

СМЕНА ПАРАДИГМЫ ИСКУССТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА ОСЕТРОВЫХ РЫБ (*Acipenseridae*) В ВОЛЖСКО-КАСПИЙСКОМ БАССЕЙНЕ В УСЛОВИЯХ ДЕФИЦИТА ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ЕСТЕСТВЕННЫХ ГЕНЕРАЦИЙ (обзор)

Н.В. СУДАКОВА¹, Е.В. МИКОДИНА², Л.М. ВАСИЛЬЕВА¹

Общеизвестно, что численность природных популяций осетровых семейства *Acipenseridae* (за исключением стерляди *Acipenser ruthenus*) к началу XXI века достигла критических значений (P. Bronzi с соавт., 1999; Э.В. Макаров с соавт., 2000; L. Speer с соавт., 2000; G.I. Ruban с соавт., 2015). В настоящее время для находящихся под угрозой исчезновения видов осетровых рыб главным источником пополнения популяций остается искусственное воспроизводство (M.S. Shebanov с соавт., 2007). Это направление осетроводства в наибольшей степени развито на Нижней Волге Каспийского бассейна (В.В. Мильштейн, 1982; А.А. Кокоза, 2004; Л.М. Васильева, 2011). Для повышения его эффективности актуализируются имеющиеся технологии и разрабатываются новые (M. Shebanov с соавт., 2011; S. Wuertz с соавт., 2018). Одна из них — формирование маточных (продукционных) стад на осетровых рыбоводных заводах (ОРЗ) (В.В. Тяпугин, 2015; Л.М. Васильева, 2015; А.А. Попова с соавт., 2002). За рубежом маточные стада осетровых рыб созданы в индустриальных хозяйствах, нацеленных в основном на коммерческую деятельность. Для аналитического исследования мы использовали собственные данные, источники литературы и отчеты по рыбоводству «Северо-Каспийского бассейнового управления по рыболовству и сохранению водных биологических ресурсов» (ФГБУ «Севкаспрыбвод»). Отметим, что большинство имеющихся на эту тему российских публикаций вышли в свет в региональной периодике, что определяет их малую доступность. Настоящий обзор восполняет существующий пробел. Из шести видов осетровых рыб, обитающих в Волго-Каспийском бассейне, в представленной работе как объекты искусственного воспроизводства исследованы белуга *Huso huso*, русский осетр *Acipenser gueldenstaedtii*, севрюга *A. stellatus* и стерлядь *A. ruthenus* (G.I. Ruban с соавт., 2011). Проанализированы сведения по использованию осетровых видов рыб разного происхождения в искусственном воспроизводстве на шести рыбоводных заводах Астраханской области за 2012-2015 годы. В видовом составе отловленных для рыбоводных целей диких производителей доминирует русский осетр (85-90 %) при критически малых долях белуги и севрюги, находящихся на грани полного исчезновения в естественной среде обитания (А.А. Кокоза с соавт., 2014; Г.И. Рубан с соавт., 2017). Показано, что число особей из природных популяций среди производителей осетровых рыб сокращалось, а из маточных (продукционных) стад — увеличивалось. Продукционные стада сформированы двумя альтернативными способами: domestикацией диких половозрелых рыб и выращиванием производителей от рождения (от оплодотворенной икры) до половозрелого состояния («от икры до икры»). Domestикация позволяет ускорить процесс формирования продукционного стада, поскольку исключает из срока формирования маточного стада достаточно длительный промежуток времени, включающий четыре периода жизненного цикла осетровых рыб (эмбриональный, личиночный, мальковый, неполовозрелый). Формирование продукционных стад способом domestикации, начавшееся в 1999 году, привело к уменьшению среднего возраста достижения половой зрелости у разных видов осетровых рыб в условиях неволи. Он составляет от 2 до 9 лет. Показано, что доля потомства, полученного от выращенных в искусственных условиях производителей осетровых рыб, на ОРЗ Астраханской области динамично увеличивается. Таким образом, в России разработаны научные основы и технологии формирования продукционных стад осетровых рыб, которые вовлечены в процесс искусственного воспроизводства на федеральных осетровых рыбоводных заводах Нижней Волги. Констатируется смена парадигмы искусственного воспроизводства осетровых рыб, базирующегося в современных условиях на получении потомства от производителей продукционных (маточных) стад.

Ключевые слова: осетровые, Каспийский бассейн, осетровые рыбоводные заводы, искусственное воспроизводство, яровая и озимая расы, дефицит численности осетровых, продукционные стада рыб, domestикация, смена парадигмы.

Все осетровые рыбы семейства *Acipenseridae* — реликты девона-карбона палеозойской эры с расцветом в мезозое (1, 2). За исключением потамодромной стерляди *Acipenser ruthenus*, это анадромные рыбы, которые, обитая в море, мигрируют в реки для размножения.

Всего несколько лет назад считали, что Волго-Каспийский бас-

сейн — часть ареала шести видов осетровых рыб: белуги *Huso huso*, русского *A. gueldenstaedtii* и персидского *A. persicus* осетров, севрюги *A. stellatus*, стерляди *A. ruthenus*, шипа *A. nudiventris* (3-5). Однако научное сообщество еще не достигло консенсуса в признании персидского осетра как самостоятельного вида. Одни авторы по морфологическим и физиолого-биохимическим показателям считают его таковым (5-7), другие, учитывая молекулярно-генетические данные, придерживаются противоположных взглядов (8-10). Русский ихтиолог Н.А. Бородин описал персидского осетра как вид *A. persicus* Borodin, 1897, а Л.С. Берг полагал, что это подвид русского осетра — *A. gueldenstädti* (= *gueldenstaedtii*) *persicus* Borodin, 1897, но последний до настоящего времени считается синонимом персидского осетра как валидного вида (7). Исследования взаимоотношений между осетровыми рыбами, в том числе между русским и персидским осетром, продолжаются с использованием высокопроизводительного SNP-генотипического (single nucleotide polymorphism) анализа (10-12).

Осетровых рыб традиционно промышленно выращивали в Волго-Каспийском регионе России. Их использовали в пищу в свежем, замороженном, балычном виде, а также производили зернистую или паюсную черную икру (caviar). Осетровые рыбы и продукция из них вплоть до конца XX века расценивались как национальное достояние России (13, 14).

Общеизвестно, что уже в начале XX века в большинстве стран мира осетровые рыбы семейства *Acipenseridae* практически или полностью исчезли (15, 16). При этом в водоемах Европы и Северной Америки коллапс их численности произошел на полтора столетия раньше, чем в России (12). В нашей стране (по сравнению с другими) до настоящего времени общая численность представителей семейства *Acipenseridae* была наибольшей, но также близкой к критической (17, 18). Следует иметь в виду, что среда обитания осетровых в Волго-Каспийском бассейне повсеместно изменилась столь радикально, что их естественное размножение осталось возможным только для видов, не совершающих протяженные миграции, в частности для стерляди (16).

Только в последние 30 лет с целью получения молоди осетровых рыб как источника восстановления естественных популяций и потребностей рынка в мире начали использовать разработанные в России (бывшем СССР) технологии искусственного воспроизводства (19-21). Во многих странах оно направлено на товарное выращивание (22, 23). Предприняты научно обоснованные попытки восстановления полностью утраченных естественных популяций (24-26). Реституция большинства видов европейских осетровых в природном ареале возможна благодаря пустующим экологическим нишам и осуществляется в условиях аквакультуры с помощью сформированных маточных стад, для чего в Европе используют собственных производителей, иногда вылавливаемых в естественной среде обитания, или импортированную оплодотворенную икру и молодь. Это направление активно развивается в Италии, Германии, Франции, Польше, Чехии, Испании, Финляндии, странах Балтии, а также в Иране, Казахстане, Узбекистане (27, 28). В отличие от этих стран, в России осетровые рыбы еще сохраняются в естественной среде обитания. Также имеется построенная в середине XX века сеть федеральных осетровых рыбоводных заводов, где до начала XXI века искусственное воспроизводство осетровых основывалось на использовании диких производителей (16, 27). Однако их вылов постепенно уменьшался, и в настоящее время отечественные осетровые рыбоводные заводы не обеспечиваются необходимым для воспроизводства молоди числом самок и самцов осетровых.

Мировая проблема — исчезновение осетровых рыб в природной среде обитания — привела к принятию Рамсарской декларации о глобальном сохранении осетровых (Ramsar Declaration on Global Sturgeon Conservation) (29). Одним из рекомендованных в ней действий было формирование на рыбоводных предприятиях маточных стад осетровых рыб (brood stock development/establishment) (28, 29). В связи с этим на рубеже XX-XXI веков в биотехнике искусственного воспроизводства осетровых рыб в Волго-Каспийском бассейне возник новый технологический этап. Он заключается в формировании маточных (продукционных) стад и использовании одомашненных (доместичированных) или выращенных в неволе «от икры до икры» самок и самцов (28).

Отметим, что за рубежом нет такой системы искусственного воспроизводства осетровых, как в России, однако большинство имеющихся на эту тему публикаций вышли в свет в региональной периодике, что определяет малую доступность массива представленных данных, несмотря на их научный и практический интерес. Настоящий обзор восполняет существующий пробел, обобщая значительную часть известных сообщений о системе искусственного воспроизводства осетровых в России.

Нашей целью был анализ деятельности нижеволжских осетровых рыбоводных заводов по эксплуатации маточных стад в отечественной аквакультуре в последние годы, результаты которой отражают смену парадигмы искусственного воспроизводства осетровых в России.

Одним из факторов, повлиявших на величину и состояние природных запасов каспийских осетровых рыб, стало зарегулирование рек Волга и Кама каскадом гидроэлектростанций, что привело к резкому снижению естественного воспроизводства, поскольку миграционный путь производителей до нерестилищ существенно сократился. Так, в 1942-1987 годах на реках Волго-Камского бассейна было сооружено 11 ГЭС, их них восемь — на р. Волга: Ивановская, 1942 год; Рыбинская, 1950 год; Угличская, 1955 год; Нижегородская (Горьковская), 1956 год; Жигулевская (Куйбышевская), 1957 год; Волжская (Сталинградская, Волгоградская), 1961 год, рыбоподъемник; Саратовская, 1970 год, рыбоподъемник; Чебоксарская, 1986 год; три — на р. Кама: Камская, 1956 год; Воткинская, 1966 год; Нижнекамская, 1987 год (30). Плотина Волжской ГЭС (нижняя ступень Волжско-Камского каскада), находящаяся на расстоянии около 600 км от дельты Волги, в 1961 году практически закрыла путь на нерест анадромным рыбам Каспийского моря, в том числе осетровым (за исключением нерестилищ Нижней Волги) (31), что было прогнозируемо.

Для минимизации ущерба от перекрытия миграционного пути осетровых в проект плотины Волжской ГЭС было добавлено новое конструктивное решение: рыбопропускное сооружение — гидравлический рыбоподъемник (31) шахтно-подъемного типа, работавший с 1961 года. В первые годы, когда в нижнем бьефе плотины скапливалось от 200 до 700 тыс. мигрирующих из Каспийского моря на нерест самок и самцов осетровых, через рыбоподъемник перемещали в среднем 20 тыс. экз. в год, максимально в 1967 году — до 60 тыс. особей (32, 33). Однако это всего 10-15 % от числа мигрантов, что нельзя назвать эффективным (32, 34, 35). На Саратовской ГЭС также был сооружен рыбоподъемник (механического типа), до которого добиралось всего 0,46-2,0 % рыб, преодолевших Волжскую ГЭС. Из-за последующего прекращения подходов осетровых к плотине Волжской ГЭС ее рыбоподъемник был законсервирован в 1999 году, позднее то же случилось на Саратовский ГЭС (31). Следовательно, такой способ компенсации ущерба рыбному хозяйству не выполнил задачу по

сохранению естественного размножения осетровых на природных нерестилищах Средней и Верхней Волги и Камы. Наиболее серьезно пострадало естественное воспроизводство на верхних нерестилищах долгоживущих белуги и русского осетра, в меньшей степени — короткоциклового севрюги и не совершающей протяженных миграций стерляди, все нерестилища которой расположены ниже плотины Волжского гидроузла (33).

Еще на этапе проектирования строительства Волжско-Камского каскада ГЭС эксперты заключили, что без масштабного внедрения биотехнологии искусственного воспроизводства осетровых рыб сохранить их природные популяции будет невозможно (35, 36). В связи с этим вторым способом компенсации ущерба естественным популяциям волго-каспийских осетровых стало рыборазведение (37, 38). В середине XX века (1955-1981 годы) на Нижней Волге, начиная от Волгоградского гидроузла, построено 8 рыбоводных заводов (ОРЗ) для искусственного разведения осетровых: один в Волгоградской области (Волжский ОРЗ, позднее переименован в Волгоградский, г. Волжский; введен в строй в 1960 году), семь — в Астраханской области (Кизанский ОРЗ, Приволжский р-н, пос. Кизань, 1955 год; ОРЗ «Лебяжий», Наримановский р-н, г. Нариманов, 1979 год; Александровский ОРЗ, Икрянинский р-н, с. Трудфронт, 1974 год; Бертюльский ОРЗ, пос. Алгаза, 1961 год; Житнинский ОРЗ, с. Житное, 1981 год; Икрянинский ОРЗ, с. Икряное, 1962 год; Сергиевский ОР, с. Сергиевка, 1963 год). Икрянинский завод был несколько раз перепрофилирован и сейчас служит научно-экспериментальной базой Каспийского НИИ рыбного хозяйства (КаспНИРХ) — «Центр «БИОС» со статусом племенного завода по разведению осетровых видов рыб. Александровский ОРЗ стал филиалом «Северокаспийского бассейнового управления по рыболовству и сохранению водных биологических ресурсов» (ФГБУ «Севкаспрыбвод»). В настоящее время на Нижней Волге в Астраханской области сохранились и функционируют 6 осетровых рыбоводных заводов федерального значения (39), входящих в состав «Севкаспрыбвода», причем первый из них начал работать до перекрытия Волги плотиной Волжской ГЭС (1958-1960 годы). В нижнем течении Волги Кизанский ОРЗ построен первым — до ввода в строй Волжской ГЭС, но после введения в действие верхневолжских ГЭС (Иваньковской, Рыбинской, Угличской, Нижегородской, Жигулевской и Камской). Последняя закрыла доступ к нерестовым грядам белуги на Каме, но на Средней Волге они еще были доступны до ввода в эксплуатацию Волжской и Саратовской ГЭС.

Общая годовая мощность ОРЗ составляла свыше 70 млн экз. стандартной молоди (массой 3-5 г) трех видов осетровых рыб (белуги, русского осетра и севрюги), которую выращивали до жизнестойких стадий и выпускали в водоемы Волго-Каспийского бассейна для пополнения природных ресурсов (35). Это позволило восстановить природные запасы осетровых рыб, и в конце 1980-х годов их промышленный вылов составлял 24-25 тыс. т, а производство черной пищевой икры — 2-2,5 тыс. т (40, 41). Начиная с 1956 года, в Каспийское море было выпущено более 3 млрд экз. заводской молоди осетровых рыб. К началу XXI века доля рыб заводского происхождения в уловах на Каспии достигала по белуге 98 %, по русскому осетру — 65 %, по севрюге — 45 %. Установлено, что каждый миллион стандартной молоди обеспечивал в уловах промысловый возврат в объеме 1030 т русского осетра, до 110 т севрюги и 130 т белуги (41).

В современных неблагоприятных гидрологических и экологических условиях, а также при непрекращающемся массовом браконьерском изъятии (незаконный, нерегистрируемый и нерегулируемый промысел; ННН-

вылов) мигрирующих производителей осетровых рыб на основных водотоках Нижней Волги эффективность их естественного воспроизводства снизилась (15, 16). Она оказалась не в состоянии обеспечить не только промысловую численность, но и поддерживать биоразнообразие и генетическую гетерогенность популяций. На этом фоне единственной возможностью для сохранения видов осетровых рыб и их численности осталось их искусственное воспроизводство (38).

В последние годы масштабы искусственного воспроизводства осетровых рыб в России сокращаются, существующие мощности ОРЗ в Астраханской области осваиваются лишь на 15-20 %, возникли трудности с выловом производителей для заводских нужд. Дефицит качественных производителей естественных генераций из года в год увеличивается. Если в 1997-2004 годах освоение квот на вылов для целей искусственного воспроизводства в целом по четырем видам осетровых составило 87 %, то в 2007-2010 годах — 32 % (39). В 2012-2015 годах показатель сокращался и составлял 46 %, 21 %, 7,2 %, и 25 % от выделенной квоты (рис. 1).

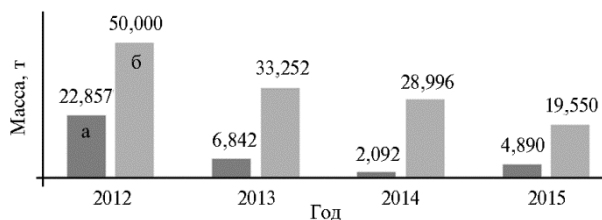


Рис. 1. Освоение суммарной квоты на вылов четырех видов осетровых рыб для целей искусственного воспроизводства в Волго-Каспийском бассейне: а — вылов, б — квота.

Сравнительный анализ видового состава производителей осетровых рыб, отловленных в низовьях Волги для искусственного воспроизводства, показывает, что в уловах преобладает (85-90 %) русский осетр (табл. 1). При этом за 2012-2015 годы заготовлено всего 0,877 т севрюги при общей выделенной квоте 8,4 т (освоение квоты около 10 %). Особенно критическая обстановка сложилась с заготовкой производителей белуги: за четыре года не поймано ни одной особи (39).

1. Освоение квот вылова (т) четырех видов осетровых рыб для целей искусственного воспроизводства в Волго-Каспийском бассейне

Вид	Год							
	2012		2013		2014		2015	
	квота	вылов	квота	вылов	квота	вылов	квота	вылов
Белуга	3,800	0,000	1,272	0,000	2,083	0,000	1,910	0,000
Русский осетр	38,500	21,895	31,480	6,660	26,413	1,993	17,340	4,660
Севрюга	7,400	0,665	0,400	0,082	0,400	0,000	0,200	0,130
Стерлядь	0,300	0,297	0,100	0,100	0,100	0,099	0,100	0,100
Итого	50,000	22,857	33,252	6,842	28,996	2,092	19,550	4,890

Снижение численности производителей осетровых рыб, заходящих на нерест в Волгу, повлекло удлинение периода их отлова для рыбоводных целей. Если ранее в рыбоводный процесс вовлекали в основном производителей яровой расы, то в 2012-2015 годах доминировали нерестовые мигранты осетровых рыб летне-осеннего хода, то есть озимых рас. Их доля оказалась более чем в 12 раз больше и составила 678 экз. по сравнению с 55 особями весеннего хода (41). Озимые производители осетровых рыб, которые будут нереститься на будущий год, требуют длительной осенне-зимней резервации в заводских условиях, что обуславливает необходимость технической модернизации заводов, а именно строительства зимовальных прудов (или бассейнов) для зимовки мигрантов. В связи с этим нужно изучать рыбоводно-физиологические показатели производителей осетровых рыб двух рас (Отчет о финансово-хозяйственной деятельности ФГБУ «Севкаспрыбвод», Астрахань, 2015).

Морфометрические (масса, длина) и рыбоводно-биологические (количество овулировавшей икры, диаметр ооцитов, процент оплодотворения) показатели озимых самок осетровых, заходящих на зимовку в реку и нерестящихся будущей весной, оказались выше, чем у яровых рыб, которые без зимовки нерестятся в год захода в реку. То есть озимые самки белуги лучше подготовлены к нересту, чем яровые (42; Отчет о финансово-хозяйственной деятельности ФГБУ «Севкаспрыбвод», Астрахань, 2015). Вместе с тем среднее содержание гемоглобина у яровых самок составляло 69 г/л, а у озимых — 48,2 г/л. Сходные изменения наблюдались в содержании сывороточного белка в крови. Гематологические показатели озимых самок свидетельствуют о выраженной анемии после зимнего содержания в прудах, что связано со снижением интенсивности обменных и окислительных процессов в организме рыб в зимний период (43, 44). Хотя рыбоводно-биологические показатели озимых самок осетровых лучше, чем у яровых, молодь, полученная от последних, более жизнестойка, что подтверждалось ее выживаемостью и темпом роста. У потомков яровой расы концентрация гемоглобина и содержание сывороточного белка были больше, чем у потомков озимой, что позволяет установить связь между гематологическими показателями самок и молоди осетровых рыб (Отчет о финансово-хозяйственной деятельности ФГБУ «Севкаспрыбвод», Астрахань, 2015).

В настоящее время доминирующим фактором, ограничивающим масштабность искусственного воспроизводства осетровых рыб, служит возрастающий дефицит производителей естественных генераций (45). На современном этапе развития биотехнологий единственным вариантом сохранения генофонда естественных популяций осетровых рыб остается гарантированное обеспечение рыбоводных заводов производителями из маточных (продукционных) стад, сформированных и содержащихся в заводских условиях (46). Это означает смену тактики искусственного воспроизводства этих рыб. Произошел вынужденный отказ от использования для рыбоводных целей диких производителей осетровых рыб и переход к применению самок и самцов из маточных стад (38, 47).

В России маточные стада осетровых рыб начали формироваться сравнительно недавно, и еще 20 лет назад вопрос о необходимости их создания был дискуссионным. Для большинства видов осетровых это мероприятие считалось чрезвычайно сложным и экономически неоправданным (35). Ухудшающаяся ситуация с отловом производителей осетровых рыб естественной генерации продиктовала необходимость ускоренного перехода к формированию маточных стад в заводских условиях для гарантированного обеспечения рыбоводных процессов по искусственному воспроизводству. Существуют два основных метода формирования маточных стад осетровых: выращивание до половозрелого состояния в искусственных условиях по принципу от «икры до икры» и одомашнивание (доместикация) диких производителей (48-50). Первый метод формирования стада — процесс достаточно длительный, требующий более 10 лет для созревания производителей, поскольку осетровые относятся к долгоживущим и поздноразвивающимся рыбам. В связи с этим на осетровых рыбоводных заводах предпочтение отдается доместикации зрелых диких особей. При доместикации используются самки осетровых рыб, от которых вначале получают икру, а затем переводят на искусственный режим содержания и кормления. Известно, что самки осетровых рыб в течение жизни способны нереститься многократно (51), а в заводских условиях до 10-12 раз отдавать рыбоводную икру (52-54). Этот метод позволяет в 2-3 раза сократить сроки

созревания белуги, русского осетра и севрюги после их успешной адаптации к несвойственным условиям содержания, а также обеспечивает достаточно широкое генетическое разнообразие потомства.

Осетровые рыбоводные заводы Астраханской области приступили к формированию производционных стад в 1999 году. К настоящему времени созданы и эксплуатируются промышленные стада белуги, русского осетра, севрюги, стерляди, причем их численность и биомасса ежегодно увеличиваются. В 2011 году общая численность поголовья в маточных стадах осетровых на федеральных ОРЗ составляла 3746 шт. при общей биомассе, равной 62478 кг, а в 2015 году эти показатели увеличились соответственно до 4428 шт. (на 18,2 %) и 94100 кг (более чем на 50 %). На ОРЗ в доместичированных производционных стадах, которые составляют свыше 80 % от общей численности маточных рыб, по видовому составу преобладает русский осетр (более 85 %). Доля остальных видов на порядок меньше: белуги — 8 %, севрюги — 4 %, стерляди — 3 %. В ремонтно-маточных стадах, формируемые методом «от икры до икры», производители составляют 72 %, в том числе самки 58 %; на рыб ремонтных групп, не достигших половозрелого состояния, приходится 28 % (53, 55, 56).

В 2012-2015 годах общая численность производителей осетровых рыб, участвовавших в рыбоводных процессах по искусственному воспроизводству, составила 2243 особи из производционных стад (из них 2001, или 89,3 %, доместичированные самки) и 242 особи (или 10,7 %) из ремонтно-маточных стад, полностью выращенных и созревших в искусственных условиях. Число одомашненных производителей осетровых рыб, созревших в заводских условиях, за 4 года (рис. 2) увеличилась в 1,8 раза, наибольшая доля приходится на русского осетра (89,0 %), доля стерляди составляет 9,0 %, белуги — 1,3 %, севрюги — 0,4 % (35, 55).

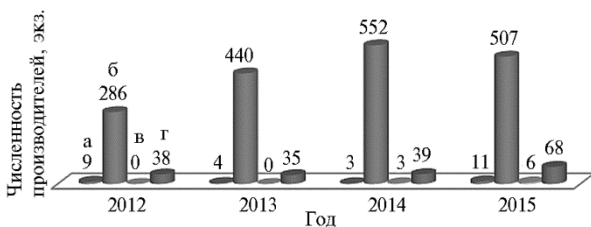


Рис. 2. Динамика численности доместичированных производителей осетровых рыб, использованных при получении потомства в условиях искусственного воспроизводства на шести федеральных осетровых рыбоводных заводах, расположенных в нижнем течении р. Волга: а — белуга, б — русский осетр, в — севрюга, г — стерлядь.

1025 самок неоднократно созревали в прудах, из них русского осетра — 914, стерляди — 89, белуги — 18, севрюги — 4 особи. Межнерестовый интервал варьировал от 2 до 9 лет: у стерляди он составил 1-2 года, у русского осетра — 3-4 года, севрюги — 4-5 лет, белуги — 5-6 лет (50). Возраст первого созревания самок в прудовых условиях был наибольшим (6-9 лет) у тех рыб, которые длительно адаптировались к искусственным условиям содержания и кормления (52). При этом повторное созревание этих видов осетровых проходило быстрее (через 3-4 года), что свидетельствует о высокой пластичности и успешной адаптации маточных рыб к содержанию в искусственных условиях (44, 51). Наиболее легко приспосабливающимся видом оказалась эврибионтная стерлядь, наименее — белуга. Эти факты могут служить залогом того, что сформированные производционные стада

На федеральных осетровых рыбоводных заводах управления «Севкаспрыбвод» в Астраханской области все рыбы в производционных стадах имеют индивидуальные метки (чипы), что позволило сформировать рыбоводно-генетические паспорта на каждую особь. Изучение паспортных данных доместичированных производителей позволило установить, что

будут гарантированно обеспечивать рыбоводные процессы по искусственному воспроизводству (45, 47).

В заводских продукционных стадах, сформированных методом от икры до половозрелого состояния, с 2012 года начали созревать особи искусственной генерации, от которых получали половые продукты. За период с 2012 по 2015 год общая численность таких самок осетровых рыб, участвующих в рыбоводном процессе, составила 242 особи и, за исключением поздносозревающей белуги, увеличилась с 2012 по 2014 год в 18 раз (табл. 2). Наибольшее число созревших особей приходилось на самок стерляди, которые в природных условиях созревают в возрасте 4-5 лет (47). Из года в год стабильно увеличивается число созревших самок русского осетра, участвующих в процессах по искусственному воспроизводству (см. табл. 2). Возраст первого созревания самок русского осетра, севрюги и стерляди в основном соответствовал таковому у рыб естественных генераций, а белуга достигала половой зрелости в прудах на 2-3 года раньше, чем в естественной среде обитания. Полученные результаты свидетельствуют, что своевременно основанные и выращенные ремонтно-маточные стада осетровых рыб позволяют обеспечивать рыбоводный процесс производителями искусственной генерации.

2. Видовой состав и число самок осетровых рыб, созревших в продукционном стаде в разные годы и участвующих в искусственном воспроизводстве на шести федеральных осетровых рыбоводных заводах, расположенных в нижнем течении р. Волга

Вид	Число самок, экз.			
	2012 год	2013 год	2014 год	2015 год
Белуга	—	—	—	2 (16)
Русский осетр	6 (13)	11 (14)	19 (15)	28 (16)
Севрюга	—	—	4 (12)	—
Стерлядь	—	82 (3)	85 (4)	5 (5)
Всего	6	93	108	35

Примечание. В скобках указан возраст рыб, годы. Прочерки означают, что самки не созрели.

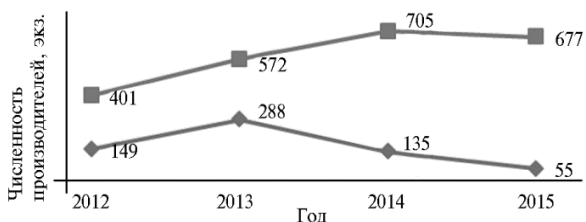


Рис. 3. Использование производителей осетровых рыб разного происхождения в рыбоводных процессах по искусственному воспроизводству на шести федеральных осетровых рыбоводных заводах, расположенных в нижнем течении р. Волга: ▲ — вылов из реки, ■ — производственные стада.

Сравнительный анализ использования производителей осетровых рыб различного происхождения показывает (рис. 3), что в последние годы при сокращении количества рыб, отловленных в Волжско-Каспийском бассейне для нужд искусственного воспроизводства, увеличивается обеспеченность рыбоводного процесса на осетровых рыбоводных заводах за счет производителей из сформированных продукционных стад. В 2012 году соотношение рыб естественной и искусственной генерации составляло 1:2,5, в 2013 году — 1:2, в 2014 году — 1:5, а в 2015 году число производителей из сформированных маточных стад было в 12 раз больше, чем пойманных в естественной среде обитания. Можно утверждать, что в ближайшие годы искусственное воспроизводство будет обеспечено производителями из заводских стад (55, 56).

Таким образом, уникальные реликтовые осетровые рыбы, обитающие на нашей планете миллионы лет, адаптировавшись, пережили многие

природные и антропогенные катаклизмы. Их основные естественные запасы, в настоящее время сосредоточенные в Волго-Каспийском бассейне, находятся на грани исчезновения и близки к вымиранию (1). Анализ этих фактов приводит к аналогии с теорией Г.А. Заварзина (57) о том, что прокариоты эволюируют вместе со своей средой обитания. Возможно, ее можно распространить и на эукариот, в частности осетровых рыб *Acipenseridae*. Условия обитания волжских осетровых рыб кардинально и быстро изменились вследствие антропогенного воздействия. Исчезли озимые расы осетровых, условия для размножения на нерестилищах выше Волгоградского гидроузла стали неподходящими, а численность яровых рас оказалась близка к критической. Для сохранения и восстановления этих природных ресурсов в условиях практически полного отсутствия естественного воспроизводства (54) объемы искусственного воспроизводства осетровых поддерживаются различными методами (47), в том числе за счет совершенствования биотехнологий и повышения эффективности заводского рыбоводного процесса (55).

В то время как природные запасы осетровых в южных морях России начали стремительно уменьшаться (1), возникла и усиливалась угроза невозможности обеспечения их искусственного воспроизводства. Следствием этого стало закрытие осетровых рыбоводных заводов (36). Деятельность по искусственному воспроизводству осетровых рыб в реках бассейна Азовского и Черного морей на территории России продолжается только благодаря созданию ремонтно-маточных стад. В настоящее время они имеются на Аксайско-Донском рыбоводном заводе (РЗ), Рогожкинском РЗ и в Научном центре аквакультуры «Взморье» Азовского НИИ рыбного хозяйства, входящих в состав Азово-Донского центра аквакультуры (р. Дон), а также на Гривенском ОРЗ, Темрюкском ОРЗ и Ачуевском ОРЗ — структурных подразделениях Азово-Кубанского центра аквакультуры (р. Кубань) (56). В Астраханской области угрозы ликвидации избежали шесть федеральных ОРЗ Волго-Каспийского бассейна, а также Волгоградский осетровый рыбоводный завод, расположенный в теле плотины Волжской ГЭС (Волгоградская обл.). Благодаря тому, что на этих заводах (58) своевременно приступили к формированию маточных (производственных) стад осетровых рыб и создали их, существует гарантия того, что природные запасы осетровых рыб на Каспии будут не только сохраняться, но и восстанавливаться современными методами аквакультуры.

Следовательно, можно констатировать, что в настоящее время устранено существенное препятствие для реализации принципов осетроводства на Нижней Волге, положенных в основу стратегии сохранения осетровых рыб еще в середине XX века до зарегулирования рек Волго-Камского бассейна каскадом ГЭС. Она основывалась на использовании в искусственном воспроизводстве осетровых рыб зрелых производителей, вылавливаемых в Волге в период их нерестовой миграции. Однако в то время еще не было дефицита производителей естественных генераций, тогда как сейчас обеспеченность дикими производителями осетровых рыбоводных заводов не удовлетворяет производственные мощности и не превышает 5-10 % (34, 35).

Практика последних лет показывает, что не только актуализировались технологические приемы искусственного воспроизводства осетровых рыб в России (58-60), но и изменилась его парадигма, поскольку рыбоводный процесс на ОРЗ все больше обеспечивается производителями, содержащимися в производственных (ремонтно-маточных) стадах (61). Так, ремонтно-маточные стада осетровых рыб на ОРЗ Астраханской области

сформированы двумя способами — доместикацией половозрелых рыб из естественных популяций и выращиванием производителей от рождения до нереста в искусственных условиях. Численность и биомасса таких стад ежегодно увеличивается, как и вовлеченность в получение потомства в условиях аквакультуры (47). Наличие таких стад гарантирует обеспеченность российских ОРЗ полноценными самками и самцами, что послужит сохранению численности этих реликтовых рыб, по крайней мере на участках ареала в Волго-Каспийском бассейне. Искусственное воспроизводство осетровых рыб в Волго-Каспийском бассейне остается уникальным направлением отечественной аквакультуры, не имеющим мировых аналогов по истории развития, продолжительности и масштабам (60, 61). К новым элементам интенсификации осетроводства (61-65) относится то, что при получении потомства осетровых рыб в заводских условиях тактика рыбоводных работ с дикими производителями, численность которых катастрофически снижается, планомерно заменяется на использование самок и самцов из маточных (продукционных) стад (66-68), как это осуществляется в отношении большинства видов рыб — объектов аквакультуры (69).

Итак, в России разработаны научные основы и технологии формирования продукционных стад осетровых рыб, которые вовлечены в процесс искусственного воспроизводства на федеральных осетровых рыбоводных заводах Нижней Волги. Искусственное воспроизводство осетровых рыб в Волго-Каспийском бассейне направлено в том числе на поддержание численности популяций этих видов в природных водоемах, включая ту часть их российского ареала, где сохранились нерестилища, а именно на Нижней Волге. По прошествии 50 лет с момента возникновения в нашей стране федеральных осетровых рыбоводных заводов изменилась основная парадигма искусственного воспроизводства осетровых рыб. Маточные стада созданы на каждом из шести рыбоводных заводов, расположенных в Астраханской области. Их формирование осуществляется двумя способами: доместикацией малочисленных диких производителей и выращиванием самок и самцов в искусственных условиях из полученной в рыбоводном процессе икры. Динамика этого процесса показывает, что в ближайшее время в российском осетроводстве получение потомства будет полностью обеспечиваться производителями из маточных стад.

ЛИТЕРАТУРА

1. Макаров Э.В., Житенева Л.Д., Абросимова Н.А. *Живые ископаемые близки к вымиранию*. Ростов-на-Дону, 2000.
2. Ruban G.I., Akimova N.V., Goriounova V.B., Mikodina E.V., Nikolskaya M.P., Novosadova A.V., Rosenthal H.K., Sokolova S.A., Shagaeva V.G., Shatunovsky M.I. *Atlas of abnormalities in gametogenesis and early life stages of sturgeons*. World Sturgeon Conservation Society. Special Publ. Book of Demand, Nordenstedt, Germany, 2015.
3. Pourkazemi M. Caspian Sea sturgeon conservation and fisheries: past, present and future. *J. Appl. Ichthyol.*, 2006, 22(s1): 12-16 (doi: 10.1111/j.1439-0426.2007.00923.x).
4. Kottelat M., Freyhof J. *Handbook of European Freshwater Fishes*. Publications Kottelat, Cornol and Freyhof, Berlin, 2007.
5. *FishBase. 2018. World wide web electronic publication* /R. Froese, D. Pauly (eds.). Режим доступа: <http://www.fishbase.org>, version (02/2018). Дата обращения: 04.05.2018.
6. Рубан Г.И., Ходоревская Р.П., Кошелев В.Н. О состоянии осетровых в России. *Астраханский вестник экологического образования*, 2015, 1(31): 42-50.
7. Ruban G.I., Kholodova M.V., Kalmykov V.A., Sorokin P.A. Morphological and molecular genetic study of the Persian sturgeon *Acipenser persicus* Borodin (*Acipenseridae*) taxonomic status. *Journal of Ichthyology*, 2008, 48(10): 891-903 (doi: 10.1134/S0032945208100068).
8. Ruban G.I., Kholodova M.V., Kalmykov V.A., Sorokin P.A. A review of the taxonomic status of the Persian sturgeon (*Acipenser persicus* Borodin). *J. Appl. Ichthyol.*, 2011, 27(2): 470-476

- (doi: 10.1111/j.1439-0426.2011.01668.x).
9. Sergeev A. Evolutionary relations and population differentiation of *Acipenser gueldenstaedtii* Brandt, *Acipenser persicus* Borodin, and *Acipenser barii* Brandt [version 2; referees: 2 approved]. *F1000 Research*, 2016, 5: 2807 (doi: 10.12688/f1000research.10237.2).
 10. Rastorguev S.M., Nedoluzhko A.V., Mazur A.M., Gruzdeva N.M., Volkov A.A., Barmintseva A.E., Mogue N.S., Prokhortchouk E.B. High-throughput SNP-genotyping analysis of the relationships among Ponto-Caspian sturgeon species. *Ecology and Evolution*, 2013, 3(8): 2612-2618 (doi: 10.1002/ece3.659).
 11. Микодина Е.В. Исчезающие *Acipenseriformes* в артефактах цивилизации. *Мат. Межд. науч. конф., посвященной 100-летию ГосНИОРХ «Рыбохозяйственный водоемы России. Фундаментальные и прикладные исследования»*. СПб, 2014: 71-80. Режим доступа: http://mail.niorh.ru/download.pub/Conference/Fishery_ponds_2014.pdf. Дата обращения: 06.08.2018.
 12. Зонн И.С. *Черный жемчуг Каспия (почти все о черной икре)*. М., 2005.
 13. Speer L., Lauck L., Pikitch E., Boa S., Dropkin L., Spruill V. Roe to ruin: the decline of sturgeon in the caspian sea and the road to recovery. Wildlife Conservation Society, Natural Resource Defense Council, SeaWeb, 200. Режим доступа: http://www.sturgeonaquafarms.com/News/roe_to_ruin.pdf. Дата обращения: 06.08.2018.
 14. Ruban G.I., Khodorevskaya R.P. Caspian Sea sturgeon fishery: a historic overview. *J. Appl. Ichthyol.*, 2011, 27(2): 199-208 (doi: 10.1111/j.1439-0426.2011.01725.x).
 15. Рубан Г.И., Ходоревская Р.П., Шатуновский М.И. Динамика популяций белуги, русского осетра и севрюги в условиях запрета их коммерческого лова в Волго-Каспийском бассейне. *Вопросы рыболовства*, 2015, 3: 269-277.
 16. Рубан Г.И., Ходоревская Р.П., Кошелев В.Н. О состоянии осетровых в России. *Астраханский вестник экологического образования*, 2015, 1: 42-50.
 17. Arlati G., Bronzi P. Sturgeon farming in Italy. *Abstr. Int. Symp. on Sturgeon*. Moscow, 1993: 66-67.
 18. Bronzi P., Rosenthal H., Arlati G., Williot P.A Brief overview on the status and prospects of sturgeon farming in Western and Central Europe. *J. Appl. Ichthyol.*, 1999, 15(4-5): 224-227 (doi: 10.1111/j.1439-0426.1999.tb00239.x).
 19. Williot P., Sabeau L., Gessner J., Arlati G., Bronzi P., Gulyas T., Berni P. Sturgeon farming in Western Europe: recent developments and perspectives. *Aquat. Living Resour.*, 2001, 14(6): 367-374 (doi: 10.1016/S0990-7440(01)01136-6).
 20. Kolman R., Kapusta A., Szczepkowski M., Duda A., Bogacka-Kapusta E. *Jesiotr baltycki Acipenser oxyrhynchus oxyrhynchus Mitchill*. Olsztyn, Poland, 2008.
 21. Domezain A. Main steps and proposals for a recovery plan of sturgeon in the Guadalquivir River (Spain). In: *Biology, conservation and sustainable development of sturgeons. Fish & Fisheries Series, V. 29* /R. Carmona, A. Domezain, M. Garcia-Gallego, J.A. Hernando, F. Rodriguez, M. Ruiz-Rejyn (eds.). Springer, Dordrecht, 2009: 423-452 (doi: 10.1007/978-1-4020-8437-9_26).
 22. Bronzi P., Rosenthal H., Gessner J. Global sturgeon aquaculture production: an overview. *J. Appl. Ichthyol.*, 2011, 27(3): 169-175 (doi: 10.1111/j.1439-0426.2011.01757.x).
 23. *Aktualny stan i ochrona naturalnych populacji ryb jesiotrowatych Acipenseridae* /R. Kolman (ed.). Instytut Rybactwa Śródłądowego, Olsztyn, 2014.
 24. Kolman R., Kapusta A., Szczepkowski M., Bogacka-Kapusta E. *Jesiotr ostronosy — baltycki (Acipenser oxyrhynchus oxyrhynchus Mitchill). Program restytucji baltyckiej populacji jesiotra ostronoszego w Polsce*. Olsztyn, Poland, 2014.
 25. Friedrich T. *Sturgeons in Austrian rivers: historic distribution, current status and potential for their restoration*. World Sturgeon Conservation Society. Special Publ. Book of Demand, Nordenstedt, Germany, 2013.
 26. Ходоревская Р.П., Рубан Г.И., Павлов Д.С. *Поведение, миграции, распределение и запасы осетровых рыб Волго-Каспийского бассейна*. М., 2007.
 27. Dettlaff T.A., Ginzburg A.S., Schmalgausen O.I. *Sturgeon fishes. Developmental biology and aquaculture*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1993 (doi: 10.1007/978-3-642-77057-9).
 28. Чипинов В.Г. Маточные стада каспийских осетровых рыб на предприятиях по их воспроизводству. *Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство*, 2010, 1: 114-119.
 29. Ramsar Declaration on Global Sturgeon Conservation. *J. Appl. Ichthyol.*, 2006, 22: 5-12 (doi: 10.1111/j.1439-0426.2007.00922.x).
 30. Нусенбаум Л.М. О поведении рыб в приплотинных участках в связи с устройством рыбозащитных и рыбопропускных сооружений. *Труды совещания ихтиологической комиссии*, 1961, вып. 10: 235-238.
 31. Малеванчик Б.С., Никоноров И.В. *Рыбопропускные и рыбозащитные сооружения*. М., 1984.
 32. Павлов Д.С., Скоробогатов М.А. *Миграции рыб в зарегулированных реках*. М., 2014.
 33. Kalmykov V.A., Ruban G.I., Pavlov D.S. Migrations and resources of starlet *Acipenser ruthenus* (Acipenseridae) from the lower reaches of the Volga River. *Journal of Ichthyology*, 2010, 50(1): 44-51 (doi: 10.1134/S0032945210010066).
 34. Мильштейн В.В. *Осетроводство*. М., 1982.

35. Кокоза А.А. *Искусственное воспроизводство осетровых рыб*. Астрахань, 2004.
36. Vasileva L.M., Mikodina E.V. History of development and formation of the artificial reproduction of sturgeons in Russia. *Abstr. Conf. on Global Aquaculture: Securing our Future. Aqua-2012*. Prague, Czech Republic, 2012: 1141.
37. Васильева Л.М. Будущее осетровых. *Рыба и морепродукты*, 2009, 3: 21-25.
38. Васильева Л.М., Наумов В.В., Судакова Н.В. Особенности современного состояния искусственного воспроизводства осетровых рыб в Волго-Каспийском бассейне. *Естественные науки*, 2015, 4: 90-95.
39. Васильева Т.В., Наумов В.В. Современное состояние аквакультуры в Каспийском бассейне и инновационные приоритеты ее развития. *Мат. докл. конф. по вопросам развития аквакультуры в Российской Федерации*. М., 2014.
40. Васильева Л.М., Смирнова Л.М., Юсупова А.З. К вопросу сохранения и восстановления запасов осетровых рыб в Волго-Каспийском бассейне. *Юг России: экология, развитие*, 2012, 1: 40-44.
41. Тяпугин В.В. Изменение состояния зрелости ооцитов у озимого осетра летнего хода при передерживании его в прудах куринского типа для использования в следующем рыболовном сезоне. *Мат. III Межд. науч.-практ. конф. «Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития»*. Астрахань, 2004.
42. Васильева Л.М. *Биологические и технологические особенности товарной аквакультуры осетровых в условиях Нижнего Поволжья*. Астрахань, 2000.
43. Подушка С.Б. Кризис заводского осетроводства в России и возможные пути его преодоления. *Научно-технический бюллетень лаборатории ихтиологии ИНЭНКО*, 2007, 12: 5-15.
44. Васильева Л.М. Значение продукционных стад в решении современных проблем по искусственному воспроизводству осетровых рыб. *Мат. Межд. науч.-практ. семинара по индустриальной аквакультуре «Инновационные технологии рыбоводства в рециркуляционных системах»*. Беларусь, Минск, 2015: 7.
45. Тяпугин В.В. *Особенности формирования продукционных стад белуги в садках в условиях Нижней Волги*. Автореф. канд. дис. Астрахань, 2016. Режим доступа: <http://docplayer.ru/55564552-Tyapugin-vasiliy-vladimirovich-osobennosti-formirovaniya-produkcionnyh-stad-belugi-v-sadkah-v-usloviyah-nizhney-volgi.html>. Дата обращения: 06.08.2018.
46. Попова А.А., Шевченко В.Н., Пискунова Л.В., Чернова Л.В. Разработка промышленной технологии формирования маточных стад осетра в условиях рыболовного завода. *Мат. науч. конф. «Проблема воспроизводства, кормления и борьбы с болезнями рыб при выращивании в искусственных условиях»*. Петрозаводск, 2002.
47. Шипулин С.В. О смене целей в ведении осетрового хозяйства. *Вестник АГТУ*, 2005, 3(26): 36-42.
48. Шевченко В.Н., Попова А.А., Пискунова Л.В. Влияние условий содержания domestцированных самок осетровых на продолжительность межнерестового цикла. *Мат. III Межд. науч.-практ. конф. «Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы»*. Астрахань, 2004: 139-142.
49. Попова А.А., Шевченко В.Н., Пискунова Л.В. Научные основы формирования и эксплуатации маточных стад белуги и русского осетра на ОРЗ дельты Волги. *Мат. Межд. конф. «Современное состояние и пути совершенствования научных исследований в Каспийском бассейне»*. Астрахань, 2006: 214-222.
50. Тяпугин В.В. Приручение производителей белуги естественной популяции как один из способов ускоренного формирования репродуктивных стад. *Мат. IV Межд. науч.-практ. конф. «Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития»*. М., 2006: 130-131.
51. *Промысловые рыбы России. Т. 1* /Под ред. О.Ф. Гриценко, А.Н. Котляра, Б.Н. Котенева. М., 2006.
52. Львов Л.Ф. О характерных особенностях впервые созревающих производителей стерляди искусственной генерации. *Тез. науч. докл. Всесоюз. совещ. «Формирование запасов осетровых в условиях комплексного использования водных ресурсов»*. Астрахань, 1986: 201-203.
53. Новиков А.В. Современное состояние, проблемы и перспективы искусственного воспроизводства рыб в бассейне Волги. *Мат. докл. 2-й Межд. науч. конф. «Воспроизводство естественных популяций ценных видов рыб»*. СПб, 2013: 294-297.
54. Кокоза А.А., Григорьев В.А., Загребина О.Н. *Искусственное воспроизводство каспийских осетровых с элементами его интенсификации*. Астрахань, 2014.
55. Бурцев И.А. *Биологические основы и взаимосвязь товарной и пастбищной аквакультуры осетровых рыб*. М., 2015.
56. Васильева Л.М. Современные проблемы осетроводства в России и мире. *Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК — продукты здорового питания*, 2015, 2: 30-36.
57. Заварзин Г.А. Особенности эволюции прокариот. В кн.: *Эволюция и биоэкологические системы*. М., 1987: 144-158.
58. Рубан Г.И., Шатуновский М.И. Антропогенные и климатические факторы снижения

- воспроизводства популяций белуги *Huso huso*, русского осетра *Acipenser gueldenstaedtii* и севрюги *A. stellatus* Волго-Каспийского бассейна. *Вопросы рыболовства*, 2017, 18(1): 7-21.
59. Сергиева З.М., Бурлаченко И.В., Николаев А.И., Яхонтова И.В. Основные этапы становления искусственного воспроизводства водных биологических ресурсов в России. *Труды ВНИРО*, 2015, 153: 3-25.
 60. Chebanov M., Galich E. *Sturgeon hatchery manual*. FAO, Fisheries and Aquaculture Technical Paper. Ankara, Turkey, 2011.
 61. Chebanov M.S., Savelyeva E.A. New strategies for brood stock management of sturgeon in the Sea of Azov basin in response to changes in patterns of spawning migration. *J. Appl. Ichthyol.*, 1999, 15(4-5): 183-190 (doi: 10.1111/j.1439-0426.1999.tb00230.x).
 62. Chebanov M.S., Billard R. The culture of sturgeons in Russia: production of juveniles for stocking and meat for human consumption. *Aquat. Living Resour.*, 2001, 14(6): 375-381 (doi: 10.1016/S0990-7440(01)01122-6).
 63. Williot P., Chebanov M.S. Controlled reproduction of farmed Siberian sturgeon *Acipenser baerii* Brandt. In: *The Siberian sturgeon (Acipenser baerii Brandt, 1869). V. 2. Farming* /P. Williot, G. Nonnotte, M.S. Chebanov (eds.). Springer International Publishing, 2018: 13-47.
 64. *The Siberian sturgeon (Acipenser baerii Brandt, 1869). V. 1. Biology* /P. Williot, G. Nonnotte, D. Vizziano-Cantonnet, M.S. Chebanov (eds.). Springer International Publishing, 2018 (doi: 10.1007/978-3-319-61664-3).
 65. Wuertz S., Guralp H., Psenicka M., Chebanov M. Sex determination in sturgeon. In: *Sex control in aquaculture. Chapter 37* /H. Wang, F. Piferrer, S.Chen (eds.). Wiley-Blackwell, 2018.
 66. *Biology and conservation of the European sturgeon Acipenser sturio L., 1758. The reunion of the European and Atlantic sturgeons* /P. Willot, E. Rochard, N. Desse-Berset, F. Kirschbaum, J. Gesner (eds.). Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2011: 668 (doi: 10.1007/978-3-642-20611-5).
 67. Willot P., Rouault T., Pelard M., Mercier D., Jacobs L. Artificial reproduction and larval rearing of captive endangered Atlantic sturgeon *Acipenser sturio*. *Endanger. Species Res.*, 2009, 6: 251-257 (doi: 10.3354/esr00174).
 68. Billard R., Cosson J., Noveiri S.B., Pourkazemi M. Cryopreservation and short-term storage of sturgeon sperm, a review. *Aquaculture*, 2004, 236(1-4): 1-9 (doi: 10.1016/j.aquaculture.2003.10.029).
 69. Mylonas K., Fostier A., Zanuy S. Broodstock management and hormonal manipulations of fish reproduction. *Gen. Comp. Endocr.*, 2010, 165(3): 516-534 (doi: 10.1016/j.ygcen.2009.03.007).

¹ФГБОУ ВО Астраханский государственный университет,

414056 Россия, г. Астрахань, ул. Татищева, 20а,
e-mail: sudakorm@mail.ru, bios94@mail.ru;

²ФГБНУ Всероссийский НИИ рыбного хозяйства и океанографии,

107140 Россия, г. Москва, ул. Верхняя Красносельская, 17,
e-mail: mikodina@vniro.ru ✉

Поступила в редакцию
5 февраля 2018

Sel'skokhozyaistvennaya biologiya [Agricultural Biology], 2018, V. 53, № 4, pp. 698-711

STURGEON (*Acipenseridae*) ARTIFICIAL REPRODUCTION PARADIGM CHANGEOVER UNDER CONDITIONS OF NATURAL STOCK DEFICIT OF STURGEON IN THE VOLGA-CASPIAN BASIN (review)

N.V. Sudakova¹, E.V. Mikodina², L.M. Vasilyeva¹

¹Astrakhan State University, 20a, ul. Tatischeva, Astrakhan, 414056 Russia, e-mail sudakorm@mail.ru, bios94@mail.ru;
²Russian Federal Research Institute of Fisheries & Oceanography, Federal Agency for Fishery, 17, ul. Verkhnyaya
Krasnoselskaya, Moscow, 107140 Russia, e-mail mikodina@vniro.ru (✉ corresponding author)

ORCID:

Sudakova N.V. orcid.org/0000-0002-7916-3720

Mikodina E.V. orcid.org/0000-0003-4874-1468

Vasilyeva L.M. orcid.org/0000-0002-4927-2088

The authors declare no conflict of interests

Received February 5, 2018

doi: 10.15389/agrobiol.2018.4.698eng

Abstract

As well known, natural populations of sturgeon (*Acipenseridae*), except sterlet (*Acipenser ruthenus*), reached critical values by the beginning of the 21st century (P. Bronzi et al., 1999; E.V. Makarov et al., 2000; L. Speer et al., 2000; G.I. Ruban et al., 2015). For the endangered species of sturgeon, artificial reproduction continues to be the main source of replenishment of their populations (M.S. Chebanov et al., 2007). This method of sturgeon breeding is the most developed

in the Lower Volga of the Caspian basin (V.V. Mil'shtein, 1982; A.A. Kokoza, 2004; L.M. Vasilieva, 2011) in Russia. To increase the effectiveness of sturgeon aquaculture, existing technologies are being updated and new ones are being developed (M. Chebanov et al., 2011; S. Wuertz et al., 2018). One such is the formation of broodstock (production) herds at sturgeon hatcheries (V.V. Tyapugin, 2015; L.M. Vasilieva, 2015; A.A. Popova et al., 2002). Abroad, broodstocks of sturgeon fishes have been created in industrial farms mainly aimed at commercial activities. For the analytical study, we used our own data, literature sources and reports on sturgeon artificial reproduction of the North Caspian Basin Directorate for Fisheries and the Conservation of Aquatic Biological Resources (Sev-kasprybvod). It should be noted that most of the Russian relevant papers on the issue have been published in regional periodicals with a restricted accessibility. In this review, we intend to fill the existing gap. Among the six sturgeon species habiting in the Volga-Caspian basin, beluga *Huso huso*, Russian sturgeon *Acipenser gueldenstaedtii*, the sturgeon *A. stellatus*, and the sterlet *A. ruthenus* (G.I. Ruban et al., 2011) are considered. The data on the use of sturgeon producers of different origin in artificial reproduction at six hatcheries of the Astrakhan region are analyzed for the period from 2012 to 2015. In the species composition of wild producers caught for fish breeding, Russian sturgeon predominates (85-90 %) with critically small proportions of beluga and stellate, the species which are almost on the verge of complete extinction in the natural habitat (A.A. Kokoza et al., 2014; G.I. Ruban et al., 2017). Among sturgeon producers, the number of individuals from natural populations decreased while those of broodstock increased. Production broodstocks are formed by two alternative methods, the domestication of wild adult fish and the cultivation of producers from birth (from fertilized eggs) to sexually mature stages. The domestication makes it possible to accelerate the formation of broodstocks, since it does not necessitate growing sturgeons during four periods of the life cycle (embryonic, larval, juvenile, and immature stage). The formation of broodstocks by domestication method, which began in Russia in 1999, led to a decrease in the average age of reaching puberty in different species of sturgeon under captivity up to 2-9 years. The proportion of juveniles derived from sturgeon producers which were grown in artificial conditions in the Astrakhan region is dynamically increasing. Russian experts have developed scientific foundation and technologies for the formation of sturgeon broodstocks which are currently involved in artificial reproduction at federal sturgeon hatcheries in the Lower Volga. Thus, the change of the paradigm of sturgeon fish artificial reproduction is stated which in modern conditions should be based on the offspring of producers from broodstocks.

Keywords: Sturgeon, the Volga-Caspian basin, artificial reproduction, Sturgeon hatcheries, spring and winter races, sturgeon natural stocks shortage, brood stock, domestication, paradigm changeover.

Научные собрания

VI НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ «СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА»

(11-12 октября 2018 года, г. Москва, ФГБНУ «ВНИРО»)



Организатор: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский НИИ рыбного хозяйства и океанографии» (ФГБНУ «ВНИРО»)

Тематические направления:

- океанология;
- гидробиология;
- ихтиология;
- экология;
- аквакультура;
- управление биологическими ресурсами;
- генетика, физиология, микробиология;
- биологическое разнообразие;
- биотехнологии и рациональное использование водных биоресурсов;
- паразитология, болезни гидробионтов и управление качеством и безопасностью продукции из водных биоресурсов;
- инструментальные методы исследований;
- экономика рыбохозяйственного комплекса;
- технология хранения и переработки водных биоресурсов;
- краткие рейсовые отчеты

Контакты и информация (Оргкомитет): smu@vniro.ru