

УДК 597.423:639.3

БИОТЕХНИКА И РЫБОВОДНО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАЗВЕДЕНИЯ И ВЫРАЩИВАНИЯ ШИПА (*ACIPENSER NUDIVENTRIS*, LOVETSKY, 1828) В УСЛОВИЯХ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

М. С. Чебанов¹, Е. В. Галич¹, Я. Г. Меркулов¹, В. Бекбергенава²

¹Центр сохранения генофонда осетровых рыб ГКУКК «Кубаньбиоресурсы», Краснодар 350020, Россия

²Кубанский государственный университет (ФГБОУ ВО «КубГУ»), Краснодар 350040, Россия

E-mail: MChabanov@gmail.com; Vveritas18@gmail.com

Аннотация. Рассмотрен опыт ГКУКК «Кубаньбиоресурсы» по разведению шипа *A. nudiventris* Lov. в Краснодарском крае с использованием комбинированной технологии содержания, сочетающей выращивание молоди при естественном температурном режиме и тепловодном содержании в зимний период. Приведены основные репродуктивные показатели производителей шипа из ремонтно-маточного стада в сравнении с шипом из природных популяций и выращиваемым в других промышленных хозяйствах. Дан краткий анализ особенностей разведения шипа и выращивания молоди. Представлены наиболее важные рыбо-водно-биологические показатели, характеризующие условия содержания, темп роста и выживаемость молоди шипа на этапе выращивания сеголетков.

Ключевые слова: шип, биотехника, ремонтно-маточные стада, молодь, воспроизводство

BIOTECHNOLOGY AND FISH-BREEDING AND BIOLOGICAL INDEXES OF SHIP STURGEON BREEDING AND REARING (*ACIPENSER NUDIVENTRIS*, LOVETSKY, 1828) UNDER THE CONDITIONS OF KRASNODAR REGION

M. S. Chebanov¹, E. V. Galich¹, Ya. G. Merkulov¹, V. Bekbergenova²

¹State Regional Centre of Sturgeon Gene Pool Conservation “Kubanbioresursy”,
State Public Institution of the Krasnodar Region, Krasnodar 350020, Russia

²Kuban State University (FSBEI HE “KSU”), Krasnodar 350040, Russia

E-mail: MChabanov@gmail.com; Veritas18@gmail.com

Abstract. The current paper presents the experience of State Regional Centre of Sturgeon Gene Pool Conservation “Kubanbioresursy” on the breeding of ship sturgeon (*A. nudiventris* Lov.) in the Krasnodar Region with the use of the combined technology of ship sturgeon holding that implies both the rearing of juveniles under natural temperature conditions and keeping them in warm water during the winter period. The main reproductive and biological indexes of ship spawners from the farmed broodstock in comparison with those of ship breeders originated from natural populations and grown in conditions of other sturgeon farms are specified. A brief analysis of the peculiarities of ship breeding and rearing of juveniles is given. The most important indicators that describe the living conditions, growth and survival rates of ship at the stage of rearing juveniles are provided.

Keywords: ship, biotechnology, broodstocks, juveniles, reproduction

Шип (*Acipenser nudiventris* Lovetski, 1828) являлся одним из наиболее малочисленных видов семейства осетровых во всем широком ареале и оказался наиболее уязвимым к антропогенному воздействию в начале и середине XX века. В настоящее время все природные популяции шипа характеризуются крайне

угнетенным состоянием. Единичные особи, встречающиеся в отдельные годы в различных реках, не могут служить ресурсным обеспечением работ по восстановлению этого вида. В связи с этим, единственным способом формирования самовоспроизводящихся гетерогенных популяций является разведение, базирующееся на использовании ремонтно-маточных стад.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Работы по формированию маточных стад шипа в Краснодарском крае были начаты в 1996 г. в Южном филиале ФГУП ФСГЦР (Чебанов, 1996; 2002). В 2004 г. в ходе осенней бонитировки были выявлены впервые достигшие IV стадии зрелости самки шипа, от которых в 2005 г. было получено потомство и произведен первый выпуск молоди шипа в р. Кубань (Краснодарское водохранилище).

В настоящее время в ремонтно-маточном стаде (РМС) ГКУКК «Кубаньбиоресурсы» содержится уже второе и третье поколение шипа, выращенные в искусственных условиях, численностью около трех тысяч рыб (табл. 1). Потомство, получаемое ежегодно от производителей из маточного стада, выпускается в р. Кубань (Краснодарское водохранилище) и используется для пополнения стада.

Таблица 1

Структура ремонтно-маточного стада шипа ГКУКК «Кубаньбиоресурсы» по состоянию на 1 января 2018 г.

Группа	Самки			Самцы	Пол не определялся
	незрелые	зрелые			
		всего	в т.ч. ежегодно созревающих		
Производители	–	388	90–130	181	–
Старший ремонт	895	–	–	562	
Младший ремонт	–	–	–	–	392

В ГКУКК «Кубаньбиоресурсы» накоплен значительный опыт разведения и выращивания шипа. В ходе многолетней работы с различными возрастными группами шипа были уточнены и адаптированы к биологическим особенностям этого вида многие элементы традиционной биотехники искусственного воспроизводства осетровых.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

РМС шипа «Кубаньбиоресурсы» для реакклиматизации содержится на рыбоводном участке, расположенном в нижнем бьефе Краснодарского водохранилища, что позволяет осуществлять самотечное водоснабжение из р. Кубань. Таким образом, как производители, так и особи из ремонтной части стада, полностью адаптированы к температурному и гидрохимическому режимам водоема-реципиента, включая нерестовые температуры и сроки ожидаемого нереста в естественных условиях.

Для ускоренного подрачивания младших возрастных групп в зимний период используется тепловодный садковый участок, расположенный на водотоке, водоснабжение которого также осуществляется из р. Кубань. Индустриальное выращивание и разведение шипа на хозяйствах с регулируемым температурным режимом (Подушка, 2001; Чебанов, 1996; 2002; Бубунец, Лабенец, 2009; Бубунец, 2016) показало высокую эффективность. Увеличение нагульного периода и исключение зимовки в первые два года жизни позволяет существенно сократить продолжительность периода протоплазматического роста ооцитов (I–II стадии зрелости гонад) и обеспечить переход к вителлогенезу на 2–3 года раньше по сравнению с особями, постоянно содержащимися в условиях естественного температурного режима.

Важной особенностью ремонтно-маточного стада «Кубаньбиоресурсы» является содержание уже нескольких поколений шипа, выращенных в искусственных условиях. Некоторые рыбоводно-биологические показатели шипа в Центре представлены в табл. 2.

Половая структура ремонтно-маточного стада шипа формируется с помощью нетравматичного экспресс-метода ультразвуковой диагностики пола и стадий зрелости осетровых рыб (Чебанов, Галич, 2010; Chebanov et al., 2011; Чебанов, Галич, 2011) с ежегодной корректировкой в период осенней бонитировки.

Таблица 2

**Рыбоводно-биологические показатели разведения шипа в «Кубаньбиоресурсы»
в сравнении с другими хозяйствами и дикими производителями**

Показатель	Условия		
	РМС «Кубань- биоресурсы»	Тепловодное хоз-во Шатурской ГРЭС*	Атырауский ОРЗ**, р. Урал, дикие производители
Возраст полового созревания (самцы/самки), год	4–6/6–8	6–7/7–9	9/10
Межнерестовый интервал (самцы/самки), мес.	12–24/24–36	–	–
Масса впервые созревающих рыб (самцы/самки), кг	4,5–7/6–8	6,2–9,2/9,1–12,3	7/–
Относительная рабочая плодовитость, тыс. шт./кг массы самки	7,61–15,54	5,54–12,84	–
Календарные сроки нереста	2–3 декада апреля	–	3 декада апреля, 1 декада мая
Оптимальный интервал температуры воды в период нереста, °С	12–15	15–16	11–14
Средняя масса одного ооцита, мг	12,5–16,5	9,5–18,0	–
Наибольший диаметр ооцита, мм	2,9–3,5	2,6–3,6	–
Продолжительность инкубации икры при температуре 15–16 °С, сут.	7–8	6–9	–
Средняя масса однодневных предличинок, мг	12–16	10,0–14,8	13–14
Возраст перехода личинок на активное питание при температуре 17–19 °С, сут.	8–9	–	7–9

* По данным Э.В. Бубунец (2016);
** По данным С.Д. Ербулекова (2004).

Подбор оптимальных пар производителей для исключения близкородственного скрещивания и обеспечения генетического разнообразия осуществляется на основе данных генетической паспортизации (Mugue et al., 2016).

Самки и самцы, отобранные для использования в нерестовой кампании, содержат отдельно в течение всей зимовки и периода преднерестового выдерживания. Плотность посадки на зимовку в садках прудового типа составляет: самки 20–25 кг/м², самцы — до 40 кг/м², температура зимовки составляет 3–6 °С.

Готовность к нересту определяется с помощью УЗИ и только в отдельных случаях уточняется на основе результатов анализа коэффициентов поляризации ядер ооцитов, отобранных с помощью биопсии.

Для получения зрелых половых продуктов используются 2 основные схемы гонадотропной стимуляции производителей: двукратная инъекция сурфагона — синтетического супер-аналога гонадотропин-рилизинг гормона в дозе 50 мкг на самку и 30 мкг на самца, независимо от массы рыб; комбинированные инъекции (Чебанов и др., 2004; Бубунец и др., 2014) с использованием для предварительной инъекции гипофиза карповых рыб (0,5 мг/кг) и для разрешающей — сурфагона (35 мкг/особь). Существенных различий в эффективности указанных схем инъекций при проведении нерестовой кампании шипа в традиционные рыбоводные сроки не отмечено. Комбинированную схему целесообразно использовать в случае резкого понижения температуры воды или при осенне-зимнем получении икры (Чебанов, Галич, 2011).

Относительная плодовитость самок шипа значительно выше, чем у большинства видов осетровых. Оосоматический индекс (ОСИ) самок шипа составляет у повторно созревающих рыб в среднем 16–17 % и может с возрастом достигать 20–22 % и более. Максимальное значение ОСИ выращенных самок составляло 23,6 %. С возрастом и при повторном созревании увеличивается значение ОСИ (табл. 3) и средняя масса ооцитов от 12,1 мг у впервые нерестящихся рыб до 16,1 мг у самок четвертого–пятого нереста.

Внесение корма начинали на 42–43 стадии развития предличинок с использованием декапсулированных цист или обогащенных (Чебанов, Галич, 2010) науплий артемии. Искусственный корм начинают использовать на третьи сутки питания с постепенным увеличением их доли в рационе.

Скорость роста личинок и молоди шипа первые 90 сут. изменяется от 30 % в сут. в первые дни экзогенного питания до 7–10 % в конце периода выращивания.

Таблица 3

Изменение ОСИ и размера икринок у самок шипа в зависимости от повторности созревания

Возраст самок, лет	Повторность созревания	Ср. масса самок (M ± m), кг	Ср. масса ооцита (M ± m), мг	ОСИ, %
6+–7+	впервые созр.	6,9 ± 0,37	12,1 ± 0,26	12,7–14,1
8+–10+	2–3 нерест	9,7 ± 0,42	13,9 ± 0,17	15,8–17,6
10+–12+	4–5 нерест	13,4 ± 0,23	16,1 ± 0,11	18,5–19,8

В ходе сортировок для повышения эффективности выращивания корректировалась плотность посадки молоди шипа в бассейны (табл. 4).

Поскольку для молоди осетровых при содержании в бассейнах и использовании только искусственных кормов характерна значительная вариабельность скорости роста и массонакопления в течение первых 100–120 сут. выращивания, каждые 15–20 сут. проводились сортировки.

Таблица 4

Плотность посадки личинок и молоди шипа (П) в бассейны в зависимости от индивидуальной массы (М)

Мср., г	0,015–0,03	0,1	0,5	1,0	5,0	10,0	20,0	50,0	100,0
П, кг/м ²	0,15–0,3	0,45–0,6	1,0–1,2	1,0–1,2	1,5–1,8	1,8–2,0	2,0–2,5	3,0–3,5	4,0–5,0

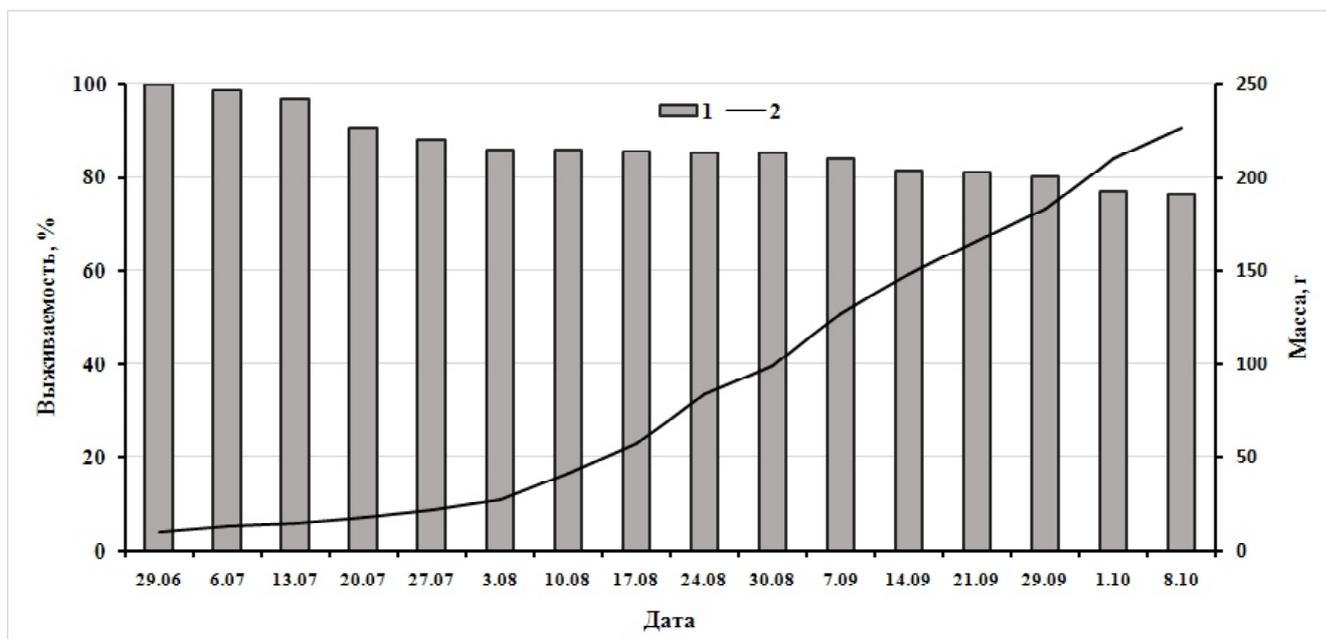
На основании результатов анализа 22-х летнего опыта разведения и выращивания шипа в условиях Краснодарского края (при выращивании первые 2 года с октября по апрель на тепловодном хозяйстве) были определены временные рыбоводные показатели, которые используются в Центре и товарных хозяйствах при выращивании шипа в крае при планировании работ по воспроизводству этого вида (табл. 5).

Как видно из табл. 5 средняя масса сеголетков шипа, при выращивании в промышленных условиях составляет 80–100 г, но при использовании разреженных плотностей посадки темп роста и, соответственно, конечная масса сеголетков могут быть значительно выше. В 2018 г. средняя масса сеголетков, выращенных в «Кубаньбиоресурсы» для пополнения ремонтного стада на участке с естественным температурным режимом (20–26 °С) в октябре, составила 226,5 ± 3,2 г (рисунок).

Таблица 5

Биотехнические показатели выращивания молоди шипа в Краснодарском крае

Показатель	Значение
Созревание самок после гормональной стимуляции, %	87
Выживаемость самок после получения половых продуктов, %	98
Относительная рабочая плодовитость самок при прижизненном способе получения, тыс. шт./кг массы	10–13
Расход спермы на 1 кг икры, мл	10–12
Количество икры на один инкубационный отсек аппарата «Осетр», кг	1,4–1,6
Оплодотворяемость икры, %	80–85
Температура воды в период инкубации, °С	13–15
Продолжительность инкубации икры при температуре 15 °С, сут.	6–7
Выход предличинок из инкубационного аппарата, %	75
Масса однодневных предличинок, мг	12–16
Оптимальная температура выдерживания предличинок, °С	17–19
Плотность посадки предличинок в бассейны типа ИЦА-2, тыс. шт./м ²	3
Оптимальная температура подрачивания личинок, °С	18–20
Выживаемость личинок, перешедших на активное питание, %	75
Оптимальная температура выращивания молоди, °С	20–24
Выживаемость молоди до массы 3 г, %	75
Выживаемость сеголетков от молоди массой 3 г, %	85–90
Средняя масса сеголетков, г	80–100



Выживаемость (1) и рост (2) молоди шипа в бассейнах при естественном температурном режиме в 2018 г. (ГКУКК «Кубаньбиоресурсы»)

Следует отметить, что темпы роста молоди шипа с начальной массой 10 г, представленные на рисунке, выше чем приросты за подобный период выращивания (с июня по октябрь) уральского шипа в УЗВ в Казахстане — 136,5 г, температура воды при выращивании 21,5–22,0 °С, при одинаковой выживаемости — около 80 % (Сергалиев и др., 2015). При плотности посадки 1,5 и 3 кг/м² и температуре в бассейнах 21,4 ± 0,5 °С темпы роста шипа в Иране за 2 месяца составили 290 и 265 % (в Центре — 560 %, при плотности 2,5–3,0 кг/м²) и при увеличении плотности посадки значительно снижались (Feshalami et al., 2018).

После дальнейшего тепловодного (17–26 °С) выращивания сеголетков шипа до возраста около 30 мес. и средней массы 1,8–2,0 кг осуществляется ультразвуковое определение пола и дифференцированное содержание и кормление самок и самцов. Как указывали Пономарева и др. (2010), за 3 года выращивания шипа при температуре воды 20,0–21,5 °С от 3 г средняя масса составила 1,31 ± 0,33 кг (лидеры достигали более 1,8 кг). За подобный период содержания шипа в УЗВ (Казахстан) молодь от 2 г достигла средней массы 3,5 кг, при температуре 21,5–22,0 °С (Шукуров и др., 2016).

Выращивание рыб старших возрастных групп осуществляют при постоянном мониторинге состояния репродуктивной системы методом неинвазивной ультразвуковой экспресс-диагностики (Чебанов, Галич, 2010). Особенностью гонадогенеза самок шипа как в природных, так и в искусственных условиях является значительное накопление жира в гонадах II жировой стадии зрелости (более 90–95 % объема гонады). Эта особенность шипа учитывается при дифференцированном (в зависимости от стадий половой зрелости) кормлении ремонтных групп и отнерестившихся производителей шипа (Chebanov, Galich, 2017; Чебанов, Галич, 2018).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ремонтно-маточное стадо шипа, сформированное в ГКУКК «Кубаньбиоресурсы», является крупнейшим в России. Разработанная и адаптированная к условиям Краснодарского края биотехника разведения и выращивания шипа внедрена в производственных масштабах. Одним из примеров этого является ООО «Кубанский институт осетроводства» (ООО «КИО»), репродуктивное маточное стадо шипа которого составляет около 900 особей. Численность ежегодно созревающих самок — 40–90 шт. Это позволяет не только обеспечивать рыбопосадочным материалом товарные хозяйства края и других регионов, но и более 5 лет в производственных масштабах выращивать товарного шипа и получать икру-сырец шипа высокого качества для пищевых целей (www.sturgeon.su).

Все вышеизложенное показывает возможности эффективного разведения и выращивания этого редкого вида с использованием разработанной биотехники как для искусственного воспроизводства или акклиматизации шипа, так и для товарного осетроводства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бубунец Э.В. Воспроизводство и выращивание анадромных осетровых рыб Понто-Каспийского бассейна в условиях тепловодных хозяйств : автореф. дис. д. с-х. н. М., 2016. 40 с.
- Бубунец Э.В., Лабенец А.В. Проходные виды осетровых в отечественном тепловодном рыбоводстве — два аспекта проблемы // Известия Самарского научного центра РАН, 2009. Т. 11, № 1(2). С. 19–23.
- Подушка С.Б., Шебанин В.М. Получение потомства от производителей аральского шипа *Acipenser nudiventris*, содержащихся в рыбоводном хозяйстве // Науч.-техн. бюл. лаборатории ихтиологии ИНЭНКО. 2001. № 5. С. 5–9.
- Пономарева Е.Н., Сорокина М.Н., Григорьев В.А., Ковалева А.В. Биотехнологические методы воспроизводства шипа для пополнения естественных популяций // Изв. Самарского научного центра РАН, 2010. Т. 12, № 1 (5). С. 1341–1344.
- Сергалиев Н.Х., Шукуров М.Ж., Туменов А.Н. Современное состояние и меры по сохранению численности шипа (*Acipenser nudiventris*) урало-каспийской популяции // Междунар. науч.-практич. конф. : Наука и образование XXI века: опыт и перспективы, Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана. Уральск, 2015. С. 191–196.
- Чебанов М.С. Экологические основы воспроизводства проходных и полупроходных рыб в условиях зарегулирования стока : автореф. дис. на соиск. уч. ст. докт. биол. наук. М., 1996. 47 с.
- Чебанов М.С. Формирование генетической коллекции осетровых рыб в южном филиале ФГУП ФСГЦР // Генетика, селекция и воспроизводство рыб. СПб, 2002. С. 73–80.
- Чебанов М.С., Галич Е.В. Ультразвуковая диагностика осетровых рыб. Краснодар: Просвещение-Юг, 2010. 135 с.
- Чебанов М.С., Галич Е.В. Руководство по искусственному воспроизводству осетровых рыб : Технический доклад ФАО по рыбному хозяйству 558. ФАО, 2011. 297 с. URL: <http://www.fao.org/3/a-i2144r.pdf>.
- Чебанов М.С., Галич Е.В. Маточные стада осетровых рыб: оптимизация круглогодичного воспроизводства и производства пищевой икры в интенсивной аквакультуре // Водные биоресурсы и аквакультура Юга России : мат. Всерос. науч.-практич. конф. / отв. ред. Г.А. Москул. Краснодар: Изд-во КубГУ, 2018. С. 419–423.
- Шукуров М.Ж., Туменов А.Н., Султанов Е.С., Токтамысова А.Т. Опыт формирования ремонтно-маточного стада шипа (*Acipenser nudiventris*) в Западно-Казахской области для товарного выращивания в установках замкнутого водообеспечения // Вопросы степеведения. Оренбург: ИСУрОРАН, 2016. № 13. С. 111–113.
- Chebanov M.S., Galich E.V. Diagnostic capabilities of non-invasive ultrasound monitoring for assessing of reproductive welfare and conducting of breeding programs in large sturgeon broodstock in aquaculture. Abstr. of 8th Intern. Symposium on Sturgeons (ISS8). Vienna: BOKU. 2017. 16–2.
- Chebanov M., Rosenthal H., Gessner J., Van Anrooy R., Doukakis P., Pourkazemi M., Williot P. Sturgeon hatchery practices and hatchery management for release: guidelines. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper Ankara, FAO. 2011. No. 570. 119 p. URL: <http://www.fao.org/docrep/015/i2428e/i2428e.pdf>.
- Mugue N., Barmintseva A., Schepetov D., Shalgimbayeva G., Isbekov K. Complete mitochondrial genomes of the critically endangered Ship sturgeon *Acipenser nudiventris* from two seas. Mitochondrial DNA Part B, 1:1, 2016. Pp. 195–197.
- Feshalami M.Y., Torfi Mozanzadeh M., Amiri F., Saheb Mortezaizadeh S., Gisbert E. Optimal stocking density for beluga, *Huso huso*, and ship sturgeon, *Acipenser nudiventris* during the grow-out phase. Appl Ichthyol. 2018. 00: 1–4.