

АКВАКУЛЬТУРА

УДК 639.37:597.423

Д.Ю. Амвросов, Е.И. Рачек*

Тихоокеанский филиал ВНИРО (ТИНРО),
690091, г. Владивосток, пер. Шевченко, 4ВЫРАЩИВАНИЕ ТРОЙНОГО ГИБРИДА РУССКОГО,
СИБИРСКОГО И АМУРСКОГО ОСЕТРОВ
В ТЕПЛОВОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Описываются рыбоводно-биологические и продукционные показатели нерестящихся самок тройной гибридной формы между русским, сибирским и амурским осетрами (РО × СО) × АО, а также товарных гибридов, выращенных в садках тепловодного хозяйства Приморского края. Выживаемость личинок тройных гибридов, молоди при выращивании в бассейнах и товарных осетров выше, чем у амурского осетра и гибридов русского и сибирского осетров. Масса трех- и четырехлетних товарных особей составляет соответственно 1,58 и 2,36 кг. Она выше, чем у гибрида между русским и сибирским осетрами, и близка к нормативным показателям для амурского осетра. Рыбопродуктивность достигает 94 кг/м² садка, а с учетом реализованной рыбы — 134 кг/м² садка. Этот показатель намного больше нормативных значений не только для амурского осетра, но и для других видов и гибридов осетровых рыб. После применения гормоностимулирующего препарата созревает 93 % самок. Первая самка тройного гибрида созрела в возрасте 9 лет при массе тела 13,1 кг. Созревание всех самок генерации весьма растянуто по времени и продолжается в течение 7 лет до возраста 16 лет. Около 75 % самок созревают в возрасте 10–12 лет. Максимальная масса одной из самок в возрасте 14 лет превысила 29 кг. Межнерестовые интервалы 97 % самок составляют 1–2 года. Среднее количество икры, полученное за один нерест от одной самки в возрасте от 9 до 16 лет, составляет 2,28 кг, масса одной икринки 17,6 мг, плодовитость 132 тыс. икринок, относительная рабочая плодовитость 7,44 тыс. икр./кг, оосоматический индекс 12,8 %. Большинство продукционных показателей самок тройного гибрида занимают промежуточное положение между аналогичными показателями исходных форм для скрещивания. В среднем за 3–4 нерестовых сезона от одной самки тройного гибрида получили 5,25 кг икры, или 30 % от массы тела. У высокопродуктивных самок выход икры составляет 10,8–11,0 кг, или 55–73 % от массы тела. Икра отличается высоким качеством и используется для изготовления пищевой продукции. Самки технологичны при получении икры и имеют высокую выживаемость в процессе многолетней эксплуатации на уровне 98 %. Тройных гибридов русского, сибирского и амурского осетров можно рекомендовать для товарного выращивания с высоким выходом рыбопродукции на осетровых тепловодных хозяйствах. Самки тройного гибрида могут использоваться для получения достаточно

* Амвросов Дмитрий Юрьевич, аспирант, начальник Лучегорской научно-исследовательской рыбоводной станции ТИНРО, e-mail: dmitriy.amvrosov@tinro-center.ru; Рачек Евгений Иванович, кандидат биологических наук, заведующий лабораторией, e-mail: evgeniy.rachek@tinro-center.ru.

Amvrosov Dmitry Y., postgraduate student, head of research station, Pacific branch of VNIRO (TINRO), 4, Shevchenko Alley, Vladivostok, 690091, Russia, e-mail: dmitriy.amvrosov@tinro-center.ru; Rachek Eugene I., Ph.D., head of laboratory, Pacific branch of VNIRO (TINRO), 4, Shevchenko Alley, Vladivostok, 690091, Russia, e-mail: evgeniy.rachek@tinro-center.ru.

больших объемов пищевой икры высокого качества. Выход икры у них меньше, чем у амурского осетра, и достоверно не отличается от выхода икры у гибрида между русским и сибирским осетрами.

Ключевые слова: тройной гибрид русского, сибирского и амурского осетров, товарная рыба, самки, производционные показатели, садки, тепловодное хозяйство.

DOI: 10.26428/1606-9919-2020-200-445-459.

Amvrosov D.Y., Rachek E.I. Growing a triple hybrid of russian, siberian and amur sturgeons in a warm-water fish farm // *Izv. TINRO*. — 2020. — Vol. 200, Iss. 2. — P. 445–459.

Biological and production indices are presented for spawning females of triple hybrid between russian sturgeon, siberian sturgeon and amur sturgeon (RS × SS) × AS and other commercial forms of sturgeon grown in cages of the warm-water fish farm in Luchegorsk, Far East of Russia. In conditions of warm-water pools, survival rate of the triple hybrid larvae and juveniles was higher than that of amur sturgeon and russian-siberian hybrid sturgeon. Weight of the triple hybrid specimens at the age of 3 and 4 years was 1.58 kg and 2.36 kg, respectively, that was higher than that of the russian-siberian hybrid sturgeon and close to the values for amur sturgeon. Fish harvest reached 94 kg/m² of cage, or 134 kg/m² of cage in sum with the realized fish. Up to 93 % of females matured after using of hormonal stimulation. The first female of the triple hybrid sturgeon matured at the age of 9 years, with its body weight of 13.1 kg. Other females became matured in different age, up to 16 years, but ¾ of them were matured at the age of 10–12 years. The maximum registered weight of the triple hybrid female was 29 kg (age 14 years). Inter-spawning intervals for 97 % of females were 1–2 years. Average annual yield of hard roe obtained from one female at the age of 9–16 years was 2.28 kg, average weight of one egg was 17.6 mg, average fecundity was 132 · 10³ eggs/female or 7.4 · 10³ eggs/kg, average oosomatic index was 12.8 %. These values of production indices for the triple hybrid females are mainly intermediate between the indices of initial species. In 3–4 spawning seasons, the yield of 5.25 kg of hard roe, on average, was harvested from one female of the triple hybrid, or 30 % of its body weight. The yield from the most productive females was 10.8–11.0 kg of roe, or 55–73 % of their body weight. These values are lower than the yeild from amur sturgeon but similar to the yield value for russian-siberian hybrid sturgeon. Caviar manufactured from the roe of triple hybrid sturgeon is distinguished by high quality. Its females are technologically advanced for the eggs harvesting and have a good survival, about 98 % during long-term exploitation. So, the triple hybrid of russian, siberian and amur sturgeon can be recommended for commercial cultivation in warm-water sturgeon farms with intensive harvesting.

Key words: triple hybrid sturgeon, cultivated fish, production index, fish cage, warm-water farm.

Введение

На Дальнем Востоке России для выращивания товарной рыбы и получения пищевой икры используют амурского осетра, калугу, сибирского осетра, стерлядь, а также различных гибридов между амурскими, волжскими и сибирскими осетровыми [Рачек и др., 2009, 2010, 2013; Рачек, 2012]. Работы проводятся на научно-исследовательской рыболовной станции (НИРС) Тихоокеанского филиала ВНИРО (ТИНРО), расположенной на теплых сбросных водах Приморской ГРЭС вблизи пос. Лучегорск на севере Приморского края.

На станции с 1992 г. содержится завезенный гибрид между русским и сибирским осетрами (РО × СО), сформировано его маточное стадо, проводились работы по товарному культивированию гибрида РО × СО и чистой линии амурского осетра (АО), а также получению икры от самок исходных форм для скрещивания. Впервые гибридную форму между русским осетром азовской популяции и сибирским осетром ленской популяции получили сотрудники ВНИРО в 1979 г. в рыбхозе «Аксацкий» Ростовской области. В дальнейшем работу продолжили сотрудники КаспНИРХ и ВНИРО, а гибридная форма широко распространилась в тепловодных хозяйствах России при ТЭЦ Краснодарского края и ГРЭС в Вологодской, Рязанской, Костромской и Московской областях России. В условиях установки замкнутого водоснабжения (УЗВ) и оборотного водоснабжения гибридов РО × СО с успехом выращивали в Белоруссии, Польше и Республике Корея [Сафронов, Филиппова, 2000; Сафронов, 2003; Филиппова, Зуевский, 2009].

На НИРС ТИНРО в пос. Лучегоorsk в 2002 г. получили тройной гибрид русского, сибирского и амурского осетров. Цель настоящей работы — изучение продукционных характеристик гибрида при выращивании в качестве товарной рыбы, а также оценка продукционного потенциала и целесообразности использования самок гибрида для получения пищевой икры в условиях тепловодного хозяйства.

Материалы и методы

Материалом для исследований послужили личинки, молодь, товарные осетры и самки тройного гибрида. Гибридную форму между русским (РО) и сибирским осетром ленокской популяции (СО) закупили личинками в Волгореченском тепловодном хозяйстве Костромской области в 1992 г. и вырастили до половозрелого состояния в бассейнах и садках. Доместицированные самцы амурских осетров (АО) различного возраста имелись в садках хозяйства. Производителей, предназначенных для скрещивания, 17 апреля 2002 г. перевели из садков с температурой воды 8 °С в бассейны УЗВ, где содержали при постепенно повышающейся температуре в течение 8 сут. Тройную гибридную форму (РО × СО) × АО получили при нерестовой температуре путем скрещивания впервые нерестящейся самки (РО × СО) в возрасте 10 лет массой 11,2 кг с доместичированным в течение нескольких лет самцом АО из природной популяции массой 14,4 кг в возрасте 14 лет. Гибридную форму РО × СО воспроизвели в «себе» путем скрещивания этой же самки с двумя самцами РО × СО.

Икру получили операбельным путем методом И.А. Бурцева [1969]. Оплодотворенную икру инкубировали в аппарате «Осетр». Молодь гибридных форм подрастили в течение полутора месяцев до 11–16 г в бассейнах и силосах инкубационно-выростного комплекса (ИВК), а затем перевели в садки. При подращивании в бассейнах использовали различные живые корма и искусственные стартовые корма собственного производства с содержанием протеина свыше 40 %.

С возраста сеголеток осетров содержали в сетчатых садках площадью 10 м² с глубиной 1,5 м, закрепленных на понтонной линии ЛМ-4, установленной 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 17 лет 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.

Товарных тройных гибридов выращивали при ежегодно уменьшающейся плотности посадки с 240 шт./м² садка у сеголеток до 40 шт./м² садка у четырехлеток. Плотность посадки простых гибридов снижалась от 120 шт./м² садка у сеголеток до 40 шт./м² садка у четырехлеток. В конце весны годовиков, двух- и трехгодовиков гибридов просчитывали поштучно, сортировали на три размерные группы и рассаживали при меньшей плотности посадки в зависимости от массы и количества рыбы. При товарном выращивании гибридов во время осенних бонитировок в каждом садке производили индивидуальные взвешивания и измерения по 30 случайно отобранных живых гибридов в возрасте 0+, 1+, 2+, 3+ (до 630 экз. каждого возраста). Измеряли длину АС от конца рыла до конца средних лучей хвостового плавника (L₁) с точностью до 2 мм и массу рыбы с точностью до 5 г, рассчитывали кормовые затраты за год (кг/кг прироста) и рыбопродуктивность садков (кг/м²). Определяли общую выживаемость каждой возрастной группы осетровых.

Отбор в ремонтное стадо произвели в возрасте 3+ при средней массе особей 2,7 кг, а затем в маточное стадо в возрасте 5+ лет при навеске рыб 5,7 кг. Отбор производили

по экстерьерным признакам. Численность ремонтно-маточного стада (РМС) составила 100 особей.

Рацион товарной рыбы и РМС состоял из гранулированных осетровых кормов с содержанием протеина 38–42 %, разработанных и произведенных в ТИПРО [Рачек, Свирский, 2008].

При достоверных различиях по полу самцов гибридов отбраковывали. Самкам при первом созревании вводили электронные метки-транспондеры, на них заводили рыбоводные паспорта. Ежегодно в октябре проводили осенние бонитировки, во время которых определяли массу зрелых производителей с точностью до 50 г, измеряли длину тела АС и обхват с точностью 0,5 см [Правдин, 1966]. На основании полученных данных рассчитывали коэффициент упитанности по Фультону ($P \cdot 100/AC^3$). Для определения стадий зрелости половых продуктов самок использовали щуп и прибор УЗИ-диагностики DP 6600 [Трусев, 1964; Чебанов, Галич, 2013]. Готовых к нересту производителей с осени размещали в отдельных садках, а весной переносили в бассейны ИВК. С 2011 по 2018 г. ежегодно проводили нерестовые кампании самок.

Стимулирование созревания самок гибридов выполняли внутримышечно путем одноразовой инъекции гормоностимулирующего препарата (GnRH) «Сурфагон»*. У самок выявляли возраст наступления половой зрелости, продолжительность созревания всех особей каждой генерации и межнерестовые интервалы. Определяли созреваемость рыб после инъекций; длительность созревания производителей после инъекции в часах; количество полученной икры, включая остаточную; массу одной икринки без полостной жидкости. Истинный вес икры использовали для расчета рабочей (РП), относительной рабочей плодовитости (ОРП) и оосоматического индекса (ОСИ), который определяли как отношение массы полученной овулировавшей икры к массе живой самки перед нерестом в процентах.

Статистическую обработку материалов выполняли на персональном компьютере с использованием программы Excel. Исследовались следующие статистические параметры — средняя и ошибка средней ($M \pm m$), пределы колебаний (Lim), коэффициент вариации (Cv).

Начальное количество молоди гибридов (PO × CO) × АО при переводе в садки для дальнейшего товарного выращивания летом 2002 г. составило 20,0 тыс. шт., гибридов PO × CO — 5,4 тыс. шт.

Количество исследованных самок, принимавших участие в нерестовых кампаниях с 2011 по 2018 г., приведено в табл. 1.

Таблица 1
Количество самок тройного гибрида (PO × CO) × АО, участвовавших в нерестовых кампаниях, экз.

Table 1
Number of examined triple hybrid sturgeon (RS × SS) × AS females, ind.

Год нереста	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Всего самок
Возраст самок, годы	9	10	11	12	13	14	15	16	
Количество самок	1	9	11	21	13	29	12	14	110

Результаты и их обсуждение

Товарное выращивание

Выход личинок гибридов (PO × CO) × АО от икры составил 81,3 %, у гибрида PO × CO был очень низким — 18,4 %. Выживаемость молоди тройного гибрида от личинок, перешедших на активное питание в садках, — 63,0 %, выживаемость гибридов PO × CO — 55,5 %. В связи с нехваткой садков первоначальная плотность

* Методические рекомендации по применению сурфагона для стимуляции созревания самок и самцов осетровых рыб на рыбоводных заводах дельты Волги. СПб., 2010. 44 с.

посадки молоди простых и тройных гибридов была превышена в 1,5–3,0 раза по сравнению с нормативами для амурского осетра. Со второго по четвертый год эксперимента плотность посадки гибридов была близкой к нормативным показателям для АО (табл. 2).

Таблица 2
Результаты выращивания товарных гибридов PO × CO и (PO × CO) × АО в садках

Table 2

Results of sturgeon hybrids RS × SS and (RS × SS) × AS cultivation in cages

Возраст гибридов	Средняя масса, г	Средняя длина АС, см	Плотность посадки, шт./м ²	Рыбопродуктивность, кг/м ²	Затраты корма на прирост, кг/кг	Выживаемость в садках, %
<i>Гибрид (PO × CO) × АО, генерация 2002 г.</i>						
Сеголетки	113,0 ± 3,1	26,6 ± 0,3	240	27	2,7	90
Двухлетки	670,0 ± 9,9	46,7 ± 0,2	67	39	2,5	83
Трехлетки	1580,0 ± 17,3	62,7 ± 0,2	49	78	3,5	93
Четырехлетки	2370,0 ± 25,7	72,0 ± 0,2	40	94 (134)*	3,8	96
<i>Гибрид PO × CO, генерация 2002 г.</i>						
Сеголетки	154,0 ± 4,5	28,8 ± 0,3	120	15	2,3	85
Двухлетки	736,0 ± 19,0	46,7 ± 0,3	68	35	3,1	70
Трехлетки	1621,0 ± 39,0	58,4 ± 0,4	47	68	3,6	88
Четырехлетки	1986,0 ± 45,0	64,1 ± 0,4	42	73 (122)*	6,2	91
<i>АО** (нормативы)</i>						
Сеголетки	100	–	80	8	2,3–2,7	85
Двухлетки	650	–	60–80	30–45	2,5–3,0	80
Трехлетки	1450	–	45–60	60–85	2,8–3,3	90
Четырехлетки	2500	–	30–40	75–80	3,0–3,5	95

* В круглых скобках с учетом реализации.

** Данные Е.И. Рачека с соавторами [2004а, б].

В возрасте от сеголетки до двухлетки простые гибриды опережали тройных гибридов по темпу роста. Различия по массе были достоверными при $0,001 < p < 0,01$. На наш взгляд, это связано с тем, что гибрид PO × CO получил стартовое преимущество в возрасте сеголетки при плотности посадки в два раза ниже, чем у тройного гибрида. В возрасте трехлетки различия по массе стали недостоверными. В четырехлетнем возрасте тройные гибриды превзошли по массе обычного гибрида почти на 20 %, различия высокодостоверны при $p < 0,001$. Однако на четвертом году жизни эффект гетерозиса обоих гибридов по темпу роста начал затухать, и их масса оказалась ниже нормативного показателя для АО соответственно на 130 и 514 г (5,5 и 26,0 %). Для снижения ихтиомассы обоих гибридов в садках во время зимовки и в течение вегетационного периода постоянно проводился отбор самых крупных трехлеток, трехгодовиков и четырехлеток на реализацию. В общей сложности реализовано 6,3 т тройных гибридов и 2,4 т простых гибридов. Отбор наиболее крупных особей товарных гибридов массой от 1,7 до 2,3 кг отразился на конечной средней массе четырехлеток тройных гибридов, которая могла бы, по нашим оценкам, превысить 2500–2600 г.

Однако и после снижения плотности посадки в садках рыбопродуктивность тройных гибридов достигала 94 кг/м² [Разработка технологии..., 2005; Рачек и др., 2013]. Рыбопродуктивность садков с четырехлетними гибридами на 13–18 кг (17–24 %) превышала нормативные показатели для четырехлеток амурского осетра. С учетом реализации в зимний и летний периоды она достигала 134 кг/м², что является очень высоким показателем для осетровых рыб. Если учитывать реализацию, то превышение над нормативной рыбопродуктивностью составляло 54–59 кг (72–74 %). У простых гибридов рыбопродуктивность также весьма высока, но без учета реализованной рыбы несколько ниже нормативов для АО.

Затраты корма на прирост сеголеток и двухлеток гибридов соответствовали нормативам для амурского осетра. Трехлетки и четырехлетки тройных гибридов утилизировали корм хуже особей чистой линии осетра. Особенно высокими оказались кормовые затраты у четырехлеток гибрида $PO \times CO$, которые на протяжении всего сезона болели, плохо утилизировали корм и отличались повышенной элиминацией. Отчасти повышение кормовых затрат можно объяснить крайне высокой ихтиомассой рыбы в садках, когда значительная часть корма разбрасывалась осетрами во время кормления и выносилась из садков.

Во всех возрастных группах лучшая выживаемость в эксперименте отмечена у тройного гибрида $(PO \times CO) \times AO$. Выживаемость гибрида $PO \times CO$ в возрасте от сеголетки до четырехлетки была постоянно ниже на 5–13 %. В двухлетнем возрасте у простого гибрида наблюдался очень высокий отход в зимне-весенний период, составивший 30 %.

В условиях водотоков Нижней Волги, где температурный режим воды большую часть года весьма схож с таковым на Лучегорской НИРС, при выращивании в садках гибриды $PO \times CO$ имеют сходную или несколько меньшую массу: сеголетки — 113,8 г; двухлетки — 395,0; трехлетки — 1450,0 г [Мибуро Закари, 2018].

Рыбоводно-биологические и продукционные показатели самок гибрида

Соотношение самок и самцов из общего количества РМС в 100 особей выглядело следующим образом: самки — 55 экз., самцы — 45 экз., или 1,0 : 0,8. Гибридных самцов для воспроизводства не использовали и после достоверного определения пола отбраковывали.

Масса тела и соматический рост самок. Первая созревшая самка тройного гибрида в возрасте 9 лет имела массу тела 13,1 кг. В пятнадцатилетнем возрасте отмечена наибольшая средняя масса самок 19,3 кг при максимуме 29,1 кг. Годовые приросты массы тела самок тройного гибрида с 9 до 12 лет составляли 0,9–2,7 кг, в возрасте 13–15 лет снизились до 0,25–0,52 кг. В 2018 г. при возрасте самок 16 лет отмечено уменьшение их средней массы тела в связи с недостатком корма (рис. 1, А).

Длина тела самок. Длина тела гибридов ежегодно увеличивалась со 117,7 см при нересте первой самки в возрасте 9 лет до 137,7 см в возрасте 16 лет. Максимальное значение длины тела АС 153 см зарегистрировано у одной из самок в возрасте 15 лет (рис. 1, Б).

Обхват тела самок тройного гибрида ежегодно возрастал от первого нереста в 9 лет до возраста 15 лет с 51,0 до 60,3 см (рис. 1, В). В возрасте 15 лет у одной из самок зафиксирован максимальный обхват 70,8 см. При последнем нересте 2018 г. обхват шестнадцатилетних самок гибридов снизился на 2,3 см.

Упитанность самок тройного гибрида в большинстве нерестовых кампаний варьировала в пределах 0,78–0,80. Несколько большей величины, 0,82–0,84 при максимуме до 0,97, она достигала у самок в возрасте 11 и 12 лет (рис. 1, Г). В возрасте 16 лет в 2018 г. упитанность тела самок снизилась до 0,70 при минимуме 0,65, что связано с уменьшением массы самок наряду с возрастанием их длины.

По нашему мнению, это вызвано недостатком кормов для самок в сентябре 2016 и 2017 гг. по различным организационным и техническим причинам. В то же время сентябрь является наиболее благоприятным месяцем по температурным условиям в садках хозяйства для набора массы самок, икры и увеличения их упитанности.

Созреваемость самок после искусственной стимуляции нереста. Первая самка тройного гибрида созрела после введения гормоностимулирующего препарата в девятилетнем возрасте. В возрасте 10 лет созрели 50 % проинъецированных самок. В дальнейшем по мере увеличения возраста созреваемость самок после введения сурфагона варьировала в пределах 82–100 %, составив в среднем 93 %.

Длительность созревания самок после инъекционирования. Все нерестовые кампании самок тройного гибрида осетровых происходили в период между 12 и 18 мая

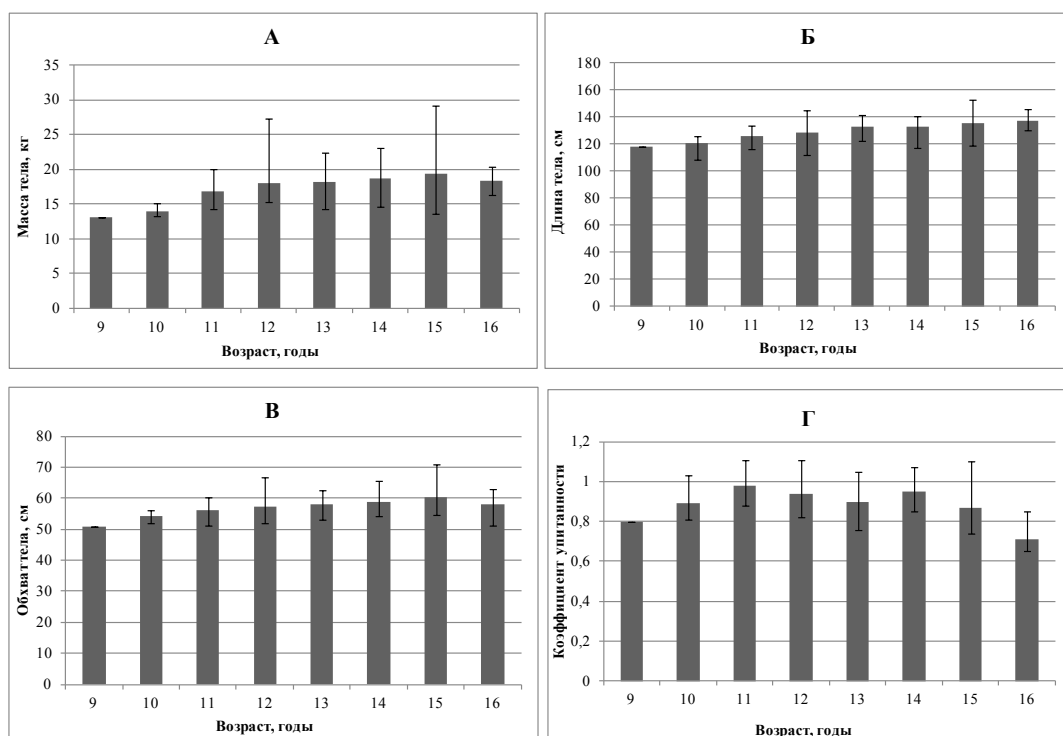


Рис. 1. Динамика размерно-массовых показателей самок тройного гибрида (PO × CO) × AO
 Fig. 1. Dynamics of size and weight parameters for triple hybrid sturgeon (RS × SS) × AS females

2011–2018 гг. при температуре воды 15,4–16,4 °С. Созревание гибридной формы занимало больший промежуток времени, чем амурского осетра, и было более близким по времени к созреванию сибирского осетра ленской популяции. Первые наиболее готовые к нересту самки с ядром, расположенным близко к анимальному полюсу, созревали через 24–26 ч. Время созревания последних самок того же возраста увеличилось до 32–34 ч.

Возраст и масса впервые созревающих самок и самцов. Первых созревающих самцов тройного гибрида с семенниками на III–IV стадии зрелости массой 8,4–12,2 кг и самок с ооцитами на II стадии зрелости массой 9,5–20,0 кг в количестве 15 особей выявили при осенней бонитировке 2009 г. при возрасте осетров 7+. На следующий год в возрасте 8+ определили пол у всех самцов и 42 самок с ооцитами на II, III, III–IV и IV стадиях зрелости. В десятилетнем возрасте удалось определить пол у всех остальных самок, имеющих массу от 7,6 до 20,2 кг. Последние самки гибрида созрели в возрасте 16 лет при массе тела 18,3–20,9 кг.

В литературных источниках приводятся данные о производителях гибрида PO × CO в осетровых хозяйствах европейской части России [Филиппова, Зуевский, 2009]. Обычно самцы созревают на 2–3 года раньше самок. Первые самки гибридной формы созревают в 9 лет, последние — в 15 лет, что практически полностью соответствует срокам созревания тройного гибрида в Приморье. Масса самок при первом созревании варьирует от 8,5 до 13,9 кг, составляя в среднем 10,2 кг, что также вполне согласуется с массой впервые созревающих самок (PO × CO) × AO в садках Лучегорской НИРС. Самки АО в местных условиях созревают в возрасте от 8 до 16 лет при массе тела от 10,0 до 28,2 кг.

Длительность созревания всей генерации самок тройного гибрида. Самки с набором геномов трех видов осетров из различных регионов России имели более длительное время созревания всей генерации по сравнению с амурским осетром. Так, первая самка созрела в возрасте 9 лет. Последние «затянутые» самки этой генерации

созрели в возрасте 15–16 лет при массе тела 17–20 кг. Созревание самок по годам имело следующую динамику: 9 лет — 2 %; 10 лет — 19; 11 лет — 17; 12 лет — 38; 13 лет — 8; 14 лет — 4; 15 лет — 10, 16 лет — 2 %. Около 75 % самок созрели в возрасте 10–12 лет. Разница в сроках созревания первой и последней самок очень большая и составила 7 лет.

Межнерестовые интервалы самок, количество нерестов. Межнерестовые интервалы самок тройного гибрида (РО × СО) × АО распределились следующим образом: пропускающие 1 сезон — 47 %; пропускающие 1–2 сезона — 15 %; пропускающие 2 сезона — 35 %, пропускающие 2–3 сезона — 3 %. Таким образом, преобладающее большинство самок пропускали 1 или 1–2 сезона между нерестами. Далее по численности идут самки, пропускающие 2 сезона между нерестами. В общей сложности межнерестовые интервалы 97 % самок составляли 1–2 сезона. В условиях тепловодного садкового хозяйства в европейской части России минимальный межнерестовый интервал гибрида РО × СО составляет два года (один сезон), сумма температур за это время должна быть не менее 9000 градусо-дней [Филиппова, Зуевский, 2009]. Температурный режим на Лучегорской НИРС за два смежных года весьма близок к этому значению и варьирует в пределах от 9000 до 9300 градусо-дней.

Межнерестовые интервалы самок гибрида РО × СО, содержащихся в садках Лучегорской НИРС, следующие: нерестящиеся ежегодно или пропускающие 1 сезон — 81 %, пропускающие 1–2 сезона — 19 %. Межнерестовые интервалы самок АО: нерестящиеся ежегодно или пропускающие 1 сезон — 75 %; пропускающие 1–2 сезона — 22 %; пропускающие 2–3 сезона — 3 % [Рачек, Амвросов, 2018].

Самки тройного гибрида в зависимости от сроков созревания и межнерестовых интервалов нерестились от 1 до 4 раз. Распределение самок по числу участия в нерестовых кампаниях следующее: отнерестившиеся один раз — 21 %; два раза — 38 %; три раза — 26 %; четыре раза — 15 %.

Формирование половых клеток самок тройного гибрида. Период формирования половых клеток большинства впервые созревающих самок тройного гибрида от момента первичного накопления желтка до дефинитивных размеров продолжается два года. У преобладающего большинства отнерестившихся весной самок к осени гонады с ооцитами на II, II–III и III стадиях зрелости. Практически все они осенью следующего года имеют ооциты на завершенной IV стадии зрелости и принимают участие в нересте после зимовки. У некоторых самок осенью в год нереста ооциты на III–IV стадии зрелости. К осени следующего года они созревают, а их икра при последующем нересте отличается укрупненными размерами.

Однако имелись самки, ооциты которых после нереста в возрасте 12 лет находились на II стадии зрелости, в возрасте 13 лет — на II–III, III или III–IV стадиях зрелости и лишь осенью в возрасте 14 лет на IV стадии зрелости. У этих самок межнерестовый интервал составлял 2 сезона, или 3 года.

Несколько самок, созревших поздно в 2018 г. в возрасте 16 лет, в возрасте 11, 12 и 13 лет имели ооциты на II или II–III стадиях зрелости, а в 14 лет — на III стадии зрелости. Ооциты на IV завершенной стадии зрелости отмечены у них лишь осенью 2017 г.

Масса полученной икры. Минимальное количество икры 0,75–1,32 кг получили от первых созревших самок в возрасте 9 и 10 лет. Затем масса икры практически ежегодно возрастала и достигла наибольшего среднего значения 2,99 кг к возрасту осетров 14 лет (рис. 2, А).

В этом же возрасте у одной из нерестящихся самок отмечено наибольшее количество икры — 3,9 кг. В возрасте 15–16 лет масса продуцируемой икры сократилась на 0,77–0,85 кг и находилась в пределах 2,14–2,24 кг. Мы связываем это с двукратным сокращением норм кормления рыбы в сентябре 2016 и 2017 гг. из-за недопоставки корма в периоды наиболее активного роста ооцитов.

В среднем за 8 лет эксплуатации тройных гибридов за одну нерестовую кампанию от одной самки получили 2,28 кг икры (табл. 3).

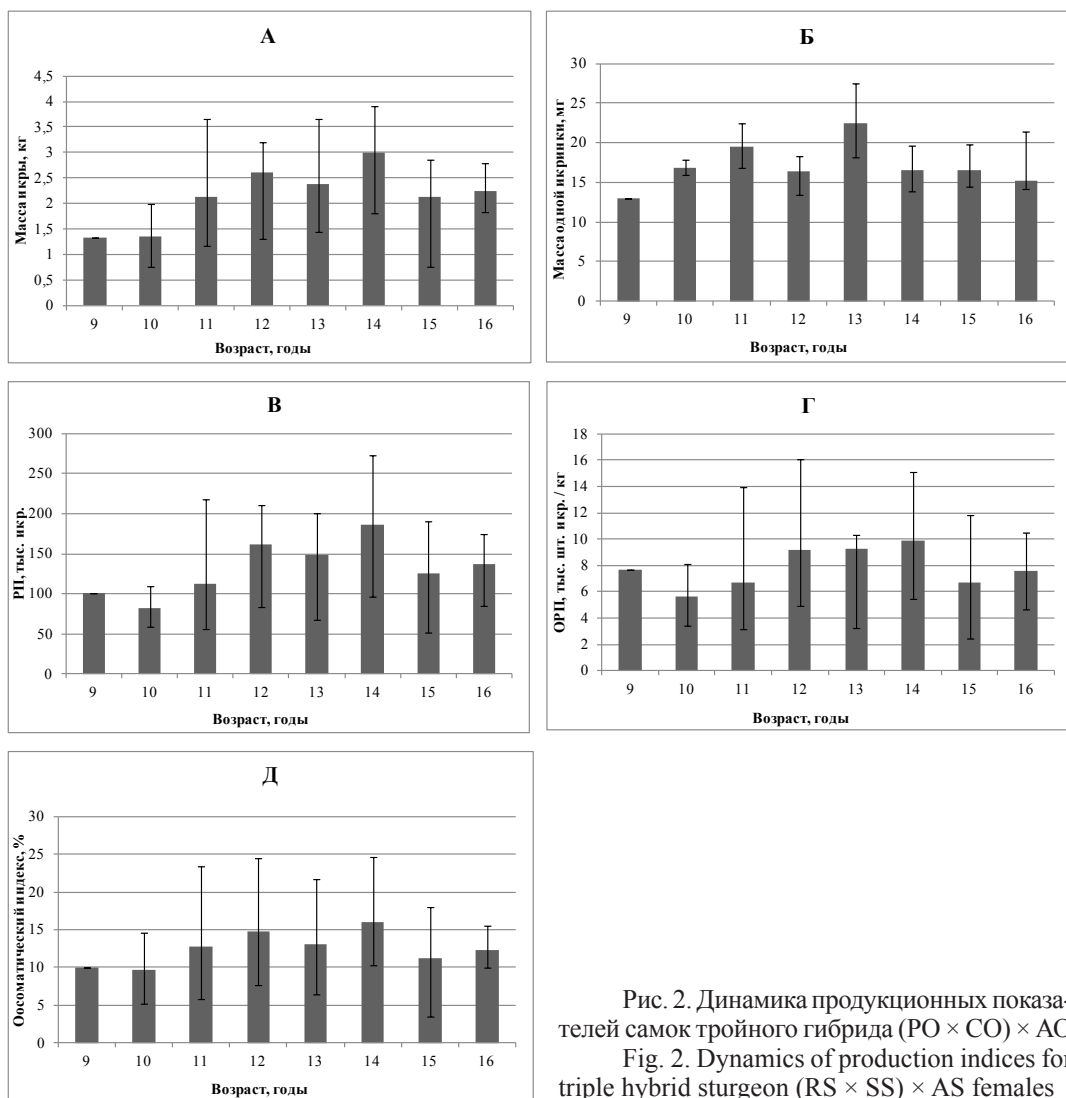


Рис. 2. Динамика продукционных показателей самок тройного гибрида (PO × CO) × AO
 Fig. 2. Dynamics of production indices for triple hybrid sturgeon (RS × SS) × AS females

Таблица 3
 Средние продукционные показатели самок тройного гибрида (PO × CO) × AO
 в возрасте от 9 до 16 лет за один нерест (n = 110 нерестов)

Table 3
 Average production indices for triple hybrid sturgeon (RS × SS) × AS females
 at age of 9–16 years, per spawning (n = 110)

Показатель	Масса самок, кг	Масса икры, кг	Масса икринки, мг	РП, тыс. икр.	ОРП, тыс. икр./кг	ОСИ, %
M ± m	17,9 ± 0,3	2,28 ± 0,07	17,6 ± 0,3	132,0 ± 4,8	7,40 ± 0,26	12,80 ± 0,40
Lim	13,1–29,1	0,75–3,90	13,1–27,5	52,0–273,0	2,40–16,10	3,50–24,70
Cv	16,2	32,70	15,6	37,3	36,60	32,0

Масса икринок. Самые мелкие икринки массой 13,1 мг отмечены у впервые нерестящейся молодой самки в возрасте 9 лет. При постепенном созревании основного количества рыб навеска икринок возрастала и достигла 22,5 мг при максимуме 27,5 мг в возрасте 13 лет (рис. 2, Б; табл. 3). В возрасте 14 лет масса икринок резко снизилась на 6,0 мг до значения 16,6 мг. В два последующих года постепенное уменьшение массы икринок продолжалось до значения 15,2 мг.

Рабочая плодовитость. Минимальное значение РП 83 тыс. икр. зарегистрировано у девяти впервые созревших самок в возрасте 10 лет (рис. 2, В; табл. 3). Максимальное значение этого показателя 186 тыс. икр. отмечено у самок в возрасте 14 лет. В этом же возрасте у одной из самок наблюдалась максимальная РП на уровне 273 тыс. икр. В последующие два года РП снизилась на 50–60 тыс. икр. и варьировала в диапазоне 126–138 тыс. икр.

Относительная рабочая плодовитость. Динамика ОРП практически полностью повторяла динамику РП (рис. 2, Г; табл. 3). Минимальное значение этого показателя, 5,7 тыс. икр./кг, наблюдалось у десятилетних особей, наибольшее среднее значение, 9,9 тыс. икр./кг, отмечено у самок в возрасте 14 лет, однако максимальный показатель, 15,0 тыс. икр./кг, зарегистрирован у одной из самок в возрасте 12 лет.

Оосоматический индекс. Минимальный выход икры, ниже 10 % от массы тела, наблюдался у самок в возрасте 10 лет, наибольший средний выход икры 16 % отмечен в возрасте 14 лет. В то же время у некоторых элитных самок в возрасте от 11 до 14 лет он достигал значений 22–25 % (рис. 2, Д; табл. 3).

Корреляции между размерными и продукционными показателями. Проведенный анализ взаимосвязей между размерными и продукционными показателями тройного гибрида выявил слабую и среднюю положительную связь между возрастом и размерными показателями рыбы с массой полученной икры и рабочей плодовитостью ($r = 0,27-0,44$). Причем наиболее значимой является связь между обхватом рыбы и рабочей плодовитостью. Существует очень тесная и высокая положительная связь между массой икры, рабочей и относительной плодовитостью и выходом икры. Коэффициент корреляции находится на уровне 0,83–0,92 (табл. 4).

Таблица 4

Взаимосвязь между размерными и продукционными показателями самок тройного гибрида (РО × СО) × АО (n = 110 нерестов)

Table 4

Correlation between size and production indices for triple hybrid sturgeon (RS × SS) × AS females (n = 110)

Коррелирующий признак	Масса икры	Масса икринки	РП	ОРП	ОСИ
Возраст рыбы	0,30	-0,13	0,31	0,18	0,13
Длина рыбы	0,31	-0,05	0,27	-0,05	-0,07
Масса рыбы	0,29	-0,06	0,27	-0,11	-0,15
Обхват рыбы	0,44	-0,07	0,41	0,10	0,08
Коэффициент упитанности	0,16	0,03	0,16	0,10	0,10
Масса икры	1,00	-0,06	0,92	0,83	0,89
Масса икринки	-0,06	1,00	-0,41	-0,40	-0,04

Отмечена отрицательная связь средней силы между массой икринки, рабочей и относительной плодовитостями ($r = -0,40-0,41$). Все остальные корреляционные связи характеризуются как слабые либо очень слабые положительные или отрицательные.

Сравнение продукционных показателей гибрида РО × СО, АО и тройного гибрида (РО × СО) × АО. Самки гибрида РО × СО постоянно участвовали в нерестовых кампаниях на Лучегорской НИРС с 2001 г. [Рачек и др., 2010]. От самок (РО × СО) × АО и АО икру начали получать с 2011 г. Всех самок в экспериментах содержали при близкой плотности посадки, сходных температурных условиях, на одном виде корма и одинаковых нормах кормления. Поэтому мы считаем сравнение их продукционных показателей корректным. Для анализа использовали осредненные продукционные показатели самок двух гибридных форм и чистой линии АО за один нерест одинакового возраста от 9 до 16 лет, эксплуатировавшихся на Лучегорской НИРС в течение 8 лет (табл. 5).

Максимальная масса тела, количество икры, РП и ОРП при минимальной массе икринок отмечены у амурского осетра. По всем этим показателям АО достоверно от-

Таблица 5

Средние продукционные показатели самок АО, гибридов PO × CO и (PO × CO) × АО, участвовавших в нерестовых кампаниях в течение 8 лет с момента первого созревания

Table 5

Production indices for females of sturgeon forms: AS, hybrid RS×SS, and hybrid (RS × SS) × AS, averaged for 8 years of spawning since the first maturation

Самка	Масса самки, кг	Масса икры, г	Масса икринки, мг	РП, тыс. икр.	ОРП, тыс. икр./кг	ОСИ, %
PO × CO	14,2 ± 0,4	2,07 ± 0,12	19,1 ± 0,5	107,0 ± 5,8	7,60 ± 0,35	14,4 ± 0,7
АО	22,7 ± 0,3	2,98 ± 0,07	16,0 ± 0,2	188,0 ± 4,3	8,40 ± 0,20	13,1 ± 0,2
(PO × CO) × АО	17,9 ± 0,3	2,28 ± 0,07	17,6 ± 0,3	132,0 ± 4,8	7,40 ± 0,26	12,8 ± 0,4

личается от тройного гибрида при $0,001 < p < 0,01$. Различия по ОСИ статистически недостоверны.

Масса самок простого гибрида достоверно ниже массы самок тройного гибрида при $p < 0,001$, РП достоверно ниже при $p < 0,01$. Масса икринок и ОСИ простого гибрида достоверно выше таковых у тройного гибрида при $p < 0,05$. Различия по количеству полученной икры и ОРП статистически недостоверны.

Масса самок тройного гибрида оказалась промежуточной между массами самок гибридной формы PO × CO и чистой линии АО. Самки тройного гибрида достоверно меньше самок АО на 4,8 кг (21 %) и больше самок простого гибрида на 3,7 кг (21 %).

Выход икры у тройного гибрида ниже, чем у АО, на 0,7 кг (23 %). Масса икринок тройного гибрида меньше, чем у простого гибрида, на 8 %, но больше, чем у АО, на 9 %.

РП ниже, чем у АО, на 56 тыс. икринок (30 %), но выше, чем у гибрида PO × CO, на 25 тыс. икринок (21 %). ОРП ниже на 12 % по сравнению с АО и недостоверно отличается от простого гибрида. Выход икры от массы тела у тройного гибрида оказался на 11 % меньше, чем у гибрида PO × CO, и недостоверно отличается от выхода икры у АО.

По большинству рыбоводных и продукционных показателей в расчете на один нерест тройные гибриды (PO × CO) × АО занимали промежуточное положение между гибридом PO × CO и АО. По выходу икры от массы тела самки тройных гибридов заняли последнее место.

Обобщенные результаты получения овулировавшей икры на одну самку тройного гибрида и исходных линий для скрещивания. Проведенные исследования выявили, что среднее количество икры, полученной от одной самки тройного гибрида за период наблюдений (8 лет), составило 5,25 кг, а средний выход икры от массы тела приближался к 30 % при максимальной вариабельности этих показателей (табл. 6).

Таблица 6

Статистические показатели получения икры на одну самку исходных линий для скрещивания и тройного гибрида за 8 лет эксплуатации

Table 6

Yield of hard roe per female for crossbreeding species and triple hybrid of sturgeon, averaged for 8 years of harvesting

Вид или гибрид, количество нерестящихся самок	Статистический показатель	Масса икры от одной самки за все нерестовые кампании, кг	Выход икры от массы самок, %	Кратность участия в нерестовых кампаниях, раз
PO × CO, 34 шт.	M ± m	5,83 ± 0,30	37,9 ± 2,3	1–4
	Lim	3,66–7,85	24,6–61,2	
	CV	20,8	23,1	
АО, 77 шт.	M ± m	8,70 ± 0,40	42,2 ± 1,9	1–5
	Lim	0,66–17,30	3,7–75,5	
	CV	42,0	38,5	
(PO × CO) × АО, 110 шт.	M ± m	5,25 ± 0,40	29,9 ± 2,4	1–4
	Lim	0,75–11,0	4,0–73,0	
	CV	51,3	55,1	

Таблица 7

Статистические показатели получения икры на одну самку гибрида (PO × CO) × АО
в зависимости от количества нерестов

Table 7

Cumulative production of hard roe per female for triple hybrid sturgeon (RS × SS) × AS
depending on number of spawning

Кратность участия в нерестовых кампаниях, раз	Количество самок, экз.	Статистический показатель	Средняя масса самок, кг	Масса икры, за все нерестовые кампании, кг	Выход икры от массы тела, %
1	10	M ± m	19,1 ± 0,6	1,9 ± 0,2	10
		Lim	15,9–22,0	0,8–2,5	4–15
		CV	10,3	30,1	35,3
2	18	M ± m	18,3 ± 0,8	4,4 ± 0,3	25
		Lim	13,1–29,1	2,7–6,6	15–47
		CV	17,9	24,7	30,7
3	12	M ± m	18,0 ± 0,8	7,2 ± 0,6	40
		Lim	13,4–22,5	1,2–10,8	20–60
		CV	14,5	26,8	21,1
4	7	M ± m	16,8 ± 0,5	8,9 ± 0,5	54
		Lim	15,2–19,4	7,1–11,0	37–73
		CV	7,9	14,1	19,7

За 8 лет участия в нерестовых кампаниях общее количество и выход икры от самок тройных гибридов достоверно ниже таковых показателей у АО на 40 % при $p < 0,001$. Различия между этими показателями у простого и сложного гибрида статистически незначимы. У простого гибрида сравниваемые показатели значительно менее вариабельны по сравнению с тройным. Минимальное и максимальное количество икры от отдельных самок гибрида PO × CO различалось в 2,14 раза, у самок гибридов (PO × CO) × АО и чистой линии АО — многократно.

Выход икры зависел от кратности участия самок гибрида (PO × CO) × АО в нерестовых кампаниях. Большинство самок тройных гибридов принимали участие в нересте 2–3 раза. Минимальное количество икры — около 2 кг, или 10 % от массы тела, — получили от поздно созревших самок, большинство которых впервые отнерестились в 2018 г. (табл. 7).

От самок, нерестящихся два раза, получали в 2,3 раза больше икры, максимально 6,6 кг, или 47 %. Среди самок имелись высокопродуктивные особи, принявшие участие в нересте три раза. Так, у двух самок из двенадцати выход икры за три нерестовых кампании составил 9,6–10,8 кг, или 55–60 % от массы тела.

Наибольшее количество икры, около 9 кг, или 54 % от средней массы тела, продуцировали семь самок, отнерестившихся четыре раза. Из семи самок три особи (43 %) отдали максимум икры — 10–11 кг, или 55–73 % от массы тела. Эти самки впервые созрели в возрасте 10 и 11 лет.

Икра тройных гибридов отличалась высоким качеством, близким к икре амурского осетра, и не создавала проблем при изготовлении пищевой продукции.

Технологичность и выживаемость. Самки тройного гибрида довольно быстро успокаивались на столе для взятия икры, и проблем с ее получением не происходило. Из 55 первоначально выявленных самок в нересте участвовали 47, или 86 %. Семь самок отбраковали по экстерьерным признакам и в связи с плохой созреваемостью начиная с возраста десяти лет.

Выживаемость самок тройных гибридов за восьмилетний период эксплуатации составила 98 %. Погибла одна самка, два раза участвовавшая в нересте в возрасте 10 и 12 лет.

Заключение

Проведя комплексную оценку рыбоводно-биологических и продукционных показателей товарных особей и самок тройного гибрида русского, сибирского и амурского осетров, можно констатировать, что выход предличинок тройных гибридов от икры и выживаемость их молоди в бассейнах достоверно выше, чем у гибрида РО × СО и чистой линии АО. При товарном выращивании конечная масса трех- и четырехлеток тройного гибрида не очень значительно отличается от таковой амурского осетра и простого гибрида РО × СО сходного возраста. Тройной гибрид имеет более высокую выживаемость на всех этапах выращивания в возрасте от сеголетки до четырехлетки по сравнению с гибридом РО × СО и особями чистой линии АО. Это связано, по нашему мнению, с эффектом гетерозиса при скрещивании трех географически отдаленных видов осетровых. Основными преимуществами тройного гибрида являются его повышенная жизнестойкость, способность выдерживать уплотненные посадки и достигать рыбопродуктивности намного больше нормативных показателей не только для амурского осетра, но и для других видов и гибридов осетровых рыб [Крылова, 2003].

Первые самки тройного гибрида в садках Лучегорской НИРС созревали в возрасте 9 лет при массе около 10 кг, как и самки простого гибрида и большинство самок амурского осетра. Созреваемость всего маточного стада самок генерации оказалась сильно растянутой по времени — на 7 лет, и практически такой же, как у обоих исходных форм для скрещивания. Сравнительный анализ результатов многолетних экспериментов показал, что большинство продукционных показателей самок тройного гибрида занимают промежуточное положение между аналогичными показателями исходных форм для скрещивания.

Среднее количество икры, полученной от одной самки тройного гибрида за все нерестовые кампании, составило 5,25 кг, или 30 % от массы тела. Максимальное количество икры получали от самок, отнерестившихся три-четыре раза. Причем у некоторых самок общий выход икры достигал 10–11 кг, или 55–73 % от массы тела.

Тройной гибрид значительно уступал амурскому осетру по общему количеству полученной икры и ее выходу относительно массы тела. Различия в этих показателях между простым и тройным гибридом статистически не значимы.

Часть незрелых истощенных самок пришлось отбраковать во время осенних бонитировок. Возможно, что это связано с нарушениями развития воспроизводительной системы или генетическими абберациями осетров со сложным набором хромосом.

Положительным моментом является малотравматичность, легкость получения овулировавшей икры, высокая выживаемость самок тройного гибрида после прижизненного получения икры и хорошее качество икры, используемой для производства пищевой продукции.

Благодарности

Авторы благодарны коллективу Лучегорской научно-исследовательской рыбоводной станции Тихоокеанского филиала ТИНРО за проведение экспериментов по товарному выращиванию тройных гибридов и получению от них пищевой икры.

Финансирование работы

Результаты настоящего исследования были получены в рамках выполнения Государственной работы.

Соблюдение этических стандартов

Все применимые международные, национальные принципы использования животных были соблюдены. Библиографические ссылки на все использованные в обзоре данные других авторов оформлены в соответствии с ГОСТом. Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

Информация о вкладе авторов

Авторы являлись инициаторами создания тройного гибрида трех видов осетровых, участвовали в его получении, выращивании молоди и товарной рыбы, в формировании РМС, отборе самок и самцов при осенних бонитировках, в получении икры от самок тройного гибрида в период нерестовых кампаний, обсуждении полученных результатов. Д.Ю. Амвросов написал первую версию статьи, Е.И. Рачек осуществил редактирование и подготовку окончательного варианта рукописи.

Список литературы

- Бурцев И.А.** Способ получения икры от самок рыб : А.с. 244793. Заявл. 11.12.1967; Опубл. 28.05.1969. Бюл. № 18.
- Крылова В.Д.** Биотехника товарного выращивания бестера и ленского осетра в трехлетнем цикле : Рыб. хоз-во. Сер. Воспроизводство и пастбищное выращивание гидробионтов : аналитическая и реферативная информация. — М. : ВНИЭРХ, 2003. — Вып. 2. — 42 с.
- Мибуро Закари.** Использование гибридизации русского осетра с сибирским видом для увеличения производства товарной продукции : дис. ... канд. сельхоз. наук. — Самара, 2018. — 110 с.
- Правдин И.Ф.** Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных) : моногр. — 4-е изд., перераб. и доп. — М. : Пищепромиздат, 1966. — 375 с.
- Разработка технологии комбинированного выращивания дальневосточных осетровых в бассейнах и садках тепловодного хозяйства / Е.И. Рачек, Д.Ю. Амвросов, В.М. Воропаев и др. : отчет о НИР (заключительный) / ТИНРО. № Гос. рег. 01.20.0010949; Инв. № 25554. — Владивосток, 2005. — 154 с.**
- Рачек Е.И.** Современное состояние осетроводства в Приморском крае // Рыбоводство и рыбное хозяйство. — 2012. — № 6. — С. 34–39.
- Рачек Е.И., Амвросов Д.Ю.** Оценка производителей амурского осетра *Acipenser schrenckii* из садкового тепловодного хозяйства в процессе многолетней эксплуатации // Изв. ТИНРО. — 2018. — Т. 192. — С. 202–213. DOI: 10.26428/1606-9919-2018-192-202-213.
- Рачек Е.И., Свирский В.Г.** Процесс доместикации амурского осетра в тепловодном хозяйстве Приморья // Изв. ТИНРО. — 2008. — Т. 155. — С. 219–229.
- 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. ТИНРО. — 2010. — Т. 161. — С. 229–250.
- Рачек Е.И., Свирский В.Г., Скирин В.И.** Инструкция по выращиванию сеголеток амурского осетра и калуги комбинированным методом в бассейнах и садках тепловодных хозяйств. — Владивосток: ТИНРО-центр, 2004а. — 26 с.
- Рачек Е.И., Скирин В.И., Кожухов Е.В.** Временная инструкция по товарному выращиванию амурского осетра и калуги в садках тепловодных хозяйств / ТИНРО-центр. № Гос. рег. 01.20.0010949; Инв. № 25269. — Владивосток, 2004б. — 140 с.
- Рачек Е.И., Скирин В.И., Корнилова А.В.** Гибриды амурских осетровых рыб для товарного выращивания // Рыб. хоз-во. — 2013. — № 3. — С. 70–78.
- Рачек Е.И., Скирин В.И., Свирский В.Г., Амвросов Д.Ю.** Товарное выращивание межродовых гибридов стерляди с калугой в тепловодном хозяйстве // Осетровое хозяйство. — 2009. — № 3. — С. 52–63.
- Сафронов А.С.** Оценка качества производителей осетровых рыб на примере бестера, русского, сибирского осетров и гибрида между ними как объектов разведения и селекции в аквакультуре : автореф. дис. ... канд. биол. наук. — М., 2003. — 24 с.
- Сафронов А.С., Филиппова О.П.** Опыт выращивания гибрида русского (*Acipenser guldenstadti* Br.) и сибирского (*Acipenser baeri* Br.) осетра в тепловодном хозяйстве «Кадуйрыбхоз» Вологодской области // Тез. докл. Междунар. конф. «Осетровые на рубеже XXI века». — Астрахань : КаспНИРХ, 2000. — С. 317–318.
- Трусов В.З.** Некоторые особенности созревания и шкала зрелости половых желез осетра // Тр. ВНИРО. — 1964. — Т. 56. — С. 69–78.
- Филиппова О.П., Зуевский С.Е.** Перспективы выращивания гибрида русского осетра с сибирским осетром в России // Сб. тр. Междунар. науч.-практ. форума «Стратегия 2020: Интеграционные процессы образования, науки и бизнеса как основа инновационного развития аквакультуры в России». — М. : МГУТУ, 2009. — С. 56–66.
- Чебанов М.С., Галич Е.В.** Руководство по искусственному воспроизводству осетровых рыб : технический доклад ФАО по рыбному хозяйству. — Анкара : ФАО, 2013. — № 558. — 325 с.

References

- Burtsev, I.A.**, *Sposob polucheniya ikry ot samok ryb* (A method of obtaining caviar from female fish): A.S. 244793. Decl. 12.11.1967; Publ. 05.28.1969. Bull. no. 18.
- Krylova, V.D.**, Biotechnology of commodity cultivation of bester and Lena sturgeon in a three-year cycle, *Ryb. khoz-vo. Ser. Vospromozhstvo i pastbishchnoye vyrashchivaniye gidrobiontov* (Pisces. household. Ser. Reproduction and pasture cultivation of aquatic organisms: analytical and abstract information), Moscow: VNIERKh, 2003, no. 2.
- Miburo Zachary**, Using hybridization of Russian sturgeon with Siberian species to increase production of marketable products, *Cand. Sci. (Agricultural.) Dissertation*, Samara, 2018.
- Pravdin, I.F.**, *Rukovodstvo po izucheniyu ryb (preimushchestvenno presnovodnykh)* (Guide to the Study of Fish (Mainly Freshwater)), 4th ed., Moscow: Pishchevaya Promyshlennost', 1966.
- Rachek, E.I., Amvrosov, D.Yu., Voropaev, V.M., Valova, V.N., Skirin, V.I., and Kozhukhov, E.V.**, *Razrabotka tekhnologii kombinirovannogo vyrashchivaniya dal'nevostochnykh osetrovyykh v basseynakh i sadkakh teplovodnogo khozyaystva* (Development of technology for the combined cultivation of Far Eastern sturgeons in basins and cages of a warm-water economy), Available from TINRO, 2005, Vladivostok, no. Gos. reg. 01.20.0010949; inv. no. 25554.
- Rachek, E.I. and Amvrosov, D.Y.**, Characteristic of spawners for amur sturgeon *Acipenser schrenckii* from warm-water cage farm in the process of long-term exploitation, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2018, vol. 192, pp. 202–213, DOI: 10.26428/1606-9919-2018-192-202-213
- Rachek, E.I. and Svirsky, V.G.**, Process of the Amur sturgeon domestication in the warm-water farm Primorye, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2008, vol. 155, pp. 219–229.
- Rachek, E.I., Svirsky, V.G., and Skirin, V.I.**, Generative and somatic production of sturgeon females from experimental fish farm in Primorye as the basis for caviar output, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2010, vol. 161, pp. 229–250.
- Rachek, E.I., Svirsky, V.G., and Skirin, V.I.**, *Instruktsiya po vyrashchivaniyu segoletok amurskogo osetra i kalugi kombinirovannym metodom v basseynakh i sadkakh teplovodnykh khozyaystv* (Instructions for growing yearlings of Amur sturgeon and kaluga using the combined method in pools and cages of warm-water farms), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2004a.
- Rachek, E.I., Skirin, V.I., and Kozhukhov, E.V.**, *Vremennaya instruktsiya po tovarnomu vyrashchivaniyu amurskogo osetra i kalugi v sadkakh teplovodnykh khozyaystv* (Temporary instruction for the commercial cultivation of Amur sturgeon and kaluga in cages of warm-water farms), Available from TINRO-Tsentr, 2004b, Vladivostok, no. Gos. reg. 01.20.0010949; inv. no. 25269.
- Rachek, E.I., Skirin, V.I., and Kornilova, A.V.**, Amur sturgeon hybrids for commercial rearing, *Rybn. Khoz.*, 2013, no. 3, pp. 70–78.
- Rachek, E.I., Skirin, V.I., Svirsky, V.G., and Amvrosov, D.Yu.**, Commercial cultivation of intergeneric sterlet hybrids with kaluga in a warm-water economy, *Osetrovoye khozyaystvo*, 2009, no. 3, pp. 52–63.
- Safronov, A.S.**, Quality assessment of sturgeon producers using the example of bester, Russian, Siberian sturgeon and a hybrid between them as breeding and selection objects in aquaculture, *Cand. Sci. (Biol.) Dissertation*, Moscow, 2003.
- Safronov, A.S. and Filippova, O.P.**, The experience of growing a Russian hybrid (*Acipenser guldenstadti* Br.) and Siberian (*Acipenser baeri* Br.) Sturgeon in the Kaduy-Rykhkhkh warm-water economy of the Vologda Oblast, in *Osetrovyye na rubezhe XXI veka* (Tez. doc. Int. conf. "Sturgeon at the turn of the XXI century"), Astrakhan: Kasp. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz., 2000, pp. 317–318.
- Trusov, V.Z.**, Some features of maturation and maturity scale of the sex glands of the sturgeon, *Tr. Vses. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 1964, vol. 56, pp. 69–78.
- Filippova, O.P. and Zuevsky, S.E.**, Prospects for growing a hybrid of Russian sturgeon with Siberian sturgeon in Russia, in *Strategiya 2020: Integratsionnyye protsessy obrazovaniya, nauki i biznesa kak osnova innovatsionnogo razvitiya akvakul'tury v Rossii* (Col. of papers Int. scientific-practical Forum "Strategy 2020: Integration processes of education, science and business as the basis for the innovative development of aquaculture in Russia"), Moscow: MGUTU, 2009, pp. 56–66.
- Chebanov, M.S. and Galich, E.V.**, *Rukovodstvo po iskusstvennomu vosproizvodstvu osetrovyykh ryb* (Guidelines for Artificial Reproduction of Sturgeons: FAO Technical Report on Fisheries), Ankara: FAO, 2013, no. 558.
- Metodicheskiye rekomendatsii po primeneniyu surfagona dlya stimulyatsii sozrevaniya samok i samtsov osetrovyykh ryb na rybovodnykh zavodakh del'ty Volgi** (Guidelines for the use of surphagon to stimulate the maturation of females and males of sturgeons in fish breeding plants of the Volga delta), St. Petersburg, 2010.

Поступила в редакцию 4.09.2019 г.

После доработки 12.05.2020 г.

Принята к публикации 20.05.2020 г.