

# Культивирование амурского осетра в садках тепловодного индустриального хозяйства Дальневосточного региона

Кандидаты биологических наук Е.И. Рачек, В.Г. Свирский – ФГУП «ТИНРО-Центр»

Товарное осетроводство и выращивание самок осетровых с целью получения пищевой икры – единственная альтернатива добыче осетровых рыб и залог сохранения ассортимента осетровой продукции на рыбном рынке России.

Культивирование осетровых рыб в садках и бассейнах хозяйств индустриального типа, с одной стороны, позволяет сохранить генофонд аборигенных видов того или иного региона, а с другой – расширяет представления о биологических возможностях отдельных видов, на основе которых разрабатываются ресурсосберегающие технологии.

В Дальневосточном регионе сохранением генофонда амурских осетровых рыб, разработкой технологий их товарного выращивания и формированием продукционных стад занимается лаборатория рыбоводства ФГУП «ТИНРО-Центр».

Опыты по формированию продукционных стад амурского осетра в садках и его товарному выращиванию проводились ТИНРО-Центром начиная с 1992 г. на базе тепловодного индустриального хозяйства Приморской ГРЭС – ЗАО «ЛУТЭК» (Приморский край, пос. Лучегорск). В 2003 г., после перехода хозяйства в собственность ТИНРО-Центра, работы были продолжены уже на Лучегорской научно-исследовательской рыбоводной станции (НИРС) ТИНРО-Центра.

Первые годы (1992 – 1999) живой материал (икра, личинки) получали в полевых условиях на р. Амур при работе с производителями из природных популяций. В настоящее время сформированы продукционные стада нескольких возрастных генераций первого и второго уровня доместикиции по принципу «от икры до икры».

Первый уровень доместикиции подразумевает временной отрезок от интродукции живого материала в управляемые системы Лучегорского хозяйства до созревания производителей (7–10 лет). Соответственно, второй уровень доместикиции – это временной отрезок с момента получения живого материала от производителей первого уровня доместикиции до формирования из него продукционного стада и созревания производителей этой группы. В этом случае имеется в виду, что генетическая программа развития (непрерывность зародышевого пути) подвергалась корректировкам условиями содержания рыбы в тепловодном хозяйстве в течение 14–20 лет и т.д.

На основе созданных продукционных стад амурского осетра разного уровня доместикиции формировались группы товарных особей.

В предлагаемой работе приводятся краткие результаты исследований, проведенных нами в 1992 – 2006 гг.

## Некоторые черты биологии амурского осетра

Амурский осетр – жилая пресноводная рыба, эндемик р. Амур. Он обитает и нерестится в русле р. Амур, реже заходя в крупнейшие притоки и озера. Ареал амурского осетра простирается на несколько тысяч километров – от опресненных участков лимана до верховьев р. Амур, включая бассейны р. Уссури с оз. Ханка, рек Сунгари, Амгунь, Зея, Бурея, Шилка и Аргунь, а также пойменные озера Нижнего Амура. В настоящее время в

бассейнах рек Уссури и Сунгари амурский осетр практически исчез. Зейско-буреинская популяция занесена в «Красную книгу России», как находящаяся под угрозой исчезновения. Амурский осетр включен в список МСОП-96, а также во 2-е Приложение СИТЕС.

За последние 10 лет численность нерестовых стад амурского осетра на пограничных участках Среднего Амура уменьшилась, как минимум, в 10 раз. Это связано с переловом нерестовых стад китайскими рыбаками в предыдущие годы и усилением российского браконьерского промысла [Новомодный Г.В., Золотухин С.Ф., Шаров П.О. Рыбы Амура: богатство и кризис (аналитический обзор). Владивосток: Апельсин, 2004. 65 с.].

Сто лет назад встречались амурские осетры массой более 200 кг и длиной свыше 3 м. В настоящее время основу уловов составляют особи массой 10–30 кг. Данный вид образует локальные группировки, жизненный цикл которых приурочен к определенным участкам русла р. Амур. Выделяются нижеамурская, среднеамурская и зейско-буреинская локальные группировки. Нерестовая миграция протяженностью до 500 км обычно занимает до 4–6 осенних и зимних месяцев; проходит она в пределах ареала локальной группировки. Однако существуют проходные формы, нерестовая миграция которых превышает 1000 км. Заканчивается миграция весной, по мере созревания половых продуктов производители концентрируются на нерестилищах. Нерест происходит на глубине 3–6 м на галечниковых участках реки с быстрым течением. Обычно он продолжается с конца мая до середины июля при температурах воды 12–18°С. Икрометание единовременное.

Самцы амурского осетра впервые созревают в возрасте 7–12 лет, достигнув массы 4–10 кг. Самки созревают позже, в возрасте 10–14 лет, при массе тела 6–12 кг. Соотношение полов близко к 1:1. Среднее количество икры у впервые нерестящихся самок составляет 135 тыс. шт., а у повторно нерестящихся самок массой 20–40 кг – возрастает до 290 тыс. икринок. Повторное созревание самок происходит через 4–5 лет.



Икра амурского осетра развивается в прикрепленном состоянии в течение 4–6 сут. Личиночный период продолжается 15–18 сут. Личинки и молодь скатываются вниз по течению реки, питаются мелкими донными организмами [Солдатов В.К. Исследование осетровых Амура. Материалы к познанию Русского рыболовства. Петроград, 1915. С. 96–282; Свирский В.Г. Амурский осетр и калуга. Дис. ... канд. биол. наук. Владивосток, 1968. 379 с.].

Взрослые особи питаются в основном бентосными организмами. Они предпочитают моллюсков – корбикулу, молодь амурских живородок, а также ручейников, хирономид, веснянок, подеенок и пресноводных креветок. Реже осетры потребляют мелкую рыбу, в основном – массовые виды пескарей.

**Получение посадочного материала от производителей амурского осетра природных популяций для формирования производственных стад**

Производственные стада амурского осетра формировали из оплодотворенной икры, постэмбрионов и сеголетков, полученных от производителей природных популяций Среднего и Нижнего Амура. Производителей отлавливали плавными сетями в районе нерестилищ, вблизи городов Хабаровск (1992 – 1996 гг.) и Амурск (1999 г.), в июне месяце.

Получение исходного материала от производителей природных популяций всегда производилось с учетом биологического разнообразия, различного возраста и возможности расширения гетерогенности за счет осеменения икры одной самки спермой 3–4 самцов.

В первый год работы в районе Хабаровска до и после инъекций производителей выдерживали на кукурузе; икру инкубировали в аппаратах Сес-Грина, установленных непосредственно в р. Амур. В 1993 – 1996 гг. производителей содержали в садках или бассейнах полевого инкубационного пункта; икру инкубировали в аппаратах «Осетр». В 1999 г. инкубация икры и выращивание сеголетков происходили в условиях рыбоводного цеха Амурской ТЭЦ-1 (г. Амурск).

Полевой инкубационный пункт и рыбоводный цех работали в режиме проточного водоснабжения с подачей воды естественной температуры из р. Амур в бассейны, лотки и инкубационные аппараты.

Производителей амурского осетра инъецировали суспензией сухих ацетонированных гипофизов сазана (предварительная инъекция) и осетровых рыб (разрешающая инъекция). Время между инъекциями – 12 ч. Были случаи, когда обе инъекции выполняли карповыми гипофизами [Рачек Е.И., Свирский В.Г. Амурский осетр и калуга в тепловодных садковых хозяйствах Приморья. М., 2001. С. 5–14 (Рыб. хоз-во. Сер. Пресноводная аквакультура: Аналитическая реферативная информация/ ВНИ-ЭРХ; Вып. 1)].

Созреваемость самок и самцов после введения гормональных препаратов была высокой (табл. 1). Более половины самцов созревали через 12 ч после предварительной инъекции, остальные – через 16–24 ч. От самцов за одно сцеживание получали до 150 мл спермы качеством 3–5 баллов. Продолжительность созревания самок варьировала от 29 до 38 ч. Перед получением икры самок забивали.

Получение половых продуктов и осеменение икры производилось по стандартной методике, принятой для осетровых рыб.

Во всех нерестовых кампаниях применяли ручную отмывку оплодотворенной икры от клейкости речным илом.

Развитие эмбрионов амурского осетра происходило в диапазоне температур 14,3–24,5°С (в среднем – 19,3°С). Постэмбрионы появлялись на четвертые–пятые сутки инкубации, длительность выклева составляла от 20 ч до полутора суток. Максимальный выход постэмбрионов из аппаратов «Осетр» достигал 93 % от икры, минимальный выход (25 %) отмечен в аппаратах Сес-Грина и связан с гибелью большей части икры в результате заиливания.

Оплодотворенную икру, постэмбрионов и сеголетков, предназначенных для формирования производственных стад, доставляли в инкубационно-выростной комплекс Приморской ГРЭС в полиэтиленовых пакетах с кислородом. Перевозки осуществлялись на расстояние от 300 до 700 км.

**Формирование производственных стад амурского осетра в условиях полносистемного тепловодного хозяйства**

В состав тепловодного рыбоводного хозяйства ТИПРО-Центра входят инкубационно-выростной комплекс с установкой замкнутого водообеспечения (УЗВ) и 120 типовых садков на понтонной линии ЛМ-4, закрепленной в водоподающем канале электростанции. Комплекс оснащен инкубационным аппаратом «Осетр», ейскими лотками и бассейнами для содержания личинок и молоди, теплообменниками, механическими и биологическими фильтрами очистки воды, аппаратами для культивирования живых кормов. Существует возможность перевода комплекса на проточное водоснабжение из водоподающего и водосбросного каналов электростанции [Свирский В.Г., Рачек Е.И. Биологические потенциалы роста и созревания амурского осетра *Acipenser schrenckii Brandt* и калуги *Huso dauricus (Georgi)* в управляемых системах// В сб.: Чтения памяти В.Я. Леванидова. Вып. 3. Владивосток: Дальнаука, 2005. С. 535–551].

Личинки амурского осетра при температурах 19–23°С переходили на активное питание на 8–9-е сут. выдерживания, имея массу около 40 мг. Для кормления личинок вначале использовали живые корма (науплии артемии и ее декапсулированные яйца, живой зоопланктон, трубочник, икра карповых рыб, протертый фарш из свежей малоценной рыбы). В дальнейшем переходили на стартовые корма для форели и осетровых рыб зарубежного и российского производства. В последние годы применяли только стартовый корм для осетровых рыб рецептуры СТ-07 в собственной модификации. Молоди массой свыше 1 г кроме сухих кормов 2–3 раза в сутки скармливали влажные гранулы небольшого диаметра, состоящие из смеси отсева стартового комбикорма и фарша из свежей малоценной рыбы.

Характерной особенностью поведения молоди амурских осетров массой до 0,5–0,7 г являлась их концентрация у дна и боковых стенок лотков. В центральной части лотков и у поверхности молоди, как правило, не наблюдалось. Максимальный отход личинок и мальков происходил в течение первых 20 сут. после перехода на экзогенное питание. Темп роста рыбы в этот период был замедленным, затем он быстро возрастал и к 2–2,5 мес. масса амурских осетров увеличивалась до 10–15 г. Затем их переводили для дальнейшего выращивания в стандартные садки из капроновой дели площадью 10 м<sup>2</sup>. Выживаемость сеголетков амурского осетра с момента перевода в садки составляла в сред-

**Таблица 1**  
Результаты нерестовых кампаний амурского осетра природных популяций за период 1992 – 1999 гг.

Пол рыб	Кол-во рыб, экз.	Средняя масса рыбы, кг	Созревание после инъекций, %	Рабочая плодовитость, тыс. шт. икры	Выход постэмбрионов от икры, %
Самки	24	25,2 (4,1-47,5)	91,7	216 (40-657)	69 (25-93)
Самцы	35	15,9 (5,0-31,9)	97,2	-	-



нем 85 %. Выход сеголетков от личинок, перешедших на активное питание, не превышал 45–50 %.

Получение икры амурского осетра во второй половине июня приводило к тому, что к моменту зимовки сеголетки в садках вырастали не более чем до 30 г, что вызывало необходимость их зимнего подрачивания в бассейнах УЗВ. Затем годовиков вновь переводили в садки, где постоянно содержали все возрастные группы ремонта осетров, а также созревших производителей.

После созревания производителей амурского осетра собственного продукционного стада организацию нереста перенесли на конец апреля. В этом случае к моменту зимовки сеголетки набирали массу от 110 до 130 г.

Для кормления амурского осетра в садках использовали сухой гранулированный корм для осетровых рыб производства ТИПРО-Центра с содержанием протеина 42–46 %. Кроме традиционных компонентов корм содержал добавки из отходов переработки морепродуктов и водорослей. В отдельных случаях при использовании низкобелковых карповых комбикормов осетрам дополнительно скармливали влажные гранулы, в состав которых входил фарш из малоценной рыбы.

В процессе экспериментальных работ применяли сортировки рыбы. Для формирования маточных групп из исходного живого материала в возрасте от 2 до 4 лет отбирали средних по размерам и массе тела особей.

Температура воды в садках, установленных в водоподводящем канале электростанции, варьировала от 2° С зимой до 28–32° С в наиболее жаркие дни июля. Средняя сумма тепла за годы опытов составила 4430 градусо-дней, сумма тепла за вегетационный период варьировала от 3370 до 3710 градусо-дней.

Температурный фон в садках значительно отличался от температурного фона р. Амур в районах отлова производителей природных популяций. Среднегодовые температуры воды в водоподводящем канале электростанции выше, чем в природных условиях, на 4° С. Сумма тепла выше на 1400 градусо-дней. В связи с этим обстоятельством, период активного роста осетра в садках станции увеличивался на 2 мес.

### Рыбоводно-биологическая характеристика продукционных стад амурского осетра

Для стимуляции созревания domestцированных производителей амурского осетра использовали гормоностимулирующие препараты. Икру получали прижизненным методом. После инъекции созревало более 90 % самок и 100 % самцов.

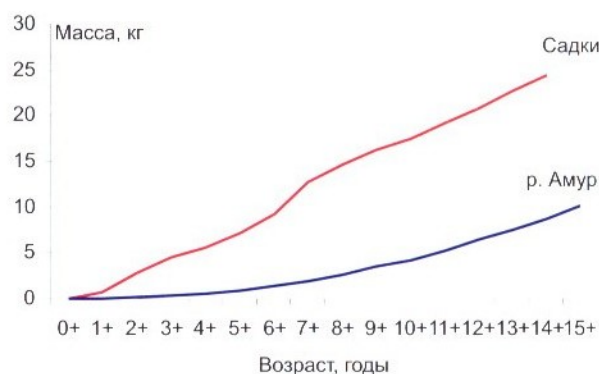
Первые самцы амурского осетра созревали в возрасте 6-годовиков, массовое созревание происходило в 7-годовом возрасте при массе особей 7–13 кг и общей сумме тепла 32–34 тыс. градусо-дней. Объем спермы, продуцированной самцами, возрастал от 120–200 мл у впервые созревших особей до 500 мл – у рыб, участвовавших в нересте несколько раз. Качество спермы у впервые нерестящихся особей варьировало от 2 до 5 баллов, у повторно нерестящихся рыб оно составляло не менее 4–5 баллов. От 90 до 100 % самцов созревают ежегодно.

Первые самки амурского осетра созревали и участвовали в нересте в возрасте 8-годовиков. Большинство последних самок каждой генерации созревали в возрасте 10-годовиков. Для созревания самок потребовалась сумма тепла 39–48 тыс. градусо-дней [Рачек Е.И., Свирский В.Г. Рыбоводно-биологическая характеристика маточных стад амурского осетра тепловодного хозяйства ТИПРО-Центра// *Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития: Матер. докл. IV Международ. науч.-прак. конф., Астрахань, 13–15 марта 2006 г. М.: Изд-во ВНИРО, 2006. С. 114–118*].

Средняя масса самок, впервые принимавших участие в нересте, составляла около 16 кг. У самок, нерестящихся во второй и в третий раз, масса возрастала до 19 и 25 кг соответственно. Средняя масса икринок от первого нереста к третьему увеличивалась с 14 до 21 мг; количество икры – с 1,75 до 4,0 кг; плодовитость – с 50–90 тыс. до 130 тыс. икринок. Рыбоводное качество

икры с возрастом улучшалось, выход постэмбрионов возрастал с 40 % у впервые нерестящихся самок до 80–90 % – у самок, нерестящихся в третий раз. У 85–90 % самок межнерестовый интервал составлял 2 года.

При индустриальном культивировании темп роста осетров оказался значительно выше, чем в природной среде обитания. На рисунке представлены осредненные показатели роста амурского осетра в искусственных и естественных условиях.



Рост амурского осетра в природных условиях и садках тепловодного хозяйства

Процесс создания продукционных стад амурского осетра в садках тепловодного хозяйства продолжается 14 лет. За этот период сформированы четыре генерации производителей амурского осетра в возрасте от 7 до 14 лет. Заложены четыре генерации потомства в возрасте от 0+ до 4+.

В настоящее время в садках рыбоводной станции ТИПРО-Центра содержатся 180 особей производителей и ремонтного материала амурского осетра старших возрастных групп.

### Выращивание товарного амурского осетра в садках

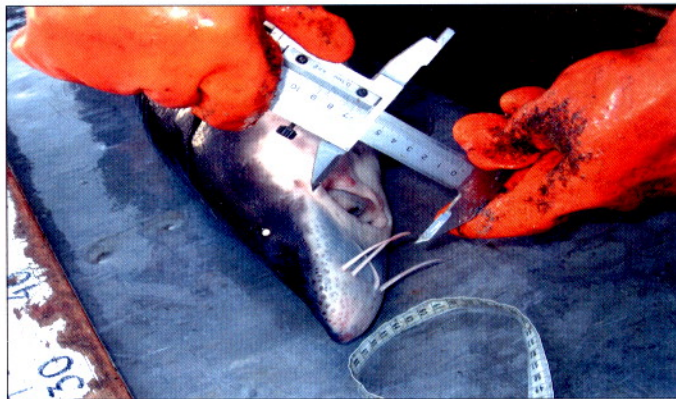
Для товарного выращивания в первые годы работы использовали излишек посадочного материала амурского осетра естественных популяций, полученного для формирования продукционных стад. После созревания производителей продукционного стада для этой цели использовали собственный посадочный материал.

Осетров всегда выращивали комбинированным методом вначале в бассейнах инкубационно-выростного комплекса до массы 10–20 г, а затем – в садках [Рачек Е.И., Свирский В.Г., Скирин В.И. Инструкция по выращиванию сеголетков амурского осетра и калуги комбинированным методом в бассейнах и садках тепловодных хозяйств. Владивосток: ТИПРО-Центр, 2004. 26 с.].

Первые опыты по товарному выращиванию амурского осетра проводили в 1992 – 1996 гг. в садках понтонной линии для выращивания товарного карпа, установленных в районе с низкой проточностью, недалеко от места впадения водосбросного канала Приморской ГРЭС в водоем-охладитель. Температурный и кислородный режимы в садках в летний период были крайне неблагоприятными для роста рыбы. Около 3 мес. температура воды превышала 25° С. В отдельные годы в толще садков она повышалась до 32–33° С и достигала 34° С у поверхности воды. Содержание кислорода в штилевые дни иногда снижалось до 2,0–2,3 мг/л. В августе 1995 г. у дна садков зарегистрирована минимальная концентрация кислорода – 0,7–0,8 мг/л. Длительность периода, благоприятного для роста осетров по температурным и гидрохимическим условиям, не превышала 50 сут. за год. Среднегодовалая сумма тепла в этом районе составляла около 5550 градусо-дней.

Для кормления товарной рыбы наряду с импортными лососевыми кормами использовали значительное количество низкобелковых карповых комбикормов рецепта К-3М.

Темп роста осетров всех возрастных групп в вышеуказанном месте был крайне низким, а отходы – очень высокими. Так, двухлетки вырастали до 110–210 г (отход – 50–60 %), трехлетки – до



270–620 г (16–18 %), четырехлетки – до 560–860 (отход – 5–9 %). Кормовые затраты варьировали от 6–9 кг на 1 кг прироста при использовании форелевых кормов и до 20–23 кг на 1 кг прироста – при использовании низкобелковых карповых рецептов.

С 1997 г. опыты по товарному выращиванию амурского осетра были продолжены в садках новой понтонной линии, установленной в водоподводящем канале электростанции. Условия содержания осетровых рыб в этом районе значительно улучшились. Длительность периода, благоприятного для роста рыбы, увеличилась до 4,5 мес. Температура воды превышала 25°С не более 30–40 сут. за вегетационный период и держалась на уровне 27–28°С не более 3–8 сут. в году. Годовая сумма тепла в водоподводящем канале оказалась на 1100 градусо-дней ниже, чем в водосбросном канале.

В процессе многолетних исследований были разработаны нормативы выращивания амурского осетра в садках [Временная инструкция по товарному выращиванию амурского осетра и калуги в садках тепловодных хозяйств. Владивосток, 2004. 17 с. (Архив ТИНРО)].

После созревания производителей собственного продукционного стада созданы несколько гибридных форм амурского осетра со стерлядью, сибирским осетром и калугой, которых выращивали до возраста трех- и четырехлетков.

Некоторые из них отличались от исходных видов ускоренным темпом роста, повышенной выживаемостью, лучшей утилизацией кормов и более высоким качеством мяса.

Проведенные нами исследования показали, что при благоприятных условиях культивирования в тепловодном хозяйстве с

Таблица 2

Результаты выращивания товарных амурских осетров в садках

Показатель	Потомство природных производителей				Потомство domesticированных производителей			
	Возраст, годы				Возраст, годы			
	0+	1+	2+	3+	0+	1+	2+	3+
Масса, г	30	595*	1220	2380	112	620	1560	2500
Рыбодукция, кг/м <sup>2</sup> садка	5,9	20,3	40,6	99,7	11,5	46,8	58,7	101,2
Кормовые затраты, кг на 1 кг прироста	2,9	5,8	2,8	4,1	2,7	3,0	2,4	3,7

Примечание: \* – с возраста сеголетка до годовика осетров подращивали в бассейнах УЗВ, а затем содержали в садках.

В канале имелось постоянное течение от 0,3 до 0,4 м/с, что обеспечивало хороший водообмен в садках и вынос продуктов метаболизма. Содержание кислорода в воде обычно находилось на уровне 7,0–10,4 мг/л и крайне редко снижалось до 6,0 мг/л даже в самый неблагоприятный жаркий период.

Улучшение условий обитания рыбы, наряду с переходом на специализированные осетровые корма собственной рецептуры с высоким содержанием протеина, вызвало значительное увеличение скорости роста амурского осетра, повышение его выживаемости и снижение кормовых затрат на прирост. В табл. 2 приведены результаты сравнительного выращивания товарных четырехлетков амурского осетра, полученных от природных и domesticированных производителей.

Результаты опытов показали, что по всем рыбоводно-биологическим показателям культивирование потомства амурского осетра от domesticированных производителей оказалось более эффективным. Потомки domesticированных осетров достигали большего размера, рыбопродуктивность садков оказалась выше, особенно в возрасте от сеголетка до трехлетка. Средние кормовые затраты на прирост одомашненных осетров за 4 года выращивания составили 2,95 кг/кг, в то время как у «диких» особей они равнялись 3,9 кг/кг.

В общей сложности за последние годы в садках рыбной станции выращено около 30 т товарного амурского осетра.

годовой суммой температур 4200–4500 градусо-дней созревание domesticированных самцов и самок амурского осетра происходит при более крупных размерах и на несколько лет раньше, чем в природных условиях. Значительно сокращаются межнерестовые интервалы у производителей. У повторно созревающих особей отмечаются увеличение объемов икры и спермы, улучшение качества половых продуктов и повышение выхода личинок.

Товарного амурского осетра можно с успехом выращивать в садках тепловодных хозяйств, достигая высокой рыбопродуктивности. Получены перспективные гибриды амурского осетра с другими видами осетровых рыб.

Rachek E.I., Svirsky V.G.

Cage cultivation of Amur sturgeon at warm-water industrial plants of the Far East

The authors made some researches on cultivation of Amur sturgeon in warm water (with annual sum of degree-days about 4200-4500). The results obtained show that newly matured domesticated fish are younger and larger than fish of natural origin, their inter-spawning intervals are shorter, re-spawning producers produce more eggs and sperm of higher quality.

The authors prove that Amur sturgeon may be grown in cages with great success and high productivity. They describe perspective hybrids of Amur sturgeon and other sturgeons.