

На правах рукописи



**АФАНАСЬЕВ**  
Сергей Геннадьевич

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВОСПРОИЗВОДСТВА  
БАЙКАЛЬСКОГО ОСЕТРА  
(*ACIPENSER BAERI BAIKALENSIS* A. NIKOLSKI)**

03.00.16. - экология

**АВТОРЕФЕРАТ**  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

Иркутск - 2006

Работа выполнена в ФГУП «Восточно-Сибирский научно-производственный центр рыбного хозяйства», г. Улан-Удэ

Научный руководитель:

кандидат биологических наук, доцент  
**Матвеев Аркадий Николаевич**

Официальные оппоненты:

доктор биологических наук, с.н.с.  
**Смирнов Василий Васильевич**  
кандидат биологических наук, с.н.с.  
**Мельник Наталья Григорьевна**

Ведущая организация: Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, г. Улан-Удэ

Защита состоится « 6 » марта 2006 г. в 13 час. на заседании диссертационного совета Д 212.074.07 в Иркутском государственном университете по адресу: 664033, г. Иркутск, ул. Сухэ-Батора, 5, Байкальский музей им. проф. М.М. Кожова (ауд. 219)

Почтовый адрес: 664003, г. Иркутск, ул. Сухэ-Батора, 5, биолого-почвенный факультет ИГУ. Факс (3952) 241855, e-mail: [dekanat@bio.isu.ru](mailto:dekanat@bio.isu.ru)

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Иркутского государственного университета

Автореферат разослан «25» января 2006 г.

Ученый секретарь диссертационного совета  
кандидат биологических наук



Е.С. Купчинская

2006 А  
1948

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность проблемы.** Осетровые – одни из древнейших представителей позвоночных животных. Они отлично приспособились к различным экологическим условиям, обитают в пресных и соленых водах, создавая локальные группы, сезонные расы, субпопуляции и популяции. В процессе эволюции осетровые приобрели ряд прогрессивных черт строения, дающих им существенные преимущества перед современными костистыми рыбами. Никакие другие группы рыб не подвергались столь длительной и интенсивной эксплуатации в силу высоких потребительских качеств, как осетровые.

Численность байкальского осетра во второй половине XIX века обеспечивала стабильные ежегодные уловы на уровне 200–300 т. Однако нерациональный промысел в начале XX века, базировавшийся на вылове производителей осетра во время нерестовой миграции, и повсеместное хищническое истребление молоди привели к резкому сокращению численности. Суммарный вылов осетра по двум основным районам его промысла (Баргузинскому и Верхнеудинскому (Селенгинскому)) в 1924 г. составил всего 3,87 т (Егоров, 1961). Запрет промысла байкальского осетра с 1930 по 1935 гг. не дал положительных результатов. В 1945 г. запрет был возобновлен и действует по настоящее время. В течение последующих 30–35 лет после возобновления запрета увеличения численности осетра не произошло. В 1985–1988 годах его численность на Селенгинском мелководье оценивалась в 10–18 тыс. экз., в Баргузинском заливе – в 3–4 тыс. экз. В 1986–1988 гг. в р. Селенгу заходило всего 70–140 производителей (Г.А. Афанасьев, 1997). В связи с крайне низкой общей численностью байкальский осетр был занесен в Красные книги России (1987), Республики Бурятия (1988) и отнесен к редким исчезающим видам.

В сложившейся ситуации очевидно, что для поддержания и увеличения численности байкальского осетра в естественных условиях необходима разработка и реализация мероприятий, направленных на увеличение воспроизводства.

**Цель работы:** исследовать экологические особенности байкальского осетра в современный период и разработать рекомендации по улучшению его искусственного воспроизводства для сохранения и увеличения численности в бассейне оз. Байкал.

Для достижения цели были определены следующие **задачи:**

1. Оценить условия обитания и распределение байкальского осетра в Селенгинском рыбопромысловом районе Байкала.
2. Изучить особенности питания и роста осетра на Селенгинском мелководье, в дельте р. Селенги и в заливе Провал.
3. Провести сравнительный анализ линейно-весового роста молоди,



полученной от производителей, выращенных в условиях тепловодного хозяйства и в естественных условиях.

4. Усовершенствовать биотехнологию получения икры и подращивания молоди байкальского осетра в условиях рыбоводного завода и тепловодного осетрового хозяйства индустриального типа.

**Научная новизна.** Впервые приводятся данные о распространении осетра в современный период, особенностях его биологии, питания молоди в естественной среде обитания. Получены данные о состоянии кормовой базы байкальского осетра на нижних участках р. Селенги, Селенгинском мелководье и в заливе Провал.

Разработаны рекомендации по искусственному разведению байкальского осетра и подращиванию его молоди до жизнестойких стадий, рассчитаны рационы кормления молоди осетра в зависимости от вида кормов и температуры выращивания. Установлена оптимальная плотность посадки молоди байкальского осетра при бассейновом способе подращивания в условиях Селенгинского экспериментального рыбоводного завода (СЭРЗ).

Разработана схема восстановления естественного воспроизводства за счет выпуска подрощенной молоди, получаемой в условиях тепловодного хозяйства индустриального типа от специально созданного маточного стада, а также предложены меры охраны мест преимущественного обитания осетра на Селенгинском мелководье оз. Байкал.

**Практическая значимость.** Результаты исследований используются в производственном цикле по воспроизводству байкальского осетра на СЭРЗ и осетровом тепловодном хозяйстве г. Гусиноозерск (ГОРХ). Молодь, полученная с использованием разработанной биотехнологии, выпускается в естественный водоем (р. Селенга, оз. Байкал) и служит весомым пополнением общей численности осетра в оз. Байкал.

Работа выполнена в рамках НИР ФГУП «Востсибрыбцентр» («Внедрение бионормативов по формированию маточного стада байкальского осетра на теплых водах Гусиноозерской ГРЭС», 1999; «Разработать материалы к проекту федеральной целевой программы по сохранению и устойчивому использованию осетровых видов в Восточной Сибири (Бурятия, Иркутская и Читинская обл.)», 2000; «Разработать мероприятия по восстановлению численности байкальского осетра в условиях стабилизации его искусственного воспроизводства», 2001; «Разработать методику разведения байкальского осетра в озере Байкал», 2003; «Мониторинг естественного и искусственного воспроизводства популяции ценных видов рыб оз. Байкал», 2004), частично поддержана проектом ГЭФ «Местные инициативы» («Спасти царь - рыбу Байкала») № УО0023 - Т1 в 2001 г.

**Апробация работы.** Основные положения диссертации обсуждались на региональных конференциях «Природные ресурсы Забайкалья и проблемы природопользования» (Чита, 2001); «Наука и преподавание дисциплин естественного цикла в образовательных учреждениях» (Улан-Удэ, 2002); «Проблемы искусственного воспроизводства рыбных запасов в бассейне оз.

Байкал» (Улан-Удэ, 2003); международных научно-практических конференциях: «Осетровые на рубеже 21 века» (Астрахань, 2000); «Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития» (Астрахань, 2001, 2004); «Бассейны крупных рек» (Тольятти, 2003); «Селенга - река без границ» (Улан-Удэ, 2002); «Научные основы сохранения водосборных бассейнов: междисциплинарные подходы к управлению природными ресурсами» (Улан-Удэ, 2004); выездном заседании НКС МИК по осетровым рыбам (Краснодар, 2001).

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано 13 научных работ.

**Структура и объем работы.** Диссертация состоит из введения, 5 глав, выводов, списка литературы и приложений. Работа изложена на 166 страницах машинописного текста, содержит 43 таблицы и 30 рисунков. Список литературы включает 179 отечественных и 7 иностранных источников.

Автор выражает глубокую признательность и приносит искреннюю благодарность за предоставленные многолетние материалы, помощь в проведении работ основоположникам искусственного разведения байкальского осетра в Республике Бурятия Г.А. Афанасьеву и В.Г. Афанасьевой. Автор также выражает благодарность научному руководителю А.Н. Матвееву за многостороннюю помощь при подготовке диссертационной работы; В.А. Заделену и В.Г. Сви́рскому - за консультационную помощь при написании работы.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Сбор материала по экологии байкальского осетра осуществлялся в 1999-2004 гг. на Селенгинском мелководье оз. Байкал, в заливе Провал и на нижних участках (дельта, авандельта) р. Селенги. Кроме того, в работе использованы многолетние фондовые материалы ФГУП «Востсибрыбцентр» по биологии осетра в естественной среде обитания за 1972-1990 и 1997 гг.

Отлов осетра на Селенгинском мелководье проводили донными ставными сетями общей длиной 400 м, с размером ячеи 20-200 мм. В р. Селенге использовались плавные сети с ячеей 14, 30, 36 и 40 мм общей длиной 65-70 м. Особенности миграций разновозрастного осетра в период летнего нагула исследовали путем его мечения (Рикер, 1979). Объем собранного и обработанного материала представлен в табл. 1.

Для характеристики кормовой базы осетра отбирались пробы зообентоса в основных местах его обитания в оз. Байкал и в р. Селенге на всем протяжении ската искусственно выращенной молоди. Отбор проб осуществлялся дночерпателем Петерсена (площадь захвата 0,025 м<sup>2</sup>) и бентометром Леванидова (площадь захвата 0,0625 м<sup>2</sup>). Определение организмов из рациона осетра и проб зообентоса проводили по определителям (Кожов, 1936; Базикалова, 1945; Тахтеев, 2000; Тимошкин и др., 2001 и др.) при консультационной помощи специалистов Иркутского государственного университета и Лимнологического института СО РАН.

Таблица 1

## Объем собранного материала и проведенных исследований

Вид анализа или исследований	Ед. измр.	N
Температура воды	проб	960
Концентрация кислорода	проб	960
Биологический анализ осетра (в природе)	шт.	143
Численность и биомасса зообентоса	проб	78
Плодовитость самок осетра, из них: выращенных в искусственных условиях выловленных в р. Селенге		187
	шт.	124
		63
Оплодотворяемость икры (количество самок)	шт.	138
Подсчет количества микропиллярных каналов икры	шт.	1060
Эмбриональное развитие	шт.	8482
Этапы развития предличинок	шт.	710
Линейно-весовые промеры личинок и молоди	шт.	3102
Получено икры / подрошенной молоди	млн. шт.	11,7/4,9
Просмотрено молоди на аномалии обонятельного органа (АОО)	шт.	3100

В лабораторных условиях обработка ихтиологического материала проведена по общепринятым методикам (Правдин, 1966). Возраст определялся согласно методике Н.И. Чуговой (1959) применительно для сибирского осетра (Соколов, Акимов, 1976). Материалы по питанию байкальского осетра обработаны по общепринятым методикам (Методическое..., 1974).

Рыбоводные работы проводились на базе СЭРЗ и ГОРХ в 1999-2004 гг. по общепринятым в осетроводстве методикам (Гинзбург, 1963; Мильштейн, 1980; Детлаф и др., 1981; Бурцев, 1984; Подушка, 1996 и др.).

Производителей природной популяции («диких») отлавливали на нижних (20-30 км от устья) и средних (200-250 км от устья) участках течения р. Селенги. Для гормональной стимуляции применялся ацетонированный гипофиз осетровых рыб (для самок - 2,1-3,2 мг/кг массы тела, для самцов - 1,4-4,3 мг/кг) и синтетический препарат - сурфагон (1,0-1,5 мкг/кг массы тела). Сбор икры производился прижизненно путем надреза яйцеводов (Подушка, 1986). Состояние зрелости гонад определяли экспресс-методом (Казанский и др., 1978) и уточняли гистологическим методом (Роскин, Левинсон, 1957).

Эмбриональное развития икры описывали по Т.А. Детлаф и соавт. (1981). Температура воды и концентрация растворенного кислорода в период эмбриогенеза и подращивания молоди измерялась термооксиметром КИТ-1. Массу икринок определяли на торсионных весах ВТВ-500 с погрешностью 0,001 г. Массу молоди в процессе роста определяли путем отбора рыб из опытных бассейнов и взвешивания каждого экземпляра на торсионных весах один раз в пять суток. Выдерживание личинок и подращивание молоди осетра проводили в бассейнах ИЦА-2, площадью 4м<sup>2</sup>. Рационы молоди рассчитывались

по методике Г.Л. Мельничука (1978, 1980). Доля пищи, усваиваемой в процессе пищеварения, определялась по таблицам, разработанным Г.Г. Винбергом (1956). Для количественной оценки эффективности использования пищи использовали коэффициенты  $K_1$ ,  $K_2$  (Винберг, 1956; Методы..., 1968; Мельничук, 1978). При подращивании молоди использовались декапсулированные яйца и рачки артемии и искусственный комбикорм Aller Crystal производства Дании.

На ГОРХ г. Гусиноозерска проведены работы по формированию маточного стада байкальского осетра. Производители и ремонтные экземпляры размещены в 60 делевых садках, установленных на понтонах в сбросном канале ГРЭС. На сентябрь 2005 г. маточное стадо байкальского осетра состояло из 109 производителей (47 самок и 62 самца) в возрасте 9-15 лет. Ремонтная группа (1-8 лет) составила 3504 экз. С 1999 по 2004 гг. на ГОРХ получено от самок собственного маточного стада икры 7,144 млн шт., однодневной личинки 3,977 млн.шт., подращенной молоди (0,6-4,0 г) - 2,676 млн.шт.

Статистическую обработку данных проводили с использованием стандартных методов (Плохинский, 1979) и пакета программ Microsoft Office 2000 и Statistica 6.0.

## **ГЛАВА 2. УСЛОВИЯ ОБИТАНИЯ ОСЕТРА В РЕКЕ СЕЛЕНГЕ, НА СЕЛЕНГИНСКОМ МЕЛКОВОДЬЕ И В ЗАЛИВЕ ПРОВАЛ**

### **2.1. Физико-географическая характеристика района исследований**

В разделе приводится краткая характеристика рельефа, описываются гидрохимические и климатические условия основных мест обитания байкальского осетра. Раннее прогревание водных масс на Селенгинском мелководье и в заливе Провал и распространение их в глубину вдоль берегового склона определяют наивысшую продуктивность этих участков озера.

### **2.2. Кормовая база байкальского осетра в р. Селенге, на Селенгинском мелководье и в заливе Провал**

Основу структуры зообентоса дельты р. Селенги составляют три группы организмов – олигохеты, хирономиды и амфиподы. Наибольшие значения численности и биомассы отмечаются в местах с замедленным течением, где происходит осаждение переносимого потоком материала и накопление илов: на поперечном профиле – в зоне наименьших глубин, по продольному профилю – от с. Мурзино к устью, а также в озерной системе дельты. В районе с. Мурзино (20 км от устья) биомасса зообентоса составила 1,16 г/м<sup>2</sup>, в районе впадения основного русла р. Селенги (протока Харауз) – 34,31 г/м<sup>2</sup>.

Зообентос Селенгинского мелководья представлен в основном

олигохетами, моллюсками и амфиподами. Следует отметить, что количественные и качественные показатели развития зообентоса находятся в прямой зависимости от типа грунтов. Так, на песчаном грунте, занимающем около 42% общей площади мелководья (глубины 0-2 м) биомассу определяют амфиподы (1,67 г/м<sup>2</sup>) и олигохеты (0,97 г/м<sup>2</sup>). Общая биомасса зообентоса на песчаных грунтах низка – 2,91 г/м<sup>2</sup>.

Заиленные пески, занимающие 46% от площади мелководья (глубины 1–10 м), характеризуются более разнообразным видовым составом зообентоса. Здесь биомассу и численность определяют олигохеты, амфиподы, моллюски и хирономиды. Основную долю биомассы зообентоса составляют моллюски семейства Sphaeriidae (6,88 г/м<sup>2</sup>) и олигохеты (5,72 г/м<sup>2</sup>). Биомасса зообентоса на заиленных песках в среднем составила 32,13 г/м<sup>2</sup>.

Наиболее продуктивными являются чистые илы. Этот тип грунта расположен против основной протоки р. Селенги – Харауза (на глубинах 5–10 м) и мыса Облом (глубина 10 м) и составляет 12% площади мелководья. Максимальная биомасса зообентоса до 123 г/м<sup>2</sup> отмечена в районе впадения основного русла р. Селенги (глубина 5–10 м).

В заливе Провал самой многочисленной группой являются амфиподы. Общая биомасса организмов зообентоса на заиленных песках здесь составила 34,11 г/м<sup>2</sup>, на чистых илах – 39,7 г/м<sup>2</sup>.

## **ГЛАВА 3. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ БАЙКАЛЬСКОГО ОСЕТРА**

### **3.1. Распространение и миграции**

Основные места обитания байкальского осетра приурочены к главным притокам оз. Байкал. В современный период наибольшее количество осетра отмечается в придельтовом пространстве р. Селенги, на Селенгинском мелководье, в заливе Провал. Гораздо реже, по сравнению с 30–40-ми годами прошлого столетия, осетр встречается в Баргузинском и Чивыркуйском заливах и в р. Баргузин. В р. В. Ангаре и в низовьях р. Кичеры осетр отмечается единично. Вдоль восточного берега к северу от дельты р. Селенги осетр почти постоянно обитает против мыса Облом и с. Сухая. По опросам местных жителей осетр в качестве прилова в омулевых сетях встречается в летний период в районе губы Таланки, около устьев рр. Кики и Турки, в губе Горячинской.

В основных местах обитания на Селенгинском мелководье и в заливе Провал устойчивые скопления осетра наблюдаются в наиболее продуктивных биотопах (заиленный песок и ил). Осваивая эти участки, разновозрастный осетр явно предпочитает свободные от высшей водной растительности открытые пространства. По результатам мечения и учета АОО установлено, что в период нагула осетр не совершает продолжительных миграций, обитая в местах с высокими показателями развития зообентоса.

Нерестовая миграция осетра в р. Селенгу начинается еще в апреле, когда температура воды в реке составляет 3–5<sup>0</sup>С. Постепенно с повышением



температуры до 10–12° С количество заходящих производителей увеличивается, достигая своего максимума в конце мая – 1-2 декадах июня, когда вода прогревается до 14–15° С.

### 3.2. Рост и плодовитость байкальского осетра в естественных условиях

Наиболее интенсивный линейный рост байкальского осетра в естественной среде обитания наблюдается в первые годы жизни, затем он постепенно замедляется, но не прекращается и в позднем возрасте, хотя приросты становятся очень низкими. Как линейные, так и весовые приросты характеризуются довольно резкими индивидуальными различиями, но в целом рост вполне закономерен. Если в первые годы масса рыб увеличивается постепенно, соответственно их довольно быстрому росту в длину, то позднее, несмотря на падение линейного роста, прибавление в весе с каждым годом непрерывно увеличивается (рис.1). Различия в темпе линейно-весового роста осетра в современный период, по сравнению с аналогичными показателями за 30–50-е годы (Егоров, 1961), не существенны. Максимальный прирост длины отмечается в период до достижения осетром половозрелого возраста (1–17 лет) и составляет 60±13 мм/год, прирост массы - в половозрелом возрасте (17-30 лет) и составляет 1361±396 г/год.

Линейный рост байкальского осетра по данным 1972–1988 (Г.А.Афанасьев, 1997) и 1999–2004 гг. выражается уравнением:

$$Y = bx \pm a, \text{ где } a=209,89, b = 66,43, x - \text{возраст}$$

Анализ данных за 1972-2004 гг. показал, что самцы созревают в возрасте 13-15 лет, самки в 18-25 лет.

Коэффициенты половой зрелости у всех проанализированных самок осетра находились в пределах 1,0 - 33,52; а у самцов 0,88-5,48.

Абсолютная индивидуальная плодовитость (АИП) байкальского осетра изменяется в довольно широких пределах (182-740 тыс. шт.) Наблюдается относительно высокая корреляционная связь между АИП и возрастом ( $r = 0,71$ ), АИП и массой тела ( $r=0,83$ ) (рис. 2). Относительная индивидуальная плодовитость (ОИП) байкальского осетра в среднем составляет 16,7 тыс.шт./кг. Максимальные темпы ее увеличения характерны для возрастного периода 20–30 лет, у самок более старших возрастных групп ОИП с возрастом почти не изменяется. Обнаружена слабая положительная связь ОИП с возрастом самок ( $r=0,21$ ). Самое низкое значение ОИП из представленной выборки было отмечено у осетра в возрасте 26 лет (9,39 тыс.шт./кг), максимальное значение (32,4 тыс.шт./кг) - у самки в возрасте 30 лет. По сравнению с 30 – 50-ми гг. (Егоров, 1961) показатели плодовитости байкальского осетра не претерпели существенных изменений.

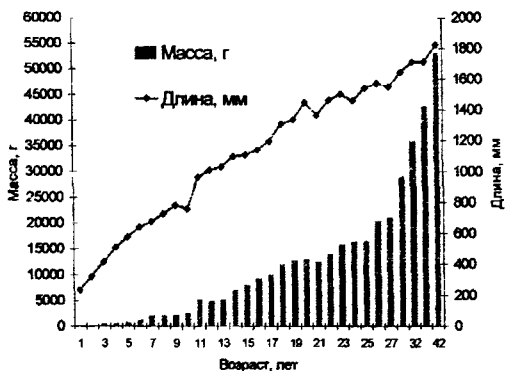


Рис. 1. Линейно-весовой рост байкальского осетра

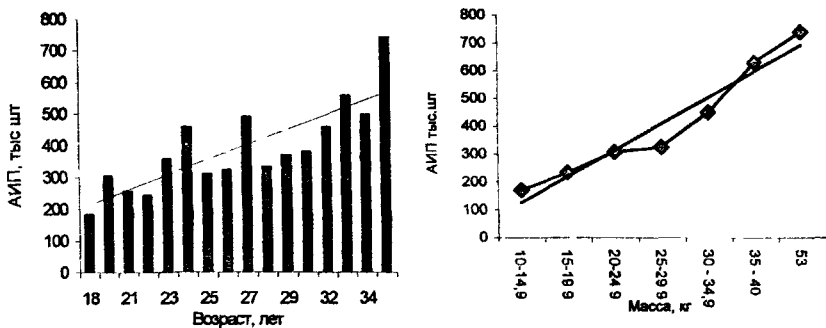


Рис. 2. Зависимость ЛИП байкальского осетра от возраста ( $y = 19,98 \times x - 163,9$ ) и массы тела ( $y = 14,69 \times x - 10,8$ )

### 3.3. Питание байкальского осетра в р. Селенге, на Селенгинском мелководье и в заливе Провал

Основу питания молоди осетра в р. Селенге составляют личинки амфиботических насекомых – поденок, стрекоз, ручейников, хирономид и других двукрылых, среди которых доминируют личинки поденок, составляющие в мае – июле – 41,4% его рациона, а в сентябре – октябре – 57,7%. По мере роста осетра в его питании увеличивается доля рыбной пищи (молодь карповых рыб, песчаная широколобка). Интенсивность питания молоди осетра во время нагула в р. Селенге достаточно высока, средние индексы наполнения желудка в мае-июле составляют  $241,0^{0/000}$ , в сентябре –  $198,5^{0/000}$ .

В районе впадения основного русла р. Селенги (пр. Харауз) ведущая роль в питании также принадлежит личинкам амфиботических насекомых (45,6% по массе). На других участках Селенгинского мелководья и в заливе Провал в питании осетра существенную роль играют амфиподы (13,1–79,5% по массе) и хирономиды (0,5–41,0% по массе). Среди амфипод на Селенгинском мелководье доминировали виды родов *Crypturopus* и *Micruropus*, а в заливе Провал родов *Micruropus* и *Asprogammarus*, типичные обитатели илистых и песчано-илистых грунтов. Интенсивность питания в Байкале в среднем в 2 раза ниже, чем в р. Селенге и составляет от 32,0 до 97,0<sup>0</sup>/<sub>1000</sub> (Афанасьев, Матвеев, 2005).

#### ГЛАВА 4. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИСКУССТВЕННОГО РАЗВЕДЕНИЯ БАЙКАЛЬСКОГО ОСЕТРА

Антропогенное воздействие привело к резкому сокращению запасов и снижению естественного воспроизводства осетровых рыб практически во всех «осетровых» бассейнах России. Основным способом сохранения осетровых признано искусственное воспроизводство (Крохоловский, 1996; Мамонтов, 1996; Афанасьев, 1997; Багров, Виноградов, 1998; Заделенов, 1999 и др.).

Поскольку осетровые - это, как правило, длинноцикловые поздносозревающие виды, крайне важным является вопрос об ускорении сроков выращивания рыб до половой зрелости. В связи с этим Востсибрыбцентром была разработана технология ускоренного формирования его маточного стада в условиях рыбоводного хозяйства индустриального типа (ГОРХ) (Афанасьев, Афанасьева, 2001). Установлено, что повышение суммы температур до 4000–4500 градусо-дней при содержании ремонтно-маточного стада в течение календарного года с зимовкой в течение 5 месяцев при температуре 5–7<sup>0</sup> С позволяет ускорить рост и созревание самок байкальского осетра в 2–2,5 раза по сравнению с естественными условиями. Проведенный гистологический анализ гонад разновозрастного осетра не выявил серьезных нарушений в воспроизводительной системе. Возраст наступления половой зрелости байкальского осетра при выращивании в условиях ГОРХ составил для самцов 8 лет, для самок 9 лет, межнерестовые интервалы для самок составили 2 года, для самцов 1 год.

В 1972–1999 гг. производителей байкальского осетра стимулировали осетровым гипофизом. В настоящее время (1999–2005 гг.) применяется синтетический гонадотропный препарат сурфагон. Основным критерием готовности самок к инъектированию является коэффициент поляризации (Кп). Установлено, что при Кп в диапазоне 0,02–0,10 наблюдалась овуляция икры у большинства самок (свыше 95%). При Кп, превышающем 0,13–0,14, реакция на вводимый препарат отсутствовала.

Самки байкальского осетра созревают через 23 - 34 ч после инъекции гонадотропными препаратами в температурном диапазоне от 13 до 240 С. Зависимость продолжительности созревания от температуры имеет достоверную обратную связь: для «диких» самок, выловленных в р. Селенге, коэффициент корреляции  $r$  составил  $-0,636$ , для культивированных на теплых водах -  $-0,854$ . Эта связь выражается линейным уравнением:  $Y=29,212 - (0,409) \times X$ , где  $Y$  – период созревания (час.),  $X$  – среднее значение температуры воды за период выдерживания.

Плодовитость байкальского осетра, культивируемого на теплых водах, изменялась в пределах 34,4–177 тыс. шт. Минимальное значение рабочей плодовитости (РП) отмечено у самки массой 3 кг (34,4 тыс. шт.), максимальное - у самки 11 кг (177 тыс.шт.). Прослеживается довольно сильная корреляционная связь между РП и массой самок ( $r=0,658$ ). Относительная рабочая плодовитость (ОРП) изменялась от 2,2 до 17,1 тыс.шт./кг.

За время проведения работ на ГОРХ и СЭРЗ установлено, что доля оплодотворения икры байкальского осетра колеблется от 15 до 98%. В среднем для самок, выращенных на тепловодном хозяйстве, оплодотворяемость составляет 65%, для «диких» – 80%. У «диких» осетров количество икринок находилось в пределах 49–79 шт./г, при среднем значении  $62,2 \pm 1,4$  шт. ( $Cv = 13,5$ ), у «культивируемых» - 50–107 шт./г, при среднем значении  $68,6 \pm 1,5$  шт. ( $Cv = 15,8$ ). Полученная разность ( $td$ ) оказалась достоверной (при  $P_{0,95}$ ).

Основной отход в период инкубации икры байкальского осетра складывается из неоплодотворенных, активированных или не активированных, давленных и полиспермных яиц. Гибель нормальных оплодотворенных яиц за период инкубации (2000–2003 гг.) в условиях СЭРЗ в среднем составила для икры от культивируемых самок 6,1%, от «диких» самок – 5,3%.

Эмбриональное развитие икры. Продолжительность эмбрионального развития байкальского осетра от осеменения до завершения вылупления при средней температуре  $14,4^{\circ}C$  составляет десять суток, при средней температуре  $16,2^{\circ}C$  – семь суток. Продолжительность эмбриогенеза, выраженная в температурно-временных единицах, изменялась в пределах 114–144 градусо-дней.

Сравнительная характеристика продолжительности эмбрионального развития байкальского и русского осетра, выраженная в безразмерных единицах ( $\tau_0$ ), показана в табл. 2. Под  $\tau_0$  подразумевается отношение продолжительности того или иного периода эмбриогенеза к периоду прохождения одного митоза, который соответствует промежутку времени между первым появлением на поверхности яйца в анимальной области борозд первого и второго (или второго и третьего) делений дробления (Детлаф, Зуйченко, 1963). В нашем случае это промежуток времени между первым и вторым делением дробления. Очевидно, что время наступления ключевых стадий эмбриогенеза русского и байкальского осетров, выраженное в величине  $\tau_0$ , практически не отличается.

Таблица 2

Время наступления ключевых стадий эмбриогенеза байкальского и русского осетра ( $\tau_0$ )

Стадия эмбриогенеза	Развитие байкальского осетра		Развитие русского осетра (Детлаф и др., 1981)	
	Время от осеменения		Время от осеменения	
	Часы и минуты при 16,2 °С	$\tau_0$	Часы и минуты при 18 °С	$\tau_0$
13	22.20	19,2	16.15	19,5
18	44.10	37,9	31.40	38,0
23	50.20	43,1	37.30	45,0
26	68.50	59,0	50.00	60,0
29	82.30	70,8	60.00	72,0
32	106.20	91,2	78.00	93,5
35	136.30	123,0	104-106.40	125-128

Вариабельность размеров предличинок. Вылупившиеся предличинки байкальского осетра по линейно-весовым характеристикам неоднородны. Предличинки от культивируемых самок имели большую длину тела, чем «дикие», тогда как их масса достоверно не различалась. В то же время коэффициент упитанности по Фультону достоверно был выше у «диких» предличинок ( $1,1 \pm 0,01$  против  $0,96 \pm 0,02$  у «культивируемых») (табл. 3).

Таблица 3

Линейно-весовые показатели и упитанность предличинок осетра в период массового вылупления

Анализируемая группа предличинок	Длина, мм						
	M	$\pm m$	Lim	$\sigma$	Mo	CV	n
Культивируемая	11,63	0,05	10,0-13,0	0,52	12,0	4,5	360
«Дикая»	11,08	0,04	9,7-12,2	0,46	11,0	4,1	360
Критерий достоверности Стьюдента (td) = 8,6							
	Масса, мг						
	M	$\pm m$	Lim	$\sigma$	Mo	CV	n
Культивируемая	15,23	0,09	12-18	1,14	15	7,5	360
«Дикая»	14,97	0,11	13-18	1,21	15	8,1	360
Критерий достоверности Стьюдента (td) = 1,83							
	Упитанность по Фультону						
	M	$\pm m$	Lim	$\sigma$	Mo	CV	n
Культивируемая	1,0	0,02	0,6-1,6	0,18	0,93	20	360
«Дикая»	1,1	0,01	0,8-1,5	0,13	1,19	12	360
Критерий достоверности Стьюдента (td) = 5,6							

- подчеркнутые цифры означают, что различия достоверны при  $P_{0,95}$

Жизнеспособность предличинки во многом определяется состоянием желточного мешка. Наиболее часто для морфологической характеристики мешка используют отношение его высоты к длине (h/l). Установлено, что для русского осетра это отношение составляет в норме 0,55–0,69. Для деформированного (грушевидного или удлинненно-овального) мешка данное отклонение уменьшается до 0,29–0,44 (Беляева, 1983).

Поскольку в литературе нет соответствующих данных для байкальского осетра, за нормальное строение желточного мешка нами принято значение этого признака у предличинок полученных от «диких» производителей. У культивированных предличинок высота и длина мешка были достоверно больше, тогда как их отношение не различалось, что, вероятно, говорит о нормальных пропорциях желточного мешка у «культивируемых» предличинок.

Личинки различного происхождения на этапе активного питания характеризуются большей изменчивостью размеров тела. Различия направлены в сторону увеличения показателей длины и массы у «диких» личинок по сравнению с «культивируемыми». Упитанность же на этом этапе развития достоверно не различалась (табл. 4).

Таблица 4

Линейно-весовые показатели и упитанность личинок байкальского осетра в начале активного питания

Анализируемая группа личинок	Длина, мм						
	M	± m	Lim	σ	Mo	CV, %	n
Культивируемая	17,9	0,07	15,0 – 20,1	0,90	17	5,3	470
«Дикая»	19,0	0,06	16,8 – 20,5	0,92	19	4,8	478
Критерий достоверности Стьюдента (td) = 11,9							
	Масса, мг						
	M	± m	Lim	σ	Mo	CV, %	n
Культивируемая	28,3	0,41	23-33	2,43	26	8,9	470
«Дикая»	33,3	0,19	27-37	2,51	33	7,5	478
Критерий достоверности Стьюдента (td) = 11,1							
	Упитанность по Фультону						
	M	± m	Lim	σ	Mo	CV, %	n
Культивируемая	0,49	0,01	0,33-0,76	0,08	0,59	16,3	470
«Дикая»	0,48	0,01	0,33-0,77	0,06	0,45	12,5	478
Критерий достоверности Стьюдента (td) = 0,9							

Подращивание личинок и молоди. Средний показатель удельной скорости роста (Cw) за весь период выращивания (40 суток) при плотности посадки 9 тыс. экз./4 м<sup>2</sup> для «культивируемой» молоди составил 0,072, для «дикой»-0,097. При плотности посадки 6-7 тыс. экз./4 м<sup>2</sup> различия становятся отчетливее,

особенно при сравнении массы тела. При этом  $C_w$  для «культивированной» молоди при плотности посадки 7 тыс.экз./4 м<sup>2</sup> составила 0,079 для «дикой» 0,104, при плотности посадки 6 тыс.экз./4 м<sup>2</sup> 0,080 и 0,11 соответственно.

Таким образом, к моменту перехода на экзогенное питание различия в размерах становятся очевидней, личинки «дикого» происхождения, имея большие размеры, лучше приспособлены к заглатыванию пищевых объектов более широкого спектра. При плотности посадки 6 тыс. экз./4 м<sup>2</sup>, когда условия питания улучшаются, потенциал роста молоди «дикого» происхождения реализуется в большей мере.

Для определения оптимальной плотности посадки, при которой за короткий период выращивания возможно получение навески молоди выше нормативной (0,5 г), личинок от одной самки рассаживали в бассейны по 1,0, 1,5, 2,0 тыс.экз./м<sup>2</sup>, т.е. по 4, 6, 8 тыс. экз./4м<sup>2</sup>. Суточная норма кормления сухими гранулированными кормами колебалась от 2,5 до 25%. Дозу корма корректировали в зависимости от температуры воды и массы рыб. Наибольшие показатели потребления пищи (усвояемость корма принята за 80%) наблюдались у личинок осетра в период кормления артемией: 18,7–31,3%, наименьший суточный рацион отмечен у молоди на 42-й день выращивания в бассейнах с плотностью посадки 2 тыс.экз./м<sup>2</sup>. В других бассейнах с меньшей плотностью (1,0–1,5 тыс.экз./м<sup>2</sup>) при температуре воды 18,6° С интенсивность потребления пищи была более высокой, рационы составляли 10,5–24,4% от массы тела, коэффициент использования пищи на рост ( $K_1$ ) у 30-дневной молоди достигал 66–71%. В среднем за сезон рацион осетра с плотностью посадки 1 тыс. экз./м<sup>2</sup> составлял 11,7 % от массы, 1,5 тыс.экз./м<sup>2</sup> – 12,3 % , 2 тыс. экз./м<sup>2</sup> – 10,6 %.

Дозированное внесение корма позволяет уменьшить коэффициент оплаты корма. Кормовой коэффициент составил 1,09. В среднем, масса молоди за 42 дня выращивания в экспериментальных бассейнах равнялась 1,1–2,0 г.

Наблюдавшиеся в последние годы (2000–2004 гг.) случаи поимки разновозрастной молоди с АОО являются подтверждением положительной роли искусственного воспроизводства байкальского осетра в пополнении его запасов в оз. Байкал.

## **ГЛАВА 5. МЕРЫ ПО ОХРАНЕ И ВОССТАНОВЛЕНИЮ ЧИСЛЕННОСТИ БАЙКАЛЬСКОГО ОСЕТРА**

Создание особо охраняемых водных объектов регионального значения предусматривает выделение акваторий, предназначенных для сохранения и восстановления одного или нескольких видов гидробионтов или гидробиоценозов. Главный принцип создания подобных территорий – наличие основных нерестилищ, мест зимовки и нагула одного или нескольких видов рыб. Данная акватория должна обеспечивать высокий уровень воспроизводства в пределах ареала. Основной критерий оценки создания особо охраняемых водных объектов – увеличение или стабилизация запасов рыб.

В современный период в местах нагула осетра осуществляется промысловый лов байкальского омуля с использованием сетей, ставных и закидных неводов, что приводит к значительному прилову молоди осетра. Имеющиеся литературные данные (Г.А. Афанасьев, 1997) и проведенные нами наблюдения свидетельствуют о значительном омоложении осетра в приловах сетями и ставными неводами при промысле омуля.

Для уменьшения негативного воздействия промысла байкальского омуля необходим перенос его в более глубокие участки Селенгинского мелководья за изобаты 20–30 м с присвоением охранного статуса участкам мелководья, прилегающим к Истоминскому сору - протоке Харауз и протоке Среднеустье.

В системе мероприятий по сохранению осетровых в России одно из важных мест отводится созданию и формированию их маточных стад на базе рыбоводных хозяйств. В условиях катастрофического падения естественных запасов осетровых необходимость эксплуатации продуктивных маточных стад для сохранения популяционного биоразнообразия и рационального ведения рыбного хозяйства не вызывает сомнения (Крохалевский и др., 1996; Подушка, 1999). При содержании ремонтно-маточного стада байкальского осетра на ГОРХ отсутствует система регулирования температурного режима, что самым непосредственным образом влияет на темп роста, скорость созревания, качество половых продуктов и жизнеспособность потомства. По этой причине ежегодно в период проведения нерестового тура (май) часть самок, отобранных по итогам осенней бонитировки, становятся непригодными, что делает недостаточно эффективным содержание ремонтно-маточного стада. Выход из создавшегося положение – строительство цеха с контролируемым температурным режимом, оснащенного бассейнами объемом 20–40 м<sup>3</sup>. Формирование ремонтно-маточного стада необходимо начинать из особей от годовалого возраста с наилучшими ростовыми (морфологическими) показателями, содержащихся в условиях повышенной температуры и полного обеспечения пищей. При создании маточного стада в контролируемых условиях могут быть предусмотрены следующие параметры:

1. Интенсивный "нагул" ремонтного стада при средних значениях температуры 20°С и суточной дозе кормов – не менее 3% от массы тела.

2. Период "зимовки" при температурах воды 4–6°С с подкармливанием рыб и рациионе в 1% от массы тела (условно предполагая прямо пропорциональную связь рациона с температурным фактором).

3. Соблюдение переходных периодов вывода рыбы из "зимовки" в "нагул" и обратно с постепенной сменой температурного режима и увеличения (уменьшения) размера рациона.

Недостаток посадочного материала следует компенсировать повышением его качества, выращивая молодь до максимально возможных размеров, достижение которых при наличии большой площади бассейнов и



достаточного количества качественных кормов лимитируется только климатическим фактором – сроками поддержания температуры на благоприятном для роста уровне (15–21°С).

Непременным звеном воспроизводства байкальского осетра должна стать технология выпуска молоди в участки озерно-речной системы с наилучшими для адаптации заводской молоди к природной среде условиями и в оптимальные по сочетанию благоприятных факторов сроки.

С этой целью необходимо продолжение работ по изучению сезонной динамики качественного и количественного состава зообентоса в основных местах обитания осетра (Афанасьев, Афанасьева, 2005).

Реализация предлагаемых мер позволит стабилизировать воспроизводство осетра и создаст основу для ведения рационального осетрового хозяйства в Байкальском регионе.

## ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

1. Основные места обитания байкальского осетра на Селенгинском мелководье и в заливе Провал приурочены к участкам, характеризующимся наиболее высоким развитием зообентоса на песчано-илистых и илистых грунтах. При современном состоянии численности осетра в оз. Байкал обширные места нагула в дельте, авандельте, на Селенгинском мелководье и в заливе Провал используются им в незначительной мере.

2. Темп линейно-весового роста и плодовитость байкальского осетра в современный период характеризуется показателями, близкими к таковым в 30–50-е годы XX века.

3. Основу питания молоди осетра в р. Селенге и в ее дельте составляют личинки амфиботических насекомых, среди которых доминируют личинки поденок, составляющие 41,5–57,7% его рациона. На Селенгинском мелководье и в заливе Провал существенную роль в питании играют амфиподы (13,1–79,5% по массе) и хирономиды (0,5–41% по массе). Интенсивность питания молоди осетра во время нагула в р. Селенге достаточно высока (средние индексы наполнения составляют 198–241<sup>0</sup>/<sub>000</sub>), в озере Байкал она в 2 раза ниже. По мере роста осетра в его питании увеличивается доля рыбной пищи (молодь карповых рыб, песчаная широколобка).

4. Основным критерием готовности самок к инъектированию является показатель коэффициент поляризации (КП). При КП в диапазоне 0,02–0,11 наблюдается овуляция икры у большинства самок (свыше 95%). Установлено, что самки байкальского осетра созревают через 23–48 ч. после инъекции гонадотропными препаратами, в температурном диапазоне от 11 до 24°С. Зависимость продолжительности созревания от температуры имеет достоверную обратную связь, составляющую для самок, выловленных в р. Селенге  $r = -0,636$ , для выращенных на теплых водах  $r = -0,854$

5. Продолжительность периода инкубации икры байкальского осетра составляет 114–144 градусо-дней. Продолжительность периода желточного питания составляет при температуре 10–17,4°С – 140–192 градусо-дней.

6. Установлено, что при одинаковых условиях выращивания удельная скорость роста молоди «дикого» происхождения выше. При бассейновом способе подращивания молоди в условиях СЭРЗ оптимальная плотность посадки составляет 1,0–1,5 тыс.экз./м<sup>2</sup>. Навеска выпускаемой молоди составляет 1,1–2,0 г.

7. Выявлено, что повышение суммы температур, при содержании ремонтно-маточного стада до 4000–4500 градусо-дней в течение календарного года с зимовкой в течение 5 месяцев при температуре 4–6°С, позволяет ускорить рост и созревание самок байкальского осетра в 2–2,5 раза, в отличие от естественных условий. Проведенный гистологический анализ половых гонад разновозрастного осетра не выявил серьезных нарушений в воспроизводительной системе. Возраст наступления половой зрелости байкальского осетра при выращивании в условиях тепловодного осетрового хозяйства ГРЭС (г. Гусиноозерск) составил для самцов 8 лет, для самок 9 лет, межнерестовые интервалы для самок составили 2 года, для самцов 1 год.

8. Для повышения эффективности искусственного воспроизводства и увеличения численности байкальского осетра необходим перенос промысла омуля из мест преимущественного обитания осетра в прибрежной зоне Селенгинского мелководья (Истоминский сор - протока Среднеустье) в более глубокие участки (за изобаты 1–20 м), с присвоением основным местам скоплений байкальского осетра охранного статуса.

#### Список основных работ, опубликованных по теме диссертации

1. **Афанасьев С.Г.** Состояние кормовой база и питание молоди *Acipenser baeri baicalensis* A. Nikolsky в р.Селенге / С.Г. Афанасьев, Г.К. Сеницын // Осетровые на рубеже 21 века: Материалы межд. науч.-практ. конф. – Астрахань, 2000. – С. 39–40.
2. **Афанасьев С.Г.** Использование аномалии обонятельного органа в качестве маркера заводской молоди байкальского осетра / С.Г. Афанасьев // Природные ресурсы Забайкалья и проблемы природопользования: Материалы науч. конф. – Чита, 2001. – С. 475.
3. **Афанасьев С.Г.** Число микропиллярных каналов в ооцитах байкальского осетра *Acipenser baeri baicalensis* A.Nikolsky / С.Г. Афанасьев // Природные ресурсы Забайкалья и проблемы природопользования: Материалы науч. конф. – Чита, 2001. – С. 476.
4. **Афанасьев С.Г.** О современном состоянии искусственного воспроизводства байкальского осетра / С.Г. Афанасьев, В.Г. Афанасьева // Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития: Материалы II межд. науч-практ. конф. - Астрахань, 2001.

– С. 46–48.

5. **Афанасьев С.Г.** Изменчивость числа микропиле в яйцах байкальского осетра *Acipenser baeri baicalensis* A.Nikolsky / С.Г. Афанасьев // Материалы рег. науч.-практ. конф. – Улан-Удэ: Изд-во БГУ, 2002. – С. 43–44.

6. **Афанасьев С.Г.** Современное состояние искусственного воспроизводства байкальского осетра в бассейне реки Селенги / С.Г. Афанасьев, В.Г. Афанасьева, Н.Р. Нимаева // Селенга - река без границ: Материалы межд. науч.-практ. конф. - Улан-Удэ, 2002. – С. 115–116.

7. **Афанасьев С.Г.** Питание молоди байкальского осетра на нижних участках р. Селенги / С.Г. Афанасьев // Экологические проблемы бассейнов крупных рек – 3: Материалы межд. конф. – Тольятти, 2003. – С. 126.

8. **Афанасьев С.Г.** Воспроизводство байкальского осетра / С.Г. Афанасьев, Афанасьева В.Г. // Проблемы искусственного воспроизводства рыбных запасов в бассейне озера Байкал: Матер. регион. науч.-практ. конф. Улан-Удэ, 2003. – С. 10 – 11.

9. **Афанасьев С.Г.** Некоторые аспекты искусственного воспроизводства байкальского осетра (*Acipenser baerii baicalensis* A.Nikolsky) / С.Г. Афанасьев // Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития: Материалы III межд. науч.-практ. конф. - Астрахань, 2004. – С. 100–103.

10. **Афанасьев С.Г.** Распределение молоди байкальского осетра в авандельте р.Селенги / С.Г. Афанасьев // Научные основы сохранения водосборных бассейнов: междисциплинарные подходы к управлению природными ресурсами: Тез. докл. межд. конф. – Улан-Удэ, 2004. – Т. 2. – С. 102.

11. **Афанасьев С.Г.** Проблемы воспроизводства байкальского осетра/ Афанасьев С.Г., Афанасьева В.Г. // Научно-технический бюллетень лаборатории ихтиологии ИНЭНКО. – СПб., 2005. – № 10. – С. 52-56.

12. **Афанасьев С.Г.** Питание байкальского осетра в дельте реки Селенги и заливе Провал / Афанасьев С.Г., Матвеев А.Н. // Проблемы и перспективы ветеринарии в XXI веке: Материалы международной научно-практической конференции. – Улан-Удэ: Изд-во БГСХА, 2005. – С. 3 – 7.

13. **Афанасьев С.Г.** Биология байкальского осетра в современный период/ Афанасьев С.Г., Матвеев А.Н. // Вестник БГУ. – Серия «Биология». – Вып. 7. – Улан-Удэ: Изд-во БГУ. – 2006 – С. 41–55.

Подписано в печать 23 01 06 Формат 60x84 1/16

У. п. л. – 1 Тираж 100 Заказ № 6

Издательство Иркутского государственного университета

Иркутск, б-р Гагарина, 20

2006A  
1948

№ - 1948