

АКВАКУЛЬТУРА

УДК 639.371:597.423

Е.И. Рачек, Д.Ю. Амвросов*

Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр,
690091, г. Владивосток, пер. Шевченко, 4

**ОЦЕНКА ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ
АМУРСКОГО ОСЕТРА *ACIPENSER SCHRENCKII*
ИЗ САДКОВОГО ТЕПЛОВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА
В ПРОЦЕССЕ МНОГОЛЕТНЕЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

Описываются рыбоводно-биологические и продукционные показатели доместичированных производителей амурского осетра в возрасте от 8 до 24 лет из тепловодного садкового хозяйства. Самки амурского осетра трех возрастных генераций, выращенные в тепловодном садковом хозяйстве из потомства природных производителей, впервые созревают в возрасте 8–10 лет, самцы — в 6–7 лет. Во всех возрастных группах от 8 до 24 лет по массе тела, длине, обхвату и упитанности самки превосходят самцов. Самцы продуцируют от 40 до 350 мл спермы высокого качества за одно сцеживание, а впервые созревающие самки от 0,7 до 2,3 кг икры. 75 % самок созревают ежегодно или один раз в два года. Максимальное количество икры, 7,0–10,5 кг, производят отдельные самки в возрасте от 17 до 23 лет. Среднее количество икры, полученное от одной самки в возрасте от 8 до 24 лет, составляет 3,82 кг, плодовитость 200,0 тыс. шт. икр. (макс. 520,0), относительная рабочая плодовитость 7,5 тыс. шт. икр./кг (макс. 13,5), оосоматический индекс 14,5 % (макс. 24,5). За 6–8 нерестовых сезонов от самок в возрасте 21 и 24 лет получили в среднем 22–31 кг икры, или 90–98 % от массы тела. У 27 % самок количество икры составило 29–43 кг, или 103,0–137,5 % от массы тела. Самки технологичны в работе, выживаемость в процессе многолетней эксплуатации составила 65 %.

Ключевые слова: амурский осетр, производители, тепловодное хозяйство, садки, масса рыбы, возраст, нерест, масса икры, плодовитость, выживаемость.

DOI: 10.26428/1606-9919-2018-192-202-213.

Rachek E.I., Amvrosov D.Y. Characteristic of spawners for amur sturgeon *Acipenser schrenckii* from warm-water cage farm in the process of long-term exploitation // Izv. TINRO. — 2018. — Vol. 192. — P. 202–213.

Cultivation, biological and production parameters of domesticated spawners of amur sturgeon in the age from 8 to 24 years are described for the warm-water cage farm conditions. In three year-classes bred from native spawners in the cages, the females mature firstly in the age 8–10 years, while males in the age 6–7 years. The females have larger body weight, length, girth, and fatness than males in all age groups from 8 to 24 years. The males are able to produce 40–350 mL of high-quality sperm per one drain-off session, while the first-matured females produce 0.7–2.3 kg of eggs. Majority of the females (75 %) spawn annually or biennially. Average fecundity of the females in age 8–24 years is 200,000 eggs (3.82 kg,

* Рачек Евгений Иванович, кандидат биологических наук, заведующий лабораторией, e-mail: evgeniy.rachek@tinro-center.ru; Амвросов Дмитрий Юрьевич, аспирант, заведующий Лучегорской научно-исследовательской станцией, e-mail: amvrosova.natalya@yandex.ru.

Rachek Eugene I., Ph.D., head of laboratory, e-mail: evgeniy.rachek@tinro-center.ru; Amvrosov Dmitry Y., postgraduate student, head of research station, e-mail: d.amvrosov@yandex.ru.

7,500 eggs/kg), their average oosomatic index before spawning is 14.5. The females with the highest fecundity have the age 17–23 years and produce up to 520,000 eggs (7.0–10.5 kg, up to 13,500 eggs/kg), the highest oosomatic index is 24.5 %. In total, the females which reach the age 21–24 years produced on average 22–31 kg of roe in 6–8 spawnings that is equal to 90–98 % of their body weight, and the most productive ones (27 % of total number) produced 29–43 kg of roe, or 103–138 % of their body weight. The females are technologically well-adaptable for maintenance. Their survival in the period of exploitation is 65 %.

Key words: amur sturgeon, spawner, warm-water farm, cage, body weight, age, spawning, roe weight, fecundity, survival.

Введение

После запрещения лова природных осетровых во всех странах мира легальная продукция из осетровых рыб производится только в условиях аквакультурных хозяйств различного типа. В большинстве стран, включая Россию, созданы многочисленные маточные стада различных видов осетровых, которые используются для получения посадочного материала с целью выращивания товарной рыбы или производства пищевой осетровой икры. Производится получение икры как методом забоя, когда икру от самки получают один раз в жизни, так и щадящим методом сцеживания, когда самка остается живой и икру от нее получают многократно в течение жизни. За рубежом в основном используют первый метод. В отечественных осетровых хозяйствах этот метод также применяется, но значительно более широкое распространение получил метод сцеживания овулировавшей икры от живых самок после надрезки яйцеводов, разработанный известным российским ученым-осетроводом С.Б. Подушкой (1999). Основными видами для получения пищевой икры в России являются сибирский осетр, стерлядь, бестер, русский осетр и белуга (Подушка, 2011; Насырова, Подушка, 2017). На Дальнем Востоке России для получения икры используют амурского осетра, калугу, различных гибридов осетровых, стерлядь обычной и альбиносной расцветок (Рачек и др., 2011; Рачек, 2012). Маточные стада этих осетровых содержатся в садках научно-исследовательской станции (НИС) ТИПРО-центра, расположенной на теплых сбросных водах Приморской ГРЭС вблизи пгт Лучегорск в северной части Приморского края.

Исходные маточные стада амурского осетра нескольких генераций формировались на Лучегорской НИС в течение 1990-х — начале 2000-х гг. Первый нерест амурского осетра проведен в 2002 г. В настоящее время эксплуатируются маточные стада первого поколения селекции, вскоре созреет ремонт второго поколения. Однако исходные маточные стада в возрасте от 18 до 24 лет до сих пор ежегодно используются в нерестовых кампаниях и продолжают продуцировать икру для воспроизводства и пищевых целей (Рачек, Свирский, 2001, 2006, 2007; Свирский, Рачек, 2005). По результатам нереста производителей амурского осетра к настоящему времени накоплен большой материал. В то же время последние работы по маточным стадам амурского осетра опубликованы 5–7 лет назад (Рачек и др., 2010; Рачек, 2012).

Результаты исследований биологических и продукционных характеристик производителей амурского осетра в процессе многолетней эксплуатации в тепловодном садковом хозяйстве, на наш взгляд, представляют несомненный научный и практический интерес.

Цель работы — обобщение и анализ рыбоводно-биологических и продукционных показателей производителей амурского осетра трех возрастных генераций, содержащихся в садках Лучегорской НИС ТИПРО-центра с момента первого созревания в 2002 г. и до настоящего времени.

Материалы и методы

Материалом для исследований послужили промышленные доместичированные маточные стада амурского осетра генераций 1993, 1996 и 1999 гг. в возрасте от 18 до 24 лет, содержащиеся в садках Лучегорской НИС. Производители выращены из

оплодотворенной икры, личинок и сеголеток, полученных от 19 созревших особей природных популяций массой 18–42 кг (самки) и 4–40 кг (самцы) с учетом биологического разнообразия, возраста и сроков хода на полевом рыбоводном пункте в районе г. Хабаровск и в условиях рыбоводного хозяйства Амурской ТЭЦ-1 (г. Амурск). Рыбопосадочный материал перевозили автотранспортом на расстояние 300–400 км в пакетах с водой и кислородом в инкубационно-выростной комплекс (ИВК) подсобного тепловодного садкового хозяйства Приморской ГРЭС (Рачек, Свирский, 2008а, б). С 2004 г. хозяйство перешло в собственность ТИПРО-центра и получило статус Лучегорской научно-исследовательской станции.

Оплодотворенную икру инкубировали в аппарате «Осетр», молодь подращивали до 10–20 г в бассейнах и силосах с использованием различных живых и искусственных кормов импортного и отечественного производства. С возраста сеголеток осетров содержали в сетчатых садках площадью 10 м² с глубиной 1,5 м, закрепленных на понтонной линии ЛМ-4. С 1993 по 1997 г. садки находились в устье водоотводящего канала электростанции, затем осетровых перевели на новую понтонную линию, установленную в водоподводящем канале ГРЭС в непосредственной близости от ИВК. Ширина канала 30 м, глубина до 4 м, скорость течения воды 0,3–0,4 м/с. Сумма годовых температур воды в садках за последние 24 года варьировала от 4340 до 5140 градусо-дней. Сумма тепла за вегетационный период с температурой свыше 12 °С изменялась от 3370 до 3870 градусо-дней. Продолжительность вегетационного периода с температурами свыше 12 °С составляла 160–180 сут. Минимальные зимние температуры воды 1–3 °С наблюдались в январе, в июле-августе температура повышалась до 27–28 °С, а в отдельные годы кратковременно до 33 °С. Содержание кислорода во все сезоны года было благоприятным и варьировало от 6,2 мг/л в наиболее жаркий период лета до 14,0 мг/л зимой.

До начала 2000-х гг. ремонтные группы получали импортные и отечественные комбикорма с содержанием протеина от 30 до 45 % и добавкой рыбного фарша из свежей рыбы. С 2002 г. кормление стали осуществлять только гранулированными осетровыми кормами с содержанием протеина 38–42 %, разработанными и произведенными в ТИПРО-центре (Рачек, Свирский, 2008а, б).

При достоверных различиях по полу самцов и самок рассаживали отдельно, при первом созревании всем производителям вводили электронные метки-транспондеры, на них заводили рыбоводные паспорта. Ежегодно в конце октября проводили осенние бонитировки, во время которых определяли массу зрелых производителей, измеряли длину тела АС и обхват с точностью 0,5 см (Правдин, 1966). На основании полученных данных рассчитывали коэффициент упитанности по Фульгону ($P \cdot 100/АС^3$). Использование длины АС от начала рыла до конца средних лучей хвостовой выемки при расчете коэффициента упитанности вместо АВ связано с травматизацией, обломом или отсутствием верхней лопасти хвостового плавника у некоторых производителей в результате многократных рыбоводных операций — пересадок из садков в бассейны и обратно, взвешиваний, сортировок и бонитировок. В результате этого длину АВ от начала рыла до конца хвостовой лопасти измерить не представляется возможным. Для определения зрелости половых продуктов производителей пользовались щупом и прибором УЗИ-диагностики DP 6600 (Трусов, 1964; Чебанов, Галич, 2013). Готовых к нересту производителей размещали в отдельных садках.

Выдерживание самок амурского осетра перед нерестом, инъекции и созревание после инъекций происходило в бассейнах инкубационного цеха при нерестовых температурах 13–16 °С с использованием замкнутой или прямоточной системы водоснабжения. Стимулирование созревания производителей выполняли внутримышечно путем одноразовой инъекции гормоностимулирующим препаратом (GnRH) «Сурфатон». Рыбу при этом не вынимали из воды. Овулировавшую икру получали прижизненно без вскрытия самок методом надрезки яйцеводов (Подушка, 1999). Качество спермы оценивали по следующим показателям: подвижность спермиев в баллах (Казаков, 1978), объем эякулята (мл), концентрация спермиев (млн/мм³).

У производителей выявляли возраст наступления половой зрелости, продолжительность созревания всех особей каждой генерации и межнерестовые интервалы. Определяли созреваемость рыб после инъекций, длительность созревания производителей после инъекций в часах, количество полученной икры, включая остаточную, массу одной икринки, рабочую и относительную рабочую плодовитости, оосоматический индекс. Для определения массы одной икринки и рабочей плодовитости из полученной от каждой самки икры отбирали и взвешивали на ювелирных весах пробу в несколько граммов. Затем икру подсушивали на фильтровальной бумаге до впитывания полостной жидкости. Икру без жидкости вновь взвешивали, просчитывали и определяли среднюю массу икринки. Разницу в процентах между массой икры с полостной жидкостью и без нее вычитали из общего количества икры с полостной жидкостью. Полученную истинную массу икры использовали для расчета рабочей и относительной плодовитости и оосоматического индекса (ОСИ). ОСИ определяли как отношение массы полученной икры к массе живой самки перед нерестом в процентах.

В ремонтные стада отобрали 58 особей осетра генерации 1993 г. в возрасте четырехлеток, 50 особей осетра генерации 1996 г. в возрасте трехлеток и 20 особей осетра генерации 1999 г. в возрасте трехлеток.

После созревания производителей всех генераций маточные стада амурского осетра состояли из 34 самок и 45 самцов. В конце 2017 г. стадо представлено 22 самками и 15 самцами. В нерестовых кампаниях ежегодно участвовали от 3 до 7 самцов амурского осетра и до 17 самок из трех возрастных генераций.

Для удобства описания размерных и продукционных характеристик производителей всех самок из трех генераций объединили вместе по возрастным группам от 8 до 24 лет. Осетры в возрасте 22–24 лет представлены только генерацией 1993 г. Самки генерации 1996 г. имеют максимальный возраст 21 год. Самки генерации 1999 г. представлены рыбами в возрасте до 18 лет (табл. 1).

Таблица 1

Количество исследованных самок амурского осетра трех возрастных генераций, участвующих в нерестовых кампаниях, экз.

Table 1

Number of investigated spawning females of amur sturgeon from three year-classes, ind.

Год основания генерации	Возраст самок, годы																	Кол-во нерестов
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
1993	–	1	3	2	5	4	6	4	6	3	8	1	8	4	6	6	5	72
1996	1	5	11	4	10	5	8	5	5	5	6	3	5	6	–	–	–	79
1999	–	–	2	2	2	4	1	5	1	5	1	–	–	–	–	–	–	23
Итого	1	6	16	8	17	13	15	14	12	13	15	4	13	10	6	6	5	174

Результаты и их обсуждение

Соотношение самок и самцов. Количество самцов во всех исследуемых генерациях всегда превышало количество самок. Соотношение самок и самцов амурского осетра выглядело следующим образом: генерация 1993 г. — 1,0 : 1,4; генерация 1996 г. — 1,0 : 1,1; генерация 1999 г. — 1,0 : 1,8.

Половые различия по массе и линейным размерам. Визуальные половые различия самок и самцов амурского осетра всех генераций наиболее хорошо проявлялись при созревании производителей. У особей обоего пола, находящихся в преднерестовом состоянии, на голове появлялся белый налет, значительно более интенсивный у самцов. Достоверные половые различия ($p < 0,001$) по длине, массе, обхвату и коэффициенту упитанности самок и самцов всех генераций амурского осетра из садков Лучегорской НИС отмечались с восьмилетнего возраста (рис. 1).

Масса тела. Впервые созревающие молодые самки превосходили самцов по массе тела на 1,3 кг (рис. 1, А). С увеличением возраста разница в массе возрастала и достигала 10–15 кг у самок и самцов старших возрастных групп. В различных воз-

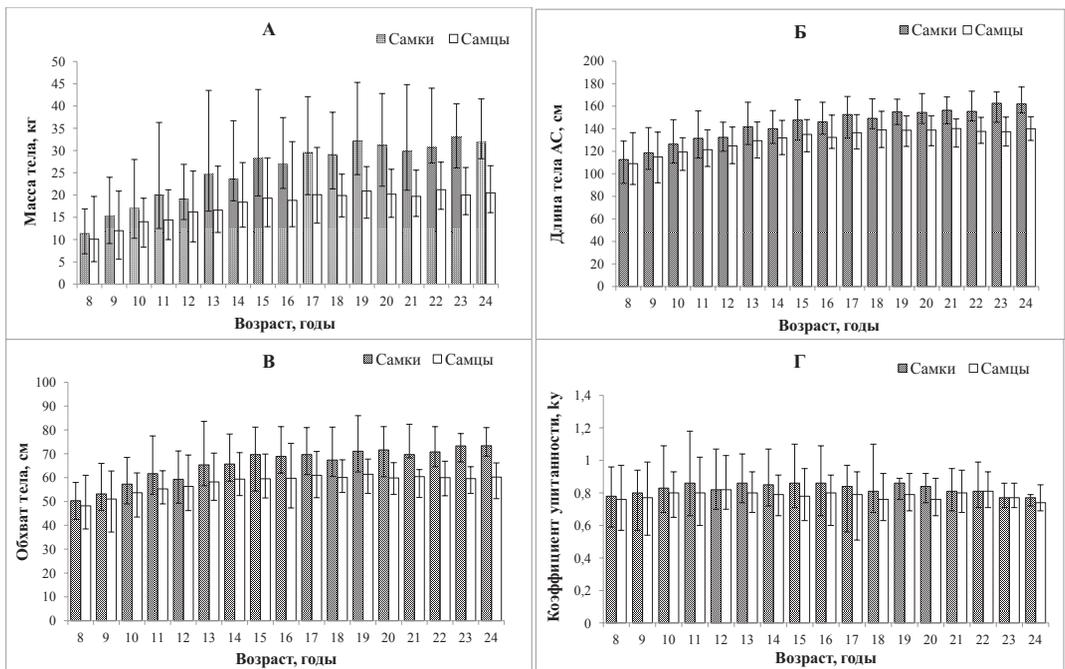


Рис. 1. Динамика размерно-массовых показателей доместичированных производителей амурского осетра из садков Лучегорской НИС в зависимости от возраста (объединенные данные по поколениям 1993, 1996 и 1999 гг.)

Fig. 1. Dependence of size-weight parameters of amur sturgeon domesticated spawners cultivated in Luchegorsk research station on their age (averaged by the year-classes of 1993, 1996 and 1999)

растных группах масса самок превышала таковую у самцов на 12–56 %. В среднем самки были крупнее самцов на 8,0 кг, или 45 % (табл. 2).

Таблица 2

Средние размерно-массовые показатели производителей амурского осетра в возрасте от 8 до 24 лет (n = 174 нереста)

Table 2

Average size-weight parameters of amur sturgeon spawners for the age 8–24 years (n = 174 spawnings)

Пол производителей генераций 1993–1999 гг.	Масса производителей, кг	Длина производителей АС, см	Обхват производителей, см	Коэффициент упитанности по Фультону
Самки	$25,8 \pm 0,6$ 6,8–45,3	$142,8 \pm 3,7$ 91,5–177,0	$65,7 \pm 1,8$ 45,9–83,6	$0,84 \pm 0,01$ 0,58–1,19
Самцы	$17,8 \pm 0,8$ 5,1–32,0	$130,0 \pm 2,3$ 90,8–155,5	$57,6 \pm 0,9$ 37,2–74,4	$0,78 \pm 0,01$ 0,54–1,03

Примечание. Здесь и далее над чертой — среднее значение и ошибка среднего значения, под чертой — пределы колебаний.

Максимальная масса 45,3 кг зарегистрирована у одной из самок генерации 1993 г. в возрасте 19 лет. Максимальная масса самца составила 32,0 кг и отмечена в возрасте 16 лет. Вариабельность массы самцов снизилась после отбраковки мелких и крупно-размерных особей в возрасте 16–17 лет.

Длина тела. В возрасте 8 лет длина самок АС превосходила длину самцов на 3,7 см (рис. 1, Б). С увеличением возраста разница в размерах постепенно возрастала, и в 11–24 года длина самок превышала таковую у самцов соответственно на 9,2–25,1 см. В разных возрастных группах длина самок превышала длину самцов на 3–18 %. В среднем по всем возрастным группам длина самок превышала длину самцов на 12,8 см, или 9,8 % (табл. 2). Максимальная длина АС отмечена у производителей

генераций 1993 и 1999 гг. ($AC_{\text{♀}} = 177,0$ см, возраст 24 года; $AC_{\text{♂}} = 155,5$ см, возраст 18 лет). Вариабельность длины производителей обоих полов амурского осетра с возрастом снизилась. Максимальная вариабельность длины отмечалась у самок и самцов в возрасте 8–11 лет ($CV = 8,1-9,7$).

Обхват тела. Обхват тела самок с восьмилетнего возраста постоянно был выше, чем у самцов, с возрастом разрыв увеличился с 3 до 15 см, или с 4 до 23 % (рис. 1, В). Обхват стабилизировался у самок с возраста 19 лет, несколько превышая 70 см. У самцов он стабилизировался с возраста 15 лет, имея значение около 60 см. Средний обхват самок превышал таковой у самцов на 7,9 см, или 13,7 % (табл. 2). Максимальные обхваты тела, 83,6 и 86,0 см, зарегистрированы у самки генерации 1999 г. массой 43,5 кг в возрасте 13 лет и самки генерации 1993 г. массой 45,3 кг в возрасте 19 лет. Вариабельность обхвата самок всегда была выше, чем у самцов.

Коэффициент упитанности. Этот показатель у самок варьировал в средних пределах 0,77–0,85 при минимальном значении 0,64 и максимальном значении 1,18, которое зарегистрировано у одной из самок в возрасте 11 лет (рис. 1, Г). Вариабельность этого показателя в большинстве возрастных групп находилась на среднем уровне ($CV = 10,4-12,6$). Коэффициент упитанности самцов различного возраста изменялся в пределах 0,74–0,82 при минимальном значении 0,54 и максимальном значении 1,03. Превышение упитанности самок над упитанностью самцов в большинстве возрастных групп составляло 3–11 %. В среднем упитанность самок была выше на 0,06, или 7,7 % (табл. 2). Вариабельность этого признака в большинстве случаев была слабой, иногда средней. В большинстве возрастных групп самки были упитаннее самцов, однако в возрастных группах 19–21 и 22–24 года (генерации 1996 и 1993 гг.) наблюдается тенденция снижения упитанности обоих полов, связанная с экстремально высокими температурами в два предшествующих года. Это привело к значительному недокорму рыбы в связи с сокращением норм кормления в июне и сентябре 2015–2016 гг. — в периоды наиболее активного роста рыбы и ооцитов. Кроме того, в сентябре 2016 г. произошла недопоставка корма, и нормы кормления производителей были сокращены в два раза.

Созреваемость производителей после искусственной стимуляции нереста. Созреваемость самцов после инъектирования гормоностимулирующим препаратом всегда составляла 95–100 %. Созреваемость самок амурского осетра отдельных возрастных генераций после введения препарата варьировала от 85,0 до 100,0 %, составляя в среднем по самкам всех возрастных групп 91,3 %.

Длительность созревания производителей после инъектирования. Качественную сперму от самцов, созревающих в диапазоне температур 13–18 °С, можно получить через 18–24 ч после инъектирования. Продуцирование качественной спермы продолжается еще в течение 12–18 ч от начала созревания. Сперму среднего качества можно получить в течение 1–2 сут после сцеживания первой порции.

При нерестовых температурах 13–15 °С овуляция икры у самок амурского осетра происходит в среднем через 28 ч, при температурах 15–18 °С время созревания сокращается до 22 ч.

Возраст и масса впервые созревающих производителей, длительность созревания производителей одной генерации. Самцы амурского осетра всех генераций всегда созревали на несколько лет раньше самок. Первых созревших самцов амурского осетра выявляли при осенних бонитировках в возрасте 5+ и 6+. Массовое созревание самцов происходило в возрасте 7–8 лет. Обычно на созревание всех самцов одной генерации уходит два года, редко три (Свирский, Рачек, 2005). Средняя масса самцов при первом созревании составляла 12–13 кг при колебаниях от 5 до 21 кг.

Возраст первого созревания и масса самок зависели в основном от условий содержания и кормления в предшествующий период. Так, самки генерации 1993 г., находящиеся в неблагоприятных температурных условиях при летнем дефиците кислорода и использовании большого количества карповых комбикормов до возраста 5 лет, впервые созрели в возрасте 9-годоваликов, последние созрели в возрасте 13-годови-

ков (Рачек и др., 2010). Разница между сроком созревания первой и последних самок генерации составила 4 года. Масса рыб, впервые созревших в возрасте от 9 до 13 лет, варьировала от 10,0 до 28,2 кг.

Самки генерации 1996 г., содержащиеся в благоприятных условиях, впервые принимали участие в нерестовой кампании в возрасте 8-годовалых. Последние самки этой генерации созрели в возрасте 10-годовалых. Таким образом, разница в сроках созревания первых и последних самок генерации 1996 г. составила 2 года, что на два года меньше, чем у самок генерации 1993 г. Масса впервые созревших рыб изменялась от 10,6 до 20,8 кг.

Низкая плотность посадки малочисленной группы самок генерации 1999 г., содержащихся в благоприятных условиях при завышенных нормах кормления, привела к преобладанию соматического прироста над генеративным, что проявилось в более позднем созревании в возрасте 10 лет при большей массе тела. Однако созревание было более дружным, последние самки созрели и участвовали в нересте в возрасте 11 лет. Таким образом, разница в сроках созревания самок всей генерации равнялась одному году. Масса впервые созревших самок варьировала от 13,8 до 36,3 кг.

Межнерестовые интервалы производителей. От 95 до 100 % самцов амурского осетра всех исследуемых генераций начиная с возраста 7–8 лет созревали ежегодно.

Межнерестовые интервалы самок амурского осетра трех генераций распределились следующим образом: нерестящиеся ежегодно или пропускающие один сезон — 75 %; пропускающие один-два сезона — 22 %; пропускающие два-три сезона — 3 %. Две самки генерации 1993 г. начиная с возраста 20 лет нерестились 4 раза подряд. Одна из самок генерации 1996 г. начиная с 16 лет нерестилась 4 раза подряд, одна из самок участвовала в нерестовых кампаниях 3 раза подряд. Численность таких самок составляет 27 % общего количества.

Репродуктивные показатели самцов амурского осетра. Впервые участвующие в нересте 7-годовалые самцы продуцировали от 40 до 100 мл спермы, у 12–13-годовалых особей объем эякулята за одно сцеживание возрастал до 300–350 мл. Качество спермы молодых самцов варьировало от 2 до 5 баллов по шкале Казакова, при повторных нерестах в среднем возрасте оно оценивалось не менее 4–5 баллов. Время поступательного движения спермиев обычно составляло 1,5–3,2 мин ($2,0 \pm 0,18$), концентрация спермиев — от 1,70 до 3,88 млн/мм³ ($2,55 \pm 0,47$).

Соматический рост самок. Впервые созревающие самки разных генераций в возрасте 8–11 лет имели массу тела от 6,8 до 36,3 кг (рис. 2, А).

Максимальные годовые приросты массы тела самок, пропустивших один-два нерестовых сезона и набравших икру, составляли от 4 до 7 кг. Годовые приросты самок, участвовавших в нересте, были значительно ниже — не более 1–2 кг. Были случаи, когда от самок весной получали до 7 кг икры и их масса не успевала восстановиться до преднерестовых значений к осени этого года.

Формирование половых клеток самок. Период формирования половых клеток большинства впервые созревающих самок от момента первичного накопления желтка до дефинитивных размеров продолжался два года. Переход половых желез самок со II стадии на III и III–IV продолжался один год, еще один год требовался для перехода гонад на завершённую IV стадию зрелости ооцитов. Самки, отнерестившиеся весной, к осени имели яичники с ооцитами на II и II–III стадиях зрелости.

У некоторых повторно созревающих особей при благоприятных абиотических условиях и качественном кормлении с применением добавок витаминов период формирования ооцитов, характерных для завершённой IV стадии зрелости яичников, сокращался до нескольких месяцев. Половые железы таких самок, находящиеся в июне после проведения майского нереста на II, II–III и III стадиях зрелости, к концу октября одновременно находились на IV близкой к завершению или завершённой стадиях зрелости ооцитов.

Масса полученной икры. Первые созревшие самки генерации 1993 г. в возрасте 9 и 10 лет продуцировали от 0,7 до 1,1 кг икры (рис. 2, Б). От самок генерации 1996 г.

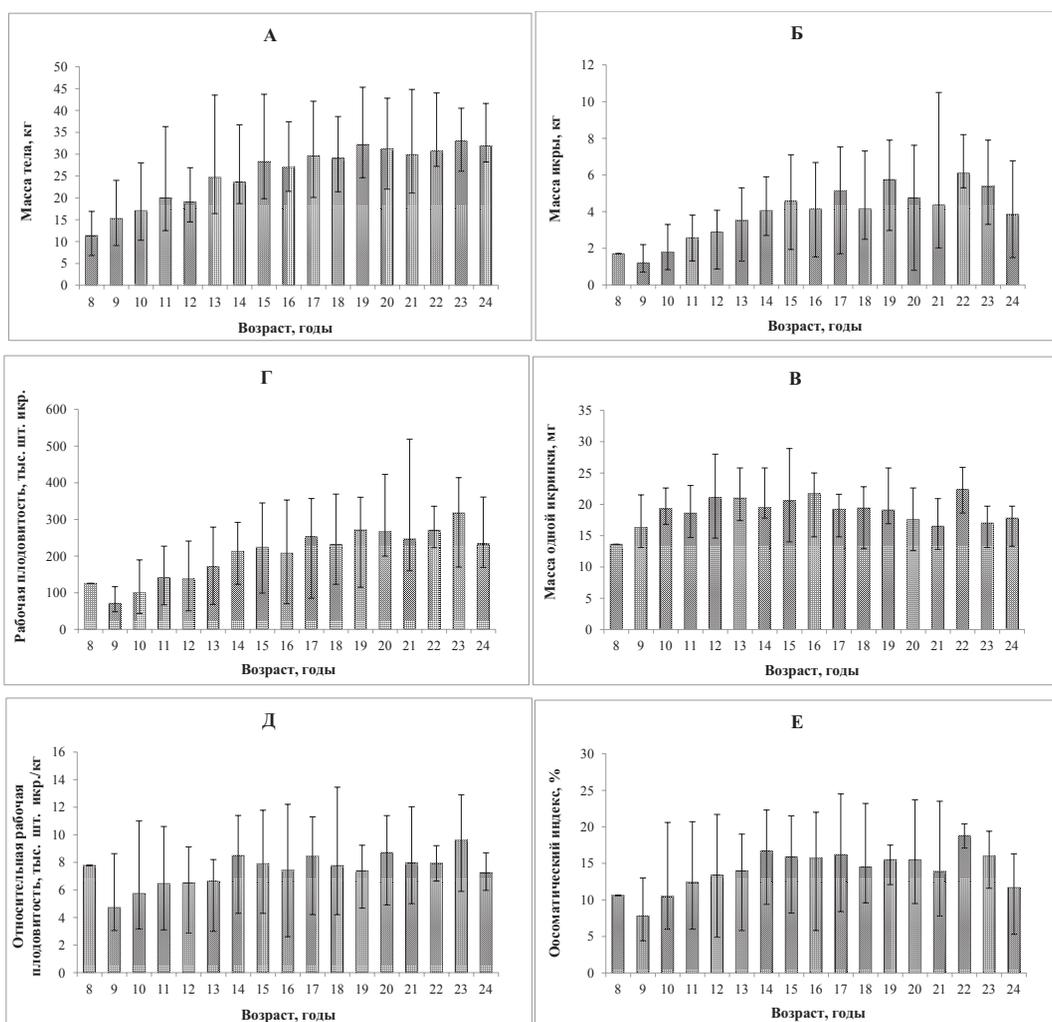


Рис. 2. Динамика продукционных показателей, использованных в нересте самок амурского осетра из садков Лучегорской НИС, в зависимости от возраста (объединенные данные по генерациям 1993, 1996 и 1999 гг.)

Fig. 2. Dependence of production parameters of amur sturgeon domesticated spawners cultivated in Luchegorsk research station on their age (averaged by the year-classes of 1993, 1996 and 1999)

при первом созревании в 8–9 лет получили по 1,3–1,7 кг икры. Первые самки генерации 1999 г., созревшие в 10–11 лет, продуцировали от 1,5 до 2,3 кг икры (Рачек, 2012). Средняя масса икры, полученной от самок всех генераций, ежегодно увеличивалась на 0,2–0,9 кг и достигла наивысшего среднего значения 6,1 кг к возрасту 22 года. Максимальное количество икры 8,2–10,5 кг продуцировали самки генерации 1993 г. в возрасте 22–23 лет. От одной из самок генерации 1996 г. в возрасте 18 лет и самки генерации 1999 г. в возрасте 15 лет получили 7,1–7,3 кг икры (рис. 3).

Объединенные данные по количеству икры от самок разных генераций, полученные на протяжении всех нерестовых кампаний, приведены в табл. 3.

Несколько самок генерации 1993 г. за период эксплуатации продуцировали икры больше массы своего тела (102,9; 105,0; 126,8; 137,5 %). У нескольких самок генерации 1996 г. масса полученной икры приближалась к массе тела или превышала ее (89,1; 91,3; 96,2; 111,5; 114,4 %). От самок генерации 1999 г. за 4–5 нерестовых кампаний получили икры около половины массы тела при максимуме 64,6 %. В среднем от одной самки амурского осетра за все нерестовые сезоны получили 3,82 кг икры (табл. 4).



Рис. 3. Получение икры от самки амурского осетра

Fig. 3. Fish eggs extracting from amur sturgeon female

Таблица 3
Обобщенные результаты получения икры на одну самку амурского осетра из трех генераций в процессе многолетней эксплуатации (данные на май 2017 г., n = 22 самки)

Table 3

Cumulative production of roe per female of amur sturgeon in the process of long-term exploitation until May, 2017, by year-classes (n = 22 females)

Год основания генерации	Участие в нерестовых кампаниях, раз	Масса самки, кг	Масса икры, полученной за все нерестовые кампании, кг	Отношение массы икры за все нерестовые кампании к массе тела, %
1993	6–8	$31,8 \pm 1,7$ 28,2–41,6	$31,0 \pm 2,6$ 22,5–43,2	$98,1 \pm 7,4$ 64,1–137,5
1996	6–8	$25,0 \pm 1,4$ 20,1–32,9	$22,3 \pm 1,5$ 14,8–29,3	$89,7 \pm 5,6$ 63,6–114,4
1999	4–5	$26,1 \pm 2,9$ 17,5–32,6	$14,9 \pm 2,6$ 5,7–20,3	$55,2 \pm 5,8$ 32,8–64,6

Таблица 4
Обобщенные продукционные показатели самок амурского осетра трех генераций в возрасте от 8 до 24 лет, участвовавших в нерестовых кампаниях 2002–2017 гг. (n = 174 нереста)

Table 4

Total cumulative production of roe from amur sturgeon females of three year-classes spawned in 2002–2017 (age from 8 to 24 years, n = 174 spawnings)

Показатель	Масса самки, кг	Масса икры, г	Масса икринок, мг	Рабочая плодовитость, тыс. шт. икр.	Относительная рабочая плодовитость, тыс. шт. икр./кг	Оосоматический индекс, %
M ± m	$25,8 \pm 0,6$	$3820,0 \pm 133,0$	$19,90 \pm 0,25$	$199,1 \pm 6,9$	$7,50 \pm 0,18$	$14,50 \pm 0,34$
Lim	7,2–45,3	700,0–10530,0	12,6–28,9	43,4–520,0	3,70–13,45	4,0–24,5
Cv	29,7	45,5	16,4	45,1	31,2	30,8

Средняя масса икринок. Самые мелкие икринки массой 12,6 мг отмечены у впервые созревших девятилетних самок генерации 1993 г. (рис. 3, В). Наиболее крупные икринки средней массой 21,8–22,5 мг оказались у самок в возрасте 12, 16 и 22 лет. Максимальная масса икринок 28,6 мг отмечена у одной из самок в возрасте 15 лет.

Возрастная группа 22–24 года представлена только самками генерации 1993 г. За счет благоприятных температурных условий, более длинного вегетационного периода и достаточного количества качественного корма в предшествующем 2014 г. при не-

ресте самок весной 2015 г. в возрасте 22 лет средняя масса икринок возросла более чем на 5 мг по сравнению с предыдущим годом. Однако за счет резкого сокращения норм кормления маточного стада в сентябре 2015 и 2016 гг., связанного с недопоставкой корма в период наиболее активного роста ооцитов, у самок в возрасте 23–24 лет в 2016–2017 гг. произошло снижение средней массы икринок почти на 6 мг. Средняя масса икринок, полученных во всех нерестовых кампаниях самок трех генераций, приближалась к 20 мг (табл. 4).

Рабочая плодовитость самок. Рабочая плодовитость самок амурского осетра генерации 1993 г. при первом созревании в девятилетнем возрасте была минимальной, составив около 50 тыс. шт. икр. (рис. 2, Г). Рабочая плодовитость первых крупных созревших самок генерации 1996 г. в возрасте 8 лет оказалось максимальной по сравнению с этими же самками в возрасте 10 и 12 лет, составив 125 тыс. шт. икр.

Плодовитость крупных, впервые созревших самок генерации 1999 г. в возрасте 10 лет превысила таковую у самок такого же возраста генераций 1993 и 1996 гг. соответственно на 115 и 40 %. При повторных созреваниях средняя рабочая плодовитость самок всех генераций постепенно возрастала, достигнув максимума 320 тыс. шт. икр. при возрасте 21 года. У одной из самок генерации 1993 г. в этом возрасте отмечена максимальная рабочая плодовитость 520 тыс. шт. икр. Несмотря на то что в возрасте 22 лет у самок генерации 1993 г. отмечена наибольшая масса икры, плодовитость снизилась по сравнению с предшествующим периодом в связи с крупными размерами икринок (см. рис. 2, В). В возрасте 23 лет, несмотря на сократившийся объем икры, плодовитость возросла за счет мелких икринок, но не достигла уровня, зарегистрированного в возрасте 21 года. В возрасте 24 лет все производственные показатели, кроме навески одной икринки, снизились из-за плохих условий нагула в возрасте 23 лет (2016 г.), о чем уже упоминалось. Средняя рабочая плодовитость самок амурского осетра всех возрастов и генераций составила почти 200 тыс. шт. икр. при максимальной вариабельности этого показателя (табл. 4).

Относительная рабочая плодовитость. Этот производственный показатель варьировал в широких пределах — от 3 тыс. шт. икр./кг у молодых самок до 12–13 тыс. шт. икр./кг у рыб возрасте 16–23 лет (рис. 2, Д). Среднее значение относительной плодовитости повторно нерестящихся рыб в большинстве случаев находилось в пределах 8,1–9,5 тыс. шт. икр./кг. Средняя относительная рабочая плодовитость всех разновозрастных самок, участвующих в нерестовых кампаниях, составила около 7,5 тыс. шт. икр./кг (табл. 4).

Оосоматический индекс. Минимальный ОСИ — 4,3 % — зарегистрирован у впервые созревших самок генерации 1993 г. (рис. 2, Е). Затем он плавно возрастал до 13 лет, достигнув значения 14 %. С возраста 14 лет средний ОСИ варьировал в пределах 16,0–18,0 %, имея максимальное значение 24,8 % в возрасте 17 лет. Средний ОСИ самок амурского осетра всех возрастов и генераций за период нерестовых кампаний составил 14,5 % (табл. 4).

Технологичность. Производители амурского осетра при содержании в садках практически полностью теряют брюшные жучки. Самки покрыты слизью и удержат их на носилках для получения икры первые 30 с довольно трудно. Но затем они успокаиваются, и сцеживать икру после надрезки яйцеводов от них легко. Причем старые надрезы не всегда зарастают, и от некоторых самок удается получить икру на следующий год без операбельного вмешательства. Выживаемость самок за период эксплуатации у всех генераций различная. Так, выживаемость самок генерации 1993 г. составила 64 %, генерации 1996 г. — 44 %, 1999 г. — 83 %. Средняя выживаемость самок всех генераций начиная с 2002 г. равняется 65 %.

Заключение

Проведя комплексную оценку рыбоводно-биологических и производственных показателей производителей амурского осетра трех возрастных генераций, можно констатировать следующее. Доместицированные производители в возрасте 18, 21 и

24 лет, выращенные из потомства природных особей амурского осетра, адаптировались к условиям содержания в садках тепловодного хозяйства, созрели и регулярно продуцируют икру хорошего качества в большом объеме. Во всех возрастных группах самки превосходят самцов по массе тела, длине, обхвату и упитанности. Возраст созревания первых производителей напрямую зависит от условий содержания и кормления в период выращивания ремонтa. В благоприятных условиях содержания при средней плотности посадки и нормированном кормлении первые самки одного поколения созревают в 8 лет, последние в 10 лет. При неблагоприятных условиях содержания созревание может растянуться с 9 до 13 лет.

Самцы всегда созревают на 1–2 года раньше самок — в 6–7 лет. Для устойчивого созревания свыше 90 % особей при нерестовой температуре 13–15 °С самкам и самцам достаточно однократной дозы гормоностимулирующего препарата «сурфагон». Объем эякулята спермы возрастает от 40–100 мл у впервые нерестящихся самцов до 350 мл у особей среднего и старшего возраста. Качество спермы оценивается в 4–5 баллов, средняя концентрация спермиев составляет 2,55 млн/мм³ при максимуме 3,88 млн/мм³.

Впервые созревающие самки различных генераций в возрасте 8–10 лет продуцируют от 0,7 до 2,3 кг икры. По мере роста самок количество продуцируемой икры возрастает и достигает максимального среднего количества 6,1 кг у самок в возрасте 22 лет. Отдельные самки массой более 40 кг продуцируют до 7,0–10,5 кг икры. Среднее количество икры на одну самку всех трех генераций в возрасте от 8 до 24 лет за все нерестовые сезоны составило 3,82 кг. От самок генераций 1996 и 1993 гг. за 6–8 нерестовых сезонов получили в среднем по 22–31 кг икры, или 90–98 % от массы тела. Причем 27 % самок продуцировали за период эксплуатации от 29 до 43 кг икры, или 104–137 % от массы тела.

Средняя рабочая и относительная рабочая плодовитости самок за все нерестовые сезоны составляют соответственно около 200 тыс. шт. икр. и 7,5 тыс. шт. икр./кг, при максимумах 520 тыс. шт. икр. и 13,5 тыс. шт. икр./кг. Осоматический индекс самок за все годы эксплуатации равен 14,5 %, достигая максимума 20,4–24,8 % у отдельных крупных самок в возрасте от 11 до 22 лет.

Самки довольно технологичны в работе, икру от них сцеживать легко. Выживаемость самок всех генераций за 4–8 нерестовых кампаний составила 65 %. Амурского осетра можно рекомендовать в качестве перспективного объекта аквакультуры для осетровых рыбоводных хозяйств, занимающихся производством пищевой икры с сохранением жизни самок.

Список литературы

- Казakov Р.В.** Определение качества половых продуктов самцов рыб : метод. указ. — Л. : ГосНИОРХ, 1978. — 15 с.
- Насырова Л.Ш., Подушка С.Б.** Икорная продуктивность стербела — гибрида стерляди и белуги // Рыб. хоз-во. — 2017. — № 2. — С. 80–84.
- Подушка С.Б.** Икорно-товарное осетроводство России // Осетровые рыбы и их будущее : сб. статей Междунар. конф. — Бердянск, 2011. — С. 154–156.
- Подушка С.Б.** Получение икры у осетровых с сохранением жизни производителей // Науч.-техн. бюл. лаб. ихтиологии ИНЭНКО. — 1999. — Вып. 2. — С. 4–19.
- Правдин И.Ф.** Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). — М. : Пищ. пром-сть, 1966. — 376 с.
- Рачек Е.И.** Современное состояние осетроводства в Приморском крае // Рыбоводство и рыбное хозяйство. — 2012. — № 6. — С. 34–39.
- Рачек Е.И., Свирский В.Г.** Амурский осетр и калуга в тепловодных садковых хозяйствах Приморья // Рыбн. хоз-во. Сер. Пресноводная аквакультура : аналит. рефер. информ. ВНИЭРХ. — М., 2001. — Вып. 1. — С. 5–14.
- Рачек Е.И., Свирский В.Г.** Культивирование амурского осетра в садках тепловодного промышленного хозяйства Дальневосточного региона // Рыб. хоз-во. — 2007. — № 5. — С. 86–89.
- Рачек Е.И., Свирский В.Г.** Процесс доместикиции амурского осетра в тепловодном хозяйстве Приморья // Изв. ТИНРО. — 2008а. — Т. 155. — С. 219–229.

Рачек Е.И., Свирский В.Г. Процесс формирования доместичированных продукционных стад амурского осетра *Acipenser schrenkii* Brandt и калуги *Huso dauricus* (Georgi) в тепловодном хозяйстве Приморья // Породы и одомашненные формы осетровых рыб (Acipenseridae). — М. : Столичная типография, 2008б. — С. 120–149.

Рачек Е.И., Свирский В.Г. Рыбоводно-биологическая характеристика маточных стад амурского осетра тепловодного хозяйства ТИПРО-центра // Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития : мат-лы докл. 4-й междунар. науч.-практ. конф. — М. : ВНИРО, 2006. — С. 114–118.

Рачек Е.И., Свирский В.Г., Скирин В.И. Генеративная и соматическая продукция самок осетровых рыб экспериментального хозяйства в Приморье как основа производства гастрономической икры // Изв. ТИПРО. — 2010. — Т. 161. — С. 229–250.

Рачек Е.И., Скирин В.И., Свирский В.Г. Альбиносы стерляди (*Acipenser ruthenus*) в тепловодном хозяйстве Приморья // Осетровое хозяйство. — 2011. — № 5. — С. 34–52.

Свирский В.Г., Рачек Е.И. Биологические потенции роста и созревания амурского осетра *Acipenser schrenkii* Brandt и калуги *Huso dauricus* (Georgi) в управляемых системах // Чтения памяти В.Я. Леванидова. — Владивосток : Дальнаука, 2005. — Вып. 3. — С. 535–551.

Трусов В.З. Некоторые особенности созревания и шкала зрелости половых желез осетра // Тр. ВНИРО. — 1964. — Т. 56. — С. 69–78.

Чебанов М.С., Галич Е.В. Руководство по искусственному воспроизводству осетровых рыб : технический доклад ФАО по рыбному хозяйству. — Анкара : ФАО, 2013. — № 558. — 325 с.

Поступила в редакцию 30.01.18 г.

Принята в печать 26.02.18 г.