov whitefish females in some generations in connection with their growth and age in industrial brood stock were investigated. The fecundity, egg size and cytocaryological characteristics of early embryos were analyzed. It was shown, that the new technology of volkhov whitefish in industrial rearing with standardized conditions and food supply in whole life history influences positively both growth and egg formation and their quality. Finally it determines high reproductive potential of volkhov whitefish in industrial brood stock.

PROSPECTS OF DEVELOPMENT OF WHITEFISH CULTURE IN THE ALTAY TERRITORY

Vesnina L.V.

On internal reservoirs economic interest to the organization of commercial fish culture production by method of "pasturable cultivation" is restored. In the article the problem of whitefish introduction in aquaculture of the Altay territory is considered.

THE EXPERIENCE OF COREGONUS FRY REARING FOR CHANY LAKE

Vizer L.S.

The rearing of *Coregonus* fry for Chany Lake with use of Uryum Lake freshwater gives not only great additional fish production but also it stabilizes the catches of aborigine fish species.

At the result of fishery land-reclamation measures the positive fishery effect by improving of local fish species reproduction was obtained.

CURRENT STATE AND PROSPECTS OF WHITEFISH CULTIVATION IN THE SOUTH OF WESTERN SIBERIA

Egorov E.V., Rostovtsev A.A., Zaitsev V.F.

South of Western Siberia has a great potential for cultivation of freshwater whitefish. In 1980s production of commodity whitefish reached 1000 t. However, nowadays commercial cultivation of the whitefish in the region has almost completely collapsed. The main reason for this is an acute shortage of planting stock. Eggs of northern whitefish harvested in the Middle Ob river in the Tomsk region are transported for the incubation to the fish hatchery farms of the Ural, and hatched larvae are used for stocking of reservoirs in other regions. It is important to resolve the issue of organizing the harvesting of eggs for needs of the south of Western Siberia and the incubation of eggs in the local hatcheries. Production of 300-350 million of larvae and subsequent stocking of local reservoirs would raise the annual production of commercial whitefish in the region, according to preliminary estimates, to 4000-5000 ton.

NELMA AS A PERSPECTIVE SPECIES OF AQUACULTURE

Kostyunichev V.V.

In the paper the biological and piscicultural characteristics of nelma have been shown. Siberian nelma populations are depressed, European ones are in danger of disappearance. The historical account of artificial nelma rearing is given. It is accentuated the importance of forming the industrial brood stock which is very actual today. The first data concerning to kubenskaja nelma industrial brood stock are shown. This stock will be the base for developing of industrial technology of nelma cultivation for native population regeneration and for rearing with commercial purpose.

INDUCED AND SYNCHRONIZED OVULATION AND OTHER IMPROVEMENTS OF ARTIFICIAL REPRODUCTION IN NORTHERN WHITEFISH (*COREGONUS PELED*) USING HORMONAL STIMULATION AND ANAESTHESIA

Kouřil J., Shvinger V., Mikodina E.V., Sedova M.A., Pavlishta R., Hamáchková J.

The sensitivity of peled spawners to clove oil (concentration 0,033 ml/l) was determined. At the beginning of December, sexually ripe 1+ females (weight 529±43 g) reared in pond had been moved into 5 flow-through tanks (n=15) with water temperatures of 0,3-4,6°C. Four groups were intramuscularly treated with Supergestran containing GnRHa Lecirelin in doses 5; 25; 5+5 and 25+25 µg/kg BW (in case of the double treatments, fish received injections 3 days apart). The largest amount of successfully stripped peled females in hormonally advanced ovulation was found

in the group injected with 25+25 µg/kg GnRHa (67 %), minor success was reached in groups injected with lower doses 5+5 µg/kg (33%) and 25 µg/kg (20%). Average latency time ranged from 10,0±1,4 to 12,0±1,9 days after hormonal treatment. The relative fecundity of stripped females ranged from 12,2±2,3 to 15,1±1,7%. Spontaneous ovulation was observed in 27-60% of females at 18-30 days after hormonal injection in all treated groups. During the same period 40% of females from the control group were ovulated too.

PELED CULTIVATION IN LAKE SAJLIMU OF SINTSZYAN-UIGUR INDEPENDENT AREA (SUIA, CHINESE PEOPLE'S REPUBLIC)

Li Tszyan-Yuuj

Materials on structure of ichthyofauna in Lake Sajlimu located in the range Tien Shan within the limits of Sintszyan-Uigur independent area of China are resulted.

The characteristic of peled females and males, grown up in lake from larvae, delivered from Russia is given. Ways of the further development of pasturable fish culture in Lake Sajlimu are chosen.

CURRENT STATE OF WHITEFISH REPRODUCTION IN THE OB-IRTYSH RIVER BASIN

Litvinenko A.I., Semenchenko S.M.

Artificial reproduction of whitefish over the last 50 years in the Ob-Irtysh river basin on the border of Tyumen region has been analyzed. The maximum amount of whitefish larva (1,14 bln pcs) was achieved by four incubation plants in the early 80s. In the 1990s only one plant remained operative, and larva production dropped to 87-222 mln pcs. However, we can say that a positive trend of artificial whitefish reproduction growth has been observed throughout the last decade. The average larva production rate within the previous three years amounts to 350 mln pcs. A range of fish for reproduction has expanded as well. Two new fish breeding plants are opening in the nearest future with the aggregate capacity of 300 mln pcs of larva per year. The number of young whitefish increased from 2 to 85 mln pcs. Whitefish breeding stocks have been created at Volkovskoe fish farm.

ON RESULTS OF *COREGONUS LAVARETUS BAIKALENSIS* BREADING IN MALOYE MORE OF BAIKAL LAKE

Mamontov A.M.

Coregonus lavaretus baicalensis are large benthos feeders. Among valuable commercial fish they are subject for catching more than the others especially at spawning sites and younger age groups of whitefish are caught together with omul. Due to sharp decrease in their stocks the whitefish commercial catching was forbidden beginning from 1969. In 1959-1964, the initiative to increase the reproduction of whitefish in Maloye More with the help of Sarma Fish Breeding Farm was failed. Further, biotechnology of breeding was improved with regard to local conditions. From 1984 till 2002 (with some intervals) there was an experiment on the increasing of whitefish reproduction in commercial scales with the help of Burduguz Fish Breeding Farm. As a result, according to preliminary estimates the whitefish spawning stock at the end of 1990s increased from 3-4 thousand to 50-80 thousand spawners. The number of whitefish stock was calculated from the

mortality rate using Tyurin's method (1972). The spawning stock was for the first time represented by matured fish with five-fold prevalence of males. Retarded growth and low level of fecundity were observed in fish. The abundance of whitefish again started reducing due to the excessive fishing and because of the discontinuance of the experiment.

THE PROBLEMS OF MODERN MARKETABLE WHITEFISH BREEDING IN FAR URAL REGION

Mukhachev I.S., Slinkin N.P., Medvedev M.M.

Traditionally developing marketable whitefish breeding in reservoirs of Far Ural region requires in perfection of management and the state support as important composed of region agriculture complex.

ARTIFICIAL REPRODUCTION OF WHITEFISH SPECIES IN THE USA RIVER (BASIN OF THE PECHORA RIVER)

Novoselov A.P., Borovskoy A.V., Kholmov S.F.

In autumn 2008, we have carried out experimental works relating to artificial reproduction of whitefish species in the Pechora river basin. Such works included the creation of temporary fishery station for fishing-out the producers in the Usa river – in places of pre-spawning concentrations, impregnation and transportation of roe to fish-rearing plant at Sosnogorsky fishery. The production cycle included the following main stages: fishing-out and retaining the producers, collection and impregnation of roe, removal of mucilage with further roe swelling and transportation to fishery enterprise; roe incubation in factory conditions; larvae hatching, retention and breeding, with further release of young fish into the Usa river. Total amount of impregnated whitefish roe taken at the temporary fishing station, amounts to over 1 million specimen of peled and whitefish. There are 0.5 mln peled larvae specimen and 0.4 mln whitefish released into the Usa river. The obtained results can be used in development of artificial valuable species reproduction in the framework of complex Program for freshwater aquaculture development within Komi Republic.

MODERN CONDITION OF EUROPEAN CISCO STOCKS IN THE KURSHSKY BAY OF THE BALTIC SEA AND THE WAY OF THEIR RESTORATION

Osadchij V.M., Polyakov O.A., Shibaev L.V.

Coregonus lavaretus lavaretus catches in the 50th years of the last century in the Kurshsky Bay reached sixty ton, now they are less than five ton. For restoration of *C. lavaretus lavaretus* stocks the experimental fish-breeding farm calculated on release of 150 thousand fingerlings was constructed. The weight of *C. lavaretus lavaretus* fry is 2-10 g. The yield to fishery has been calculated in 23 ton.

PHYSIOLOGICAL ASPECTS OF FEEDING THE EARLY FRY OF WHITEFISH IN AQUACULTURE

Ostroumova I.N.

The paper contains the review of research on physiology of feeding the coregonid early fry. The coregonid larvae start feeding with an incompletely developed digestive system which sets particular requirements to the composition of their starter food. The starter diet for whitefish larvae

should contain short peptides, free amino acids, low molecular weight proteins, i.e. the easily assimilated compounds which abound in larvae's natural food – zooplankton. Yeast hydrolyzates and those of other protein matter can satisfy larvae's need for these substances. Without them the growth rate of the whitefish larvae drops and their survival was only on average 40 to 50 percent.

Introduction of 3 to 5 percent of phospholipids into the starter diet of the coregonid larvae increases their food intake index, encourages their growth and raises their viability. However, phospholipids in the food of the fry with further their growth did not produce the same effect. The larvae of whitefish require 2.5 to 3.0 percent of $\omega 3$ essential fatty acids in their food at $\omega 3/\omega 6$ ratio of 2 to 3 or higher.

During the first days of feeding good results are obtained with introduction into the diet of the whitefish of high doses of vitamin C – up to 1000 mg per kilo of food – and of available phosphorus – up to 1.5 percent of food. With further growth and continued development, the need of juvenile fish for these elements decreases approximately to the requirements of the grown-up organism.

APPLICATION OF THE RECIRCULATION SYSTEM FOR FORMATION OF WHITEFISH BROOD STOCK (TUGUN AS AN EXAMPLE)

Selyukov A.G., Shuman L.A., Efremova E.V., Bepomestnykh G.N.

The opportunity of reception of whitefish brood stock in the recirculation system applying to *Coregonus tugun* as modeling object was studied. Data on length and weight growth, development of gonads, a liver and gills of *C. tugun* during its stay in recirculation system are presented. The opportunity of tugun breeder reception during one annual cycle was shown.

IMPLEMENTATION OF ECOLOGICAL METHOD FOR WHITEFISH SAMPLING

Semenchenko S.M.

This article presents the research results with regard to implementation of new technology of whitefishes eggs sampling in the West Siberia in 1998-2009. An ecological method provides sample of eggs after natural spawning of fish in a dedicated device. This technology has some advantages as compared with traditional methods. Experiments are made with a number of whitefish species in Ob-Irtish river basin. More successful results have been achieved with peled. In all 1,13 billion eggs of whitefishes were collected with the help of the ecological method throughout the years under research.

THE CONTRIBUTION OF TOBOLSK LABORATORY TO FISH CULTURE DEVELOPMENT IN TYUMEN REGION

Sergienko L.L.

The brief historical review of results of the scientific researches connected with development of fish culture, lead by Tobolsk laboratory for the period of activity more than 40 years is given. Industrial development of Western Siberia area in 60-s' years of the last century was one of the reasons of occurrence of new direction in development of fish economy in region - fish culture. On the basis of long-term researches the biotechnology of whitefish reproduction in view of local conditions was developed. The scientific development spent on farm whitefish reproduction have been directed as on indemnification of damage to the Ob-Irtysh basin as on getting marketable production in lake economy.

The lake fund of Tobolsk, Uvat and Vagaj regions was investigated. Fish culture purpose of lakes was determined. Peled artificial brood stocks with fund of spawners in non-suffocative

reservoirs approached to hatchery plots were generated. Actions on preparation and operation of brood stock lakes in the region were developed. The factors of environment influencing rate of growth, puberty and quality of sexual products of peled spawners in view of local conditions were established.

For getting qualitative planting fish ecologo-trophic conditions of pre-larvae keeping, food consumption, larvae growth and survival rate at industrial rearing were obtained.

For the first time biological bases of getting durable whitefish fry at influence of non-mutagen biologically active substance – para-amino-benzoy acid were developed. The positive effect was received.

The equipment for whitefish-breeding farms was developed and introduced in manufacture.

COREGONID FISH AS AN OBJECT OF AMATEUR FISHING IN THE URAL

Silivrov S.P., Tsurikhin E.A.

The experience of whitefish utilization as the object of amateur fishing in the Ural was considered. Scientific recommendations were the base of introducing of different whitefish species in the water reservoirs. There are some results of the fish installation with different planting rate of various types of water reservoirs. This direction of aquaculture is very perspective in the Ural region.

EFFECTIVE WAY OF CULTIVATION, CATCHING AND WINTERINS OF FISH IN SUFFOCATIVE LAKES

Slinkin N.P.

In this article the effective way of fish catching and winterings, application of reservoir - satellite, its advantage and prospect of use in the south of Western Siberia are considered.

Practice has shown that with help of reservoir-satellite it is possible to grow up effectively commercial fish even in the most shallow lakes (depth up to 1,5-2,0 m) which had been considered earlier not suitable for these purposes.

INTERRELATION OF EGGS DIAMETER AND DIMENSION OF OB-IRTYSH WHITEFISH FEMALES

Smeshlivaya N.V., Semchenko S.M.

The paper contains the data on the diameter of eggs and females of whitefish from natural populations for two years. It describes a unique technique for "express" measuring of swollen eggs diameter. The paper includes the results of the correlation analysis which studies the relationship between an average diameter of swollen eggs and the length of whitefish females from Ob-Irtysh basin. On the basis of the collected data it was concluded that the length of females in natural population is one of the numerous factors affecting the diameter of eggs generated in a particular year, but it is not the determinant one.

DEPENDENCE OF BLASTODISK DIVISION OF *COREGONUS LAVARETUS* PIDSCHIAN, *C. MUKSUN* AND *C. TUGUN* EMBRYOS ON THE TEMPERATURE

Smeshlivaya N.V., Semenchenko S.M.

Research data are presented on the dependence of the rate of blastodisk fragmentation for *Coregonus lavaretus pidschian*, *C. muksun* and *C. tugun* on temperature. The paper contains the equation of biological age for the three species of Ob-Irtysh basin whitefish allowing to calculate the degree of embryos development of the above three species during the incubation period under alternating temperature. The maximum values of temperatures are shown at which fragmentation of the blastodisk species is possible.

MAIN PRINCIPLES OF SUCCESSFUL REALIZATION OF INCUBATION OF WHITEFISH EGGS AT THE FISH-HATCHERY FARM (ON AN EXAMPLE OF EXPERIENCE OF BOLSHERECHENSKIY FISH-BREEDING FARM)

Tchernyaev Zh.A.

In this article the detailed analysis of the factors influencing on incubation of whitefish eggs in conditions of hatchery farm (temperature, the charge of water, light exposure) is lead. It is found out, that the leading factor determining rate in the middle and late stages of embryo development is light. On settlement data, omul eggs for all period of incubation in hatchery has received approximately 10 % of necessary quantity of light energy.

It is proved, that whitefish eggs are capable to develop normally within the limits of intensity of illumination from 10 up to 300 lux. At insufficiency of illumination rate of development is so low, that it interferes to normal germ emergence. Influence on developing of whitefish eggs the light stream exceeding 300 lux, at the first leads to the accelerated development of embryo and formation of melanophores, trying to protect an organism from a superfluous stream of light energy. But intensive influence of light energy destroys hemoglobin in uniform elements of blood, and the embryo perishes from an anemia.

It is found out, that superfluous influence of light on whitefish eggs was the reason of failures at whitefish planting in Alpine reservoirs.

THE BIOCHEMICAL COMPOSITION OF WHITEFISH EGGS REARED IN INDUSTRIAL CONDITIONS

Shumilina A.K.

The results of long-term researches of biochemical composition of eggs from five whitefish species reared in industrial conditions in Lake Sukhodolskoye (Leningrad Region) have been generalized. The dependence of biochemical composition of eggs on the spawner temperature, recipe of artificial food, duration of spawner feeding after summer peak water temperatures (above 18-20 °C) and female age has been stated. The whitefish peculiarity is a high content of vitamin E in eggs. The reason of that fact is connected, as suppose, with participation of vitamin E in mechanism of temperature adaptation. The results of researches have shown the necessity of the further improvement of feed formulas for Ladoga whitefish and old aged spawners.

СОДЕРЖАНИЕ

СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О СИСТЕМАТИКЕ, ФАУНИСТИКЕ И ЗООГЕОГРАФИИ СИГОВЫХ РЫБ

1. Балдина С.Н., Гордон Н.Ю., Политов Д.В. ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ СИГОВЫХ РЫБ СИБИРИ	5
2. Бочкарев Н.А., Зуйкова Е.И., Катохин А.В. ПОПУЛЯЦИОННАЯ СТРУКТУРА СИГА-ПЫЖЬЯНА (<i>COREGONUS LAVARETUS</i> <i>PIDTSCHIAN</i> , <i>COREGONIDAE</i>) В ДОДОТСКИХ ОЗЕРАХ ТОДЖИНСКОЙ КОТЛОВИНЫ.....	10
3. Гайденок Н.Д., Исаева О.М., Чмаркова Г.М. ОСОБЕННОСТИ НЕРЕСТОВЫХ МИГРАЦИЙ ЕНИСЕЙСКОГО МУКСУНА <i>COREGONUS MUKSUN</i> (PALLAS)	15
4. Гордон Н.Ю., Балдина С.Н., Мамонтов А.М., Кириллов В.В., Власов С.О., Политов Д.В. АНАЛИЗ РОДСТВЕННЫХ СВЯЗЕЙ СИГОВ ОЗЕРА ТЕЛЕЦКОГО ПО ДАННЫМ ПОЛИМОРФИЗМА МИТОХОНДРИАЛЬНОЙ ДНК.....	19
5. Капустина Я.А., Семенченко С.М. ОЦЕНКА РАЗЛИЧИЙ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ПОПУЛЯЦИЙ РЕЧНОЙ И ОЗЕРНОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФОРМ ПЕЛЯДИ.....	24
6. Костицын В.Г. МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ И ПОПУЛЯЦИОННАЯ СТРУКТУРА МУКСУНА <i>COREGONUS MUKSUN</i> (PALLAS)	29
7. Политов Д.В., Гордон Н.Ю., Балдина С.Н. ФИЛОГЕНЕТИКА И ФИЛОГЕОГРАФИЯ СИГОВЫХ – СРАВНЕНИЕ МОРФОЛОГИЧЕСКОГО И ГЕНЕТИЧЕСКОГО ПОДХОДОВ	37
8. Попова О.А., Решетников Ю.С., Пер-Арне Амундсен ИЗМЕНЕНИЕ ВЗАИМООТНОШЕНИЙ «ХИЩНИК-ЖЕРТВА» ПОСЛЕ ВСЕЛЕНИЯ РЯПУШКИ В ВОДОЕМЫ БАСЕЙНА РЕКИ ПАСВИК	41
9. Решетников Ю.С. СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ТАКСОНОМИЧЕСКОМ СТАТУСЕ СИГОВЫХ РЫБ	45
10. Решетников Ю.С., Попова О.А., Пер-Арне Амундсен ВЛИЯНИЕ НОВОГО ВИДА-ВСЕЛЕНЦА НА ЭКОСИСТЕМУ	50
11. Романов В.И. ИЗМЕНЕНИЕ МОРФОЛОГИИ СИБИРСКОГО СИГА В ПРОЦЕССЕ ФОРМИРОВАНИЯ ХАНТАЙСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА.....	54
12. Сендек Д.С., Новоселов А.П., Студенов И.И. СВЯЗАНА ЛИ ИСТОРИЯ СТАНОВЛЕНИЯ ПОПУЛЯЦИЙ РЯПУШЕК ВОСТОЧНОГО БЕРЕГА БЕЛОГО МОРЕА С ПОСЛЕДНИКОВОЙ ГИБРИДИЗАЦИЕЙ ЕВРОПЕЙСКОЙ РЯПУШКИ (<i>COREGONUS ALBULA</i>) И СИБИРСКОЙ РЯПУШКИ (<i>COREGONUS SARDINELLA</i>)?	59
13. Шибяев С.В., Соколов А.В., Алдушин А.В. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОПУЛЯЦИИ РЯПУШКИ (<i>COREGONUS ALBULA</i> L.) В ОЗЕРЕ ВИШТЫНЕЦКОМ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ.....	64

БИОЛОГИЯ СИГОВЫХ РЫБ

14. Базов А.В., Базова Н.В. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ЗАЛЕГАНИЯ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ИКРЫ БАЙКАЛЬСКОГО ОМУЛЯ НА НЕРЕСТИЛИЩАХ СЕЛЕНГИ (БАССЕЙН ОЗЕРА БАЙКАЛ) ПО ДАННЫМ МОНИТОРИНГОВЫХ РАБОТ (1997-2008 гг.).....	70
15. Белов М.А., Заделёнов В.А. К ХАРАКТЕРИСТИКЕ НЕРЕСТОВОГО СТАДА НЕЛЬМЫ <i>STENODUS LEUCICHTHYS</i> <i>NELMA (PALLAS)</i> ЕНИСЕЙСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ.....	74
16. Богданов В.Д., Решетников Ю.С. ОСОБЕННОСТИ ВОСПРОИЗВОДСТВА СИГОВЫХ РЫБ	78
17. Богданов В.Д. СОСТОЯНИЕ ВОСПРОИЗВОДСТВА И ДИНАМИКА ГЕНЕРАЦИЙ СИГОВЫХ РЫБ НИЖНЕЙ ОБИ	83
18. Боровской А.В., Новоселов А.П. БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НЕРЕСТОВЫХ СТАД СИГОВЫХ РЫБ РЕКИ УСЫ ПЕЧОРСКОГО БАССЕЙНА (ПО МАТЕРИАЛАМ СБОРОВ 2008 г.).....	87
19. Гаврилов А.Л. ИХТИОКОТИЛЮРОЗ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ СИГОВЫХ РЫБ РЕКИ СЫНИ (НИЖНЯЯ ОБЬ).....	92
20. Гаврилов А.Л. МОРФОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУГУНА РЕКИ ЮРИБЕЙ (ЗАПАДНЫЙ ЯМАЛ).....	97
21. Горлачева Е.П., Афонин А.В. МАТЕРИАЛЫ ПО БИОЛОГИИ ОБЫКНОВЕННОГО ВАЛЬКА <i>PROSOPIMUM</i> <i>CYLINDRACEUM</i> И ТУГУНА <i>COREGONUS TUGUN</i> БАССЕЙНА РЕКИ ЧАРЫ.....	101
22. Госькова О.А. МЕЖГОДОВЫЕ КОЛЕБАНИЯ ЧИСЛЕННОСТИ ГЕНЕРАЦИЙ СИГОВЫХ РЫБ В Р. СЫНЕ (НИЖНЯЯ ОБЬ).....	105
23. Дворянкин Г.А. СИГОВЫЕ РЫБЫ КЕНОЗЕРСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА.....	109
24. Заделёнов В.А., Шадрин Е.Н. ТУГУН <i>COREGONUS TUGUN</i> (PALLAS, 1814) (<i>SALMONIFORMES</i> , <i>COREGONIDAE</i>) РЕКИ ПОДКАМЕННОЙ ТУНГУСКИ (БАССЕЙН ЕНИСЕЯ)	113
25. Ильмаст Н.В., Мурзов Н.Н., Криксунов Е.А., Бобырев А.Е., Бурменский В.А. БАЛАНСОВАЯ МОДЕЛЬ БИОТИЧЕСКОГО СООБЩЕСТВА ВАШОЗЕРА	117
26. Исаков П.В., Селюков А.Г. РЕКРЕАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ОБСКОЙ ГУБЫ – НЕОБХОДИМОЕ УСЛОВИЕ НОРМАЛИЗАЦИИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ СИГОВЫХ РЫБ.....	122
27. Кижеватов Я.А., Богданов В.Д. ДИНАМИКА ИХТИОФАУНЫ РЕКИ СОБИ (ЯНАО) В ПЕРИОД ХОЗЯЙСТВЕННОГО ОСВОЕНИЯ.....	126

28. Кутаев С.П. РЯПУШКА ОЗЕР МЬЕСА И ОСЕНСЬЕЕН (НОРВЕГИЯ) – <i>COREGONUS SARDINELLA</i> <i>VALENCIENNES</i> ?	131
29. Козьмин А.К. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЗАПАСОВ СИГА-ПЫЖЬЯНА В ВОДОЁМАХ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ.	135
30. Мельниченко И.П. ДИНАМИКА КАЧЕСТВЕННОГО СОСТАВА ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ПЕЛЯДИ СЕВЕРНОЙ СОСЬВЫ	137
31. Пресняков А.В., Микодина Е.В., Макоедов А.Н. ОПЫТ ОЦЕНКИ ЗДОРОВЬЯ СИГОВЫХ РЫБ ТАЗОВСКОЙ И ОБСКОЙ ГУБ ДВУМЯ ФЕНЕТИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ	140
32. Селюков А.Г., Ефремова Е.В., Беспоместных Г.Н., Симонова А.В. ПРОЛИФЕРАТИВНАЯ АКТИВНОСТЬ ГЕРМИНАТИВНЫХ СТЕЛОВЫХ КЛЕТОК В ЭМБРИОГЕНЕЗЕ СИГОВЫХ РЫБ	144
33. Стерлигова О.П., Савосин Д.С., Ильмаст Н.В. УСЛОВИЯ ОБИТАНИЯ И БИОЛОГИЯ МНОГОТЫЧИНКОВОГО СИГА ВЫГОЗЕРА (РЕСПУБЛИКА КАРЕЛИЯ).	150
34. Тягун М.Л. ДИАГНОСТИКА ВОЗРАСТА И РОСТА МОЛОДИ ПЕЛЯДИ (<i>COREGONUS PELED</i> , GMELIN, 1789) ПО СУТОЧНЫМ ПРИРОСТАМ САККУЛЯРНОГО ОТОЛИТА	154
35. Янкова Н.В. ОСОБЕННОСТИ РОСТА СИГА-ПЫЖЬЯНА <i>COREGONUS LAVARETUS PIDSCHIAN</i> НИЖНЕЙ ОБИ.	157

СОСТОЯНИЕ ЗАПАСОВ СИГОВЫХ РЫБ И ПРОМЫСЕЛ

36. Визер А.М., Мазченко Э.Ю. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЗАПАСОВ И БИОЛОГИЯ НЕЛЬМЫ НОВОСИБИРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА	163
37. Костоусов В.Г. СИГОВЫЕ РЫБЫ В БЕЛАРУСИ: ФАУНА, РАСПРОСТРАНЕНИЕ И СОСТОЯНИЕ ЗАПАСОВ	166
38. Крохалевский В.Р. ПРОБЛЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ И РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРОМЫСЛА СИГОВЫХ ВИДОВ РЫБ В ОБЬ – ИРТЫШСКОМ БАССЕЙНЕ	171
39. Лукин А.А., Бабий А.А. ВЛИЯНИЕ ПРОМЫСЛА НА СИГОВ (<i>COREGONUS LAVARETUS L.</i>) ОНЕЖСКОГО ОЗЕРА	173
40. Матковский А.К. ДЕГРАДАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ В ПОПУЛЯЦИИ МУКСУНА РЕКИ ОБИ И НЕОБХОДИМЫЕ МЕРЫ ПО ВОССТАНОВЛЕНИЮ ЕГО ЧИСЛЕННОСТИ	176
41. Палубис С.Э., Соколов А.В., Бобков А.И. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЗАПАСОВ ОМУЛЯ ОЗЕРА БАЙКАЛ.	181

42. Тяптурганов М.М. К ВОПРОСУ ВОСПРОИЗВОДСТВА МУКСУНА В ВОДОЕМАХ ЯКУТИИ	185
43. Тяптурганов М.М. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЗАПАСОВ СИГОВЫХ РЫБ В НИЗОВЬЯХ РЕКИ ЯНЫ	189
ИСКУССТВЕННОЕ ВОСПРОИЗВОДСТВО И ТОВАРНОЕ ВЫРАЩИВАНИЕ СИГОВЫХ РЫБ	
44. Абдиев Ж.А., Коломин Ю.М., Фефелов В.В. СИГОВОЕ РЫБОВОДСТВО В СЕВЕРНОМ РЕГИОНЕ КАЗАХСТАНА: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ.....	195
45. Богданова В.А., Триноженко А.В., Кайданова Т.И. РЕПРОДУКТИВНЫЕ КАЧЕСТВА ВОЛХОВСКОГО СИГА В ИНДУСТРИАЛЬНОЙ АКВАКУЛЬТУРЕ	199
46. Веснина Л.В. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СИГОВОДСТВА В АЛТАЙСКОМ КРАЕ.....	205
47. Визер Л.С. ОПЫТ ВЫРАЩИВАНИЯ МОЛОДИ СИГОВЫХ ДЛЯ ЗАРЫБЛЕНИЯ ОЗЕРА ЧАНЫ	207
48. Егоров Е.В., Ростовцев А.А., Зайцев В.Ф. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ СИГОВОДСТВА НА ЮГЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ.....	211
49. Костюничев В.В. НЕЛЬМА, КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ОБЪЕКТ АКВАКУЛЬТУРЫ.....	215
50. Коуржис Я., Швингер В., Микодина Е.В., Седова М.А., Павлишита Р., Гамачкова Й. СИНХРОНИЗАЦИЯ И УСКОРЕНИЕ ОВУЛЯЦИИ У САМОК И УЛУЧШЕНИЕ ЗАВОДСКОГО МЕТОДА РАЗМНОЖЕНИЯ ПЕЛЯДИ (<i>COREGONUS PELED</i>) С ПОМОЩЬЮ ГОРМОНАЛЬНОЙ СТИМУЛЯЦИИ НА ФОНЕ АНЕСТЕЗИИ	219
51. Ли Цзянь-юй ВЫРАЩИВАНИЕ СИГОВЫХ В ОЗЕРЕ САЙЛИМУ СИНЬЦЗЯН-УЙГУРСКОГО АВТОНОМНОГО РАЙОНА (СУАР, КНР).....	222
52. Литвиненко А.И., Семенченко С.М. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА СИГОВЫХ РЫБ В ОБЬ-ИРТЫШСКОМ БАССЕЙНЕ.....	226
53. Мамонтов А.М. К ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ РАБОТ ПО РАЗВЕДЕНИЮ БАЙКАЛЬСКОГО ОЗЕРНОГО СИГА НА МАЛОМ МОРЕ БАЙКАЛА.....	231
54. Мухачев И.С., Слинкин Н.П., Медведев М.М. ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОГО ТОВАРНОГО СИГОВОДСТВА ЗАУРАЛЬЯ.....	236
55. Новоселов А.П., Боровской А.В., Холмов С.Ф. ОПЫТ ИСКУССТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА СИГОВЫХ РЫБ В Р. УСЕ (БАССЕЙН Р. ПЕЧОРЫ).....	239
56. Осадчий В.М., Поляков О.А., Шибяев Л.В. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЗАПАСОВ ЕВРОПЕЙСКОГО СИГА В КУРШСКОМ ЗАЛИВЕ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ И ПУТИ ИХ ВОССТАНОВЛЕНИЯ.....	244

57. <i>Остроумова И.Н.</i> ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ КОРМЛЕНИЯ РАННЕЙ МОЛОДИ СИГОВЫХ В АКВАКУЛЬТУРЕ.....	245
58. <i>Селюков А.Г., Шуман Л.А., Ефремова Е.В., Беспоместных Г.Н.</i> ПРИМЕНЕНИЕ УЗВ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ МАТОЧНОГО СТАДА СИГОВЫХ РЫБ (НА ПРИМЕРЕ ТУГУНА).....	250
59. <i>Семенченко С.М.</i> ИТОГИ ВНЕДРЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЕТОДА СБОРА ИКРЫ СИГОВЫХ РЫБ В ОБЬ-ИРТЫШСКОМ БАССЕЙНЕ	254
60. <i>Сергиенко Л.Л.</i> ВКЛАД ТОБОЛЬСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ В РАЗВИТИЕ РЫБОВОДСТВА В ТЮМЕНСКОМ РЕГИОНЕ.....	262
61. <i>Силивров С.П., Цурихин Е.А.</i> ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИГОВЫХ РЫБ В КАЧЕСТВЕ ОБЪЕКТОВ ЛЮБИТЕЛЬСКОГО РЫБОЛОВСТВА НА УРАЛЕ	266
62. <i>Слинкин Н.П.</i> ЭФФЕКТИВНЫЙ СПОСОБ ВЫРАЩИВАНИЯ, ЛОВА И ЗИМОВКИ РЫБЫ В ЗАМОРНЫХ ОЗЕРАХ.....	268
63. <i>Смешливая Н.В., Семенченко С.М.</i> ВЗАИМОСВЯЗЬ ДИАМЕТРА ИКРЫ И РАЗМЕРОВ САМОК СИГОВЫХ РЫБ ОБЬ- ИРТЫШСКОГО БАССЕЙНА	271
64. <i>Смешливая Н.В., Семенченко С.М.</i> ЗАВИСИМОСТЬ СКОРОСТИ ДРОБЛЕНИЯ БЛАСТОДИСКА ЗАРОДЫШЕЙ СИГА- ПЫЖЬЯНА, ТУГУНА И МУКСУНА ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ.....	274
65. <i>Черняев Ж.А.</i> ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ УСПЕШНОГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ИНКУБАЦИИ ИКРЫ СИГОВЫХ НА РЫБОВОДНОМ ЗАВОДЕ (НА ПРИМЕРЕ ОПЫТА БОЛЬШЕРЕЧЕНСКОГО РЫБОВОДНОГО ЗАВОДА).....	277
66. <i>Шумилина А.К.</i> БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ИКРЫ СИГОВ, ВЫРАЩИВАЕМЫХ В ИНДУСТРИАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ	281

SUMMARY

MODERN REPRESENTATIONS ABOUT WHITEFISH SYSTEMATIZATION, FAUNISTICA AND ZOOGEOGRAPHY

1. Baldina S.N., Gordon N.Yu., Politov D.V. GENETIC DIFFERENTIATION IN SEVERAL SIBERIAN SPECIES OF COREGONUS (TELEOSTEI, SALMONIFORMES, COREGONIDAE).....	288
2. Bochkarev N.A., Zuykova E.I., Katokhin A.V. POPULATION STRUCTURE OF WHITEFISH (COREGONUS LAVARETUS PIDSCHEAN, COREGONIDAE) IN DODOT LAKES OF TODZHA DEPRESSION	288
3. Gaydenok N.D., Isaeva O.M., Chmarkova G.M. FEATURES OF YENISEI MUKSUN COREGONUS MUKSUN (PALLAS) SPAWNING MIGRATIONS.....	288
4. Gordon N.Yu., Baldina S.N., Mamontov A.M., Kirillov V.V., Vlasov S.O., Politov D.V. ANALYSIS OF WHITEFISH RELATIONSHIPS FROM TELETSKOYE LAKE BY MITOCHONDRIAL DNA POLYMORPHISM	289
5. Kapustina J.A., Semenchenko S.M. ESTIMATION OF DISTINCTIONS OF GENETIC STRUCTURE OF POPULATIONS OF RIVER AND LAKE ECOLOGICAL PELED FORMS	289
6. Kostitsyn V.G. MORPHOLOGICAL VARIATION AND POPULATION STRUCTURE OF COREGONUS MUKSUN (PALLAS).....	289
7. Politov D.V., Gordon N.Yu., Baldina S.N. PHYLOGENETICS NAD PHYLOGEOGRAPHY OF COREGONIDS – COMPARISON OF MORHOLOGICAL AND GENETIC APPROACHES	290
8. Popova O.A., Reshetnikov Yu.S., Amundsen P. CHANGES OF “PREDATOR-PREY” RELATIONS IN THE PASVIK RIVER WATERBODIES AFTER THE VENDACE INVASION.....	290
9. Reshetnikov Yu.S. MODERN TAXONOMIC STATE OF COREGONID FISH.....	291
10. Reshetnikov Yu.S., Popova O.A., Amundsen P. INFLUENCE OF NEW INTRODUCENT-SPECIES UPON THE FRESHWATER ECOSYSTEM	291
11. Romanov V.I. CHANGES OF MORPHOLOGY OF SIBERIAN WHITEFISH IN THE PROCESS OF KHANTAISKOE WATER RESERVOIR FORMATION	291
12. Sendek D.S., Novoselov A.P., Studenov I.I. WHETHER THE HISTORY OF BECOMING OF CISCO POPULATIONS OF EAST COAST OF THE WHITE SEA IS CONNECTED WITH POSTGLACIAL HYBRIDIZATION OF EUROPEAN CISCO (COREGONUS ALBULA) AND SIBERIAN CISCO (COREGONUS SARDINELLA)?	292
13. Shibaev S.V., Sokolov A.V., Aldushin A.V. CURRENT STATE OF VENDACE (COREGONUS ALBULA L.) POPULATION IN LAKE VISHTYNETSKOE OF KALININGRAD REGION	292

WHITEFISH BIOLOGY

14. Bazov A.V., Bazova N.V. ECOLOGICAL CONDITIONS OF BEDDING AND DISTRIBUTION OF BAIKAL OMUL EGGS ON SPAWNING AREA OF THE SELENGA RIVER (BAIKAL LAKE BASIN) ACCORDING TO MONITORING WORKS (1997-2008).....	293
15. Belov M.A., Zadelyonov V.A. NEW DATA TO THE CHARACTERISTIC OF THE YENISEI POPULATION NELMA <i>STENODUS LEUCICHTHYS NELMA</i> (PALLAS) SPAWNING STOCK.....	293
16. Bogdanov V.D., Reshetnikov Yu.S. FEATURES OF COREGONID REPRODUCTION.....	293
17. Bogdanov V.D. CONDITION OF REPRODUCTION AND DYNAMICS OF WHITEFISH GENERATIONS IN THE LOWER OB.....	294
18. Borovskoy A.V., Novoselov A.P. BIOLOGICAL CHARACTERISTIC OF SPAWNING FISH POPULATIONS IN THE USA RIVER, PECHORA BAY (COMPILED ON THE BASES OF 2008 MATERIALS)	294
19. Gavrilov A.L. ICHTYOCOTYLURUS OF WHITEFISH SPAWNERS IN THE SYNIA RIVER (THE LOWER OB).....	294
20. Gavrilov A.L. MORPHOLOGICAL CHARACTERISTIC OF TUGUN FROM THE YURIBEY RIVER (THE WEST YAMAL)	295
21. Gorlacheva E.P., Afonin A.V. MATERIALS IN BIOLOGY OF <i>PROSOPIUM CYLINDRACEUM</i> AND <i>COREGONUS TUGUN</i> IN BASIN OF THE CHARA RIVER.....	295
22. Goskova O.A. INTERANNUAL FLUCTUATIONS OF NUMBER OF WHITEFISH GENERATIONS IN THE SYNIA RIVER (THE LOWER OB)	295
23. Dvoryankin G.A. WHITEFISH OF KENOZERSKIY NATIONAL PARK.....	295
24. Zadelyonov V.A., Shadrin E.N. TUGUN <i>COREGONUS TUGUN</i> (PALLAS, 1814) (<i>SALMONIFORMES</i> , <i>COREGONIDAE</i>) THE PODKAMENNAYA TUNGUSKA RIVER (BASIN OF THE YENISEI).....	296
25. Ilmast N.V., Murzov N.N., Kriksunov E.A., Bobyrev A.E., Burmensky V.A. A BALANCE MODEL OF BIOTIC COMMUNITY OF VASHOZERO LAKE.....	296
26. Isakov P.V., Selyukov A.G. RECREATIONAL POTENTIAL OF THE OB ESTUARY - THE NECESSARY CONDITION OF NORMALIZATION OF WHITEFISH FUNCTIONAL SYSTEMS.....	296
27. Kizhevatonov Y.A., Bogdanov V.D. DYNAMICS OF ICHTHYOFAUNA IN THE SOB RIVER (YAND) IN THE PERIOD OF ECONOMIC DEVELOPMENT OF REGION	296

28. Kitaev S.P. VENDACE OF LAKES MJESA AND OSENSJEEN (NORWAY) - <i>COREGONUS</i> <i>SARDINELLA VALENCIENNES</i> ?	296
29. Kozmin A.K. MODERN CONDITION OF WHITEFISH - PYDSCHIAN STOCKS IN BASIN OF RUSSIAN EUROPEAN NORTH-EAST	297
30. Melnichenko I.P. DYNAMICS OF QUALITATIVE STRUCTURE OF PELED SPAWNERS FROM THE SEVERNAYA SOSVA RIVER.	297
31. Presnyakov A.V., Mikodina E.V., Makoedov A.N. EXPERIENCE OF THE HEALTH EVALUATION OF COREGONIDAE FROM THE TAZOVSKAYA AND OBSKAYA ESTUARIES USING TWO PHOENETIC METHODS.	297
32. Selyukov A.G., Efremova E.V., Bespomestnykh G.N., Simonova A.V. PROLIFERATIVE ACTIVITY OF GERM STEM CELLS IN EMBRYOGENESIS OF COREGONID FISH.	297
33. Sterligova O.P., Savosin D.S., Ilmast N.V. ENVIRONMENTAL CONDITIONS AND BIOLOGY OF DENSELY-RAKED WHITEFISH OF LAKE VYGOZERO (THE REPUBLIC OF KARELIA).	298
34. Tyagun M.L. DIAGNOSTICS OF PELED FRY (<i>COREGONUS PELED</i> , GMELIN, 1788) AGE AND GROWTH UNDER DAILY INCREMENTS OF SACCULAR OTOLITH.	298
35. Yankova N.V. FEATURES OF WHITEFISH <i>COREGONUS LAVARETUS</i> PIDSCHIAN GROWTH OF THE LOWER OB.	298

CONDITION OF WHITEFISH STOCKS AND TRAWLING

36. Vizer A.M., Mazchenko E.U. CURRENT CONDITION OF STOCKS LIVING AND <i>STENODUS LEUCICHTHYS NELMA</i> BIOLOGY IN NOVOSIBIRSK WATER BASIN.	299
37. Kostousov V.G. WHITEFISH IN BELARUS: FAUNA, DISTRIBUTION AND CONDITION OF STOCKS	299
38. Krokhaevsky V.R. THE PROBLEMS OF ORGANIZATION AND REGULATION OF WHITEFISH SPECIES FISHERY IN THE OB – IRTYSH BASIN	299
39. Lukin A.A., Babiy A.A. INFLUENCE OF FISHERY ON WHITEFISH (<i>COREGONUS LAVARETUS</i> L.) OF ONEGO LAKE	299
40. Matkovskij A.K. DEGRADATION PROCESSES IN MUKSUN POPULATIONS OF THE RIVER OB AND NECESSARY MEASURES ON RESTORATION OF ITS NUMBER.	300
41. Palubis S.E., Sokolov A.V., Bobkov A.I. MODERN CONDITION OF OMUL STOCKS IN LAKE BAIKAL	300

42. Tyaptirgyanov M.M. ON MUKSUN REPRODUCTION IN RESERVOIRS OF YAKUTIA	300
43. Tyaptirgyanov M.M. CURRENT STOCK STATUS OF COREGONIDAE FISH IN THE LOWER YANA RIVER	300

ARTIFICIAL REPRODUCTION AND COMMERCIAL REARING OF WHITEFISH

44. Abdiev Z.A., Kolomin J.M., Fefelov V.V. WHITEFISH CULTURE IN NORTHERN KAZAKHSTAN: PROBLEMS AND PROSPECTS OF DEVELOPMENT.....	301
45. Bogdanova V.A., Trinojenko A.V., Kaidanova T.I. REPRODUCTIVE QUALITIES OF VOLKHOV WHITEFISH IN INDUSTRIAL AQUACULTURE	301
46. Vesnina L.V. PROSPECTS OF DEVELOPMENT OF WHITEFISH CULTURE IN THE ALTAY TERRITORY.....	301
47. Vizer L.S. THE EXPERIENCE OF COREGONUS FRY REARING FOR CHANY LAKE.....	302
48. Egorov E.V., Rostovtsev A.A., Zaitsev V.F. CURRENT STATE AND PROSPECTS OF WHITEFISH CULTIVATION IN THE SOUTH OF WESTERN SIBERIA.....	302
49. Kostyunichev V.V. NELMA AS A PERSPECTIVE SPECIES OF AQUACULTURE.....	302
50. Kouřil J., Shvinger V., Mikodina E.V., Sedova M.A., Pavlishta R., Hamáček J. INDUCED AND SYNCHRONIZED OVULATION AND OTHER IMPROVEMENTS OF ARTIFICIAL REPRODUCTION IN NORTHERN WHITEFISH (<i>COREGONUS PELED</i>) USING HORMONAL STIMULATION AND ANAESTHESIA.....	302
51. Li Tszyan-Yuu PELED CULTIVATION IN LAKE SAJLIMU OF SINTSZYAN-UIGUR INDEPENDENT AREA (SUIA, CHINESE PEOPLE'S REPUBLIC).....	303
52. Litvinenko A.I., Semenchenko S.M. CURRENT STATE OF WHITEFISH REPRODUCTION IN THE OB-IRTYSH RIVER BASIN.....	303
53. Mamontov A.M. ON RESULTS OF COREGONUS LAVARETUS BAIKALENSIS BREEDING IN MALOYE MORE OF BAIKAL LAKE.....	303
54. Mukhachev I.S., Slinkin N.P., Medvedev M.M. THE PROBLEMS OF MODERN MARKETABLE WHITEFISH BREEDING IN FAR URAL REGION	304
55. Novoselov A.P., Borovskoy A.V., Kholmov S.F. ARTIFICIAL REPRODUCTION OF WHITEFISH SPECIES IN THE USA RIVER (BASIN OF THE PECHORA RIVER)	304
56. Osadchij V.M., Polyakov O.A., Shibaev L.V. MODERN CONDITION OF EUROPEAN CISCO STOCKS IN THE KURSHSKY BAY OF THE BALTIC SEA AND THE WAY OF THEIR RESTORATION	304

57. <i>Ostroumova I.N.</i> PHYSIOLOGICAL ASPECTS OF FEEDING THE EARLY FRY OF WHITEFISH IN AQUACULTURE	304
58. <i>Selyukov A.G., Shuman L.A., Efremova E.V., Bepomestnykh G.N.</i> APPLICATION OF THE RECIRCULATION SYSTEM FOR FORMATION OF WHITEFISH BROOD STOCK (TUGUN AS AN EXAMPLE).....	305
59. <i>Semenchenko S.M.</i> IMPLEMENTATION OF ECOLOGICAL METHOD FOR WHITEFISH SAMPLING	305
60. <i>Sergienko L.L.</i> THE CONTRIBUTION OF TOBOLSK LABORATORY TO FISH CULTURE DEVELOPMENT IN TYUMEN REGION	305
61. <i>Silivrov S.P., Tsurikhin E.A.</i> COREGONID FISH AS AN OBJECT OF AMATEUR FISHING IN THE URAL	306
62. <i>Slinkin N.P.</i> EFFECTIVE WAY OF CULTIVATION, CATCHING AND WINTERINS OF FISH IN SUFFOCATIVE LAKES	306
63. <i>Smeshlivaya N.V., Semenchenko S.M.</i> INTERRELATION OF EGGS DIAMETER AND DIMENSION OF OB-IRTYSH WHITEFISH FEMALES.....	306
64. <i>Smeshlivaya N.V., Semenchenko S.M.</i> DEPENDENCE OF BLASTODISK DIVISION OF COREGONUS LAVARETUS PIDSCHIAN, C. MUKSUN AND C. TUGUN EMBRYOS ON THE TEMPERATURE.....	307
65. <i>Tchernyaev Zh.A.</i> MAIN PRINCIPLES OF SUCCESSFUL REALIZATION OF INCUBATION OF WHITEFISH EGGS AT THE FISH-HATCHERY FARM (ON AN EXAMPLE OF EXPERIENCE OF BOLSHERECHENSKIY FISH-BREEDING FARM)	307
66. <i>Shumilina A.K.</i> THE BIOCHEMICAL COMPOSITION OF WHITEFISH EGGS REARED IN INDUSTRIAL CONDITIONS	307

БИОЛОГИЯ, БИОТЕХНИКА РАЗВЕДЕНИЯ И СОСТОЯНИЕ ЗАПАСОВ СИГОВЫХ РЫБ

**Седьмое международное научно-производственное совещание
(Тюмень, 16-18 февраля 2010 года)**

Материалы совещания

**Под общей редакцией
доктора биологических наук А. И. Литвиненко,
доктора биологических наук Ю. С. Решетникова**

**Редактор издательства В. М. Татосов
Художественный редактор И. В. Крохалевский
Компьютерный набор и верстка Н. В. Смешливая**

**Подписано в печать 01.02.2010. Формат 60х90/8
Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс»
Усл. печ. л. 39,75. Тираж 300 экз.**

**ФГУП Государственный научно-производственный
центр рыбного хозяйства
625023, г. Тюмень, ул. Одесская, 33**