

АКВАКУЛЬТУРА И ИСКУССТВЕННОЕ ВОСПРОИЗВОДСТВО

УДК 597.553.2:591.16

**ЗАВОДСКОЕ ВОСПРОИЗВОДСТВО БЕЛОРЫБИЦЫ  
*STENODUS LEUCICHTHYS LEUCICHTHYS* В ДЕЛЬТЕ ВОЛГИ**

© 2011 г. В.П. Дюбин

*Санкт-Петербургский государственный университет,  
Санкт-Петербург 199034*

Поступила в редакцию 30.06.2009 г.

Окончательный вариант получен 20.01.2010 г.

Заготовка производителей белорыбицы в период миграции в дельте Волги (декабрь-март) и их резервирование в течение 9-11 мес. в бассейнах рыбоводного завода приводит в современных условиях к спонтанному созреванию при наступлении нерестовых температур, в среднем, 22,4% самок. Градуальная стимуляция созревания производителей сурфагоном (ГнРГ-А) позволяет добиваться овуляции икры высокого рыбоводного качества практически у всех выживающих самок. Наличие эффективной биотехнологии заводского воспроизводства, высокая плодовитость, сравнительно быстрый рост и наличие хоминга делают белорыбицу перспективным объектом пастбищной марикультуры России.

*Ключевые слова:* белорыбица, воспроизводство, стимуляция созревания, сурфагон, оплодотворение.

**ВВЕДЕНИЕ**

Белорыбица, обитающая в Каспийском море и заходящая на нерест в Волгу, является одной из наиболее ценных промысловых рыб. Она отличается сравнительно быстрым темпом роста и может достигать более 1 м длины и 20 кг массы тела, при этом, самки становятся половозрелыми в возрасте 6-7 лет, а самцы – в 5-6 лет (Никольский, 1950). Белорыбица, ведущая проходной образ жизни, совершала до зарегулирования стока Волги протяженные нерестовые миграции (до 3 300 км) в притоки р. Кама и р. Уфа. После постройки каскада плотин ее численность резко сократилась, и существование вида поддерживалось почти исключительно благодаря заводскому воспроизводству. Биотехника заводского воспроизводства белорыбицы (Летичевский, 1963, 1983) включает длительное резервирование производителей в специальных цехах на рыбоводных заводах, с охлаждением воды в летний период до 15 °С. Необходимыми элементами биотехники содержания производителей белорыбицы являются также тщательная водоподготовка и создание постоянного течения воды скоростью 0,15-0,20 м/сек во всем объеме бассейнов. Созревание производителей в неволе при экологическом способе стимулирования достигало 70-90% от числа выживших особей (Михайлова, Васильченко, 2007). Со временем, заготовка икры для заводского воспроизводства стала осуществляться в осенний период от зрелых производителей, скапливавшихся в течение года в нижнем бьефе Волгоградской ГЭС. В конце 90-х годов прошлого века, когда такой возможности не стало по причине резкого сокращения здесь численности производителей, пришлось вновь перейти к заготовке мигрирующей белорыбицы в дельте Волги в зимне-весенний период, с последующим выдерживанием ее до получения зрелых половых клеток в бассейнах рыбоводного завода. Однако, отсутствие в настоящий период водоподготовки и необходимой скорости течения во всем объеме бассейнов негативно сказываются на спонтанном

созревании самок в неволе во всем диапазоне оптимальных нерестовых температур (6-2 °С). У значительного числа самок (18% в 2005 г.) в нерестовый период выявляются нарушения в строении оболочек икринок и случаи резорбции икры (Дюбин, 2007). Вследствие регулярных проверок самок на созревание, у рыб появляются потертости и повреждения покровов тела и плавников, катаракта и сaprolegниоз, что приводит к их гибели. Получение от белорыбицы в этих условиях зрелых половых клеток высокого рыбоводного качества стало возможным благодаря применению метода гормональной стимуляции созревания производителей (Dyubin, 1999; Дюбин, 2002).

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Работа выполнялась в период с 1998 г. по 2007 г. на производителях белорыбицы, отловленных в дельте Волги в декабре-марте и резервированных в течение 9-12-ти месяцев на Александровском осетровом рыбоводном заводе (АОРЗ). Резервирование проводилось в специальном цехе, в бетонных бассейнах размером 20х5х1 м, с охлаждением воды в летний период до 14-16 °С. Поддержание оптимального кислородного режима (>9 мг/л) осуществлялось благодаря постоянной работе аэраторов-потокообразователей.

Масса тела самок, использованных в рыбоводном процессе, колебалась в среднем от 6,74±0,39 кг (2000 г.) до 8,72±0,32 кг (2006 г.), а самцов от 5,25±0,07 (2003 г.) до 6,23±0,20 кг (2007 г.).

Для гормональной стимуляции созревания производителей использовался синтетический аналог гонадолиберина – сурфагон (des Gly<sup>10</sup>-[D-Ala<sup>6</sup>]-Pro<sup>9</sup>-NH-Et-GnRH), изготовленный в НПО «Биотехцентр» (г. Москва). Самкам, имевшим массу тела от 6 до 12 кг, раствор препарата вводили в мышцы спины, последовательно по 75, 150 и 200 мкг/особь, с интервалами 3-4 суток. Больных и травмированных особей инъецировали в первую очередь и интервал между инъекциями уменьшали до 2 суток, с целью сокращения времени резервирования.

Для оценки эффективности использования производителей белорыбицы в каждый год за основу взят подход, применяемый при заводском воспроизводстве байкальского омуля (Семенченко, Палубис, 2006). В виду специфики работы с белорыбицей, для расчета коэффициента эффективности использования производителей применялось отношение количества полученной живой оплодотворенной икры, в расчете на одну самку, имевшуюся на заводе осенью при сортировке производителей по полу, к величине средней рабочей плодовитости самок.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Весь период работы с белорыбицей в дельте Волги, связанный с разработкой биотехники гормональной стимуляции созревания производителей, можно разделить на 3 этапа. Первый этап (1998-2000 гг.) характеризовался отсутствием течения, очистки воды и нестабильным режимом ее охлаждения при полузамкнутом водоснабжении бассейнов с производителями летом. Количество самок, имевшихся осенью на АОРЗ, было небольшим (10-20 шт.) и спонтанного созревания их в нерестовый сезон не происходило. Применение метода гормональной стимуляции производителей носило в этот период поисковый характер, что, однако, позволяло получать от большинства рыб качественную, в рыбоводном отношении, икру (за исключением 1998 г.). На втором этапе работы (2001-2004 гг.) применение более мощных холодильных установок и использование аэраторов-потокообразователей позволило улучшить условия резервирования производителей, в т.ч. обеспечить локальное течение в бассейнах. В результате отмечены случаи спонтанного

созревания некоторого количества интактных особей в контрольной группе при снижении температуры воды до нерестовой. Численность использованных в рыбоводном процессе самок белорыбицы составила в этот период в среднем 77 шт./год, с максимумом в 2002 г. – 163 самки. Это позволило выполнить отработку всех элементов методики гормональной стимуляции созревания самок белорыбицы, определить оптимальные дозы вводимого препарата и интервалы между инъекциями. Третий этап (2005-2007 гг.) современного периода заводского воспроизводства белорыбицы в дельте Волги характеризовался длительным резервированием производителей на АОРЗ, при отсутствии необходимой водоподготовки и стабильного течения в бассейнах. Использование в этот период разработанной методики гормональной стимуляции созревания производителей и механизированного способа обесклевывания икры в аппаратах конструкции А.А. Боева, позволило получать стабильно высокие рыбоводные результаты. Лимитирующим фактором при заводском воспроизводстве белорыбицы на этом этапе проведения работы явилась низкая численность самок, имевшихся в период проведения нерестовой компании (в среднем по 23 шт. в год).

В зависимости от условий резервирования производителей и состояния репродуктивной системы самок в момент инъектирования, созревание их происходило в течение 3-12 суток, считая от введения первой дозы сурфагона. При этом после первой инъекции созревали в среднем 18-20% самок, от двух инъекций – до 45% и от трех – 35-37%. Это соотношение может варьировать в разные годы в зависимости от характера изменения температуры воды и состояния самок в преднерестовый период. Если при проверке самок возникало сомнение в полной овуляции икры, такие особи отсаживались в отдельный бассейн на 24 ч для дозревания, что значительно повышало их рыбоводные показатели. Гормональную стимуляцию самок начинали при спонтанном созревании не менее 50% самцов в контрольной выборке, при регулярных проверках, осуществляемых при снижении температуры воды в бассейнах ниже 8,5 °С.

Длительно резервированные самцы белорыбицы почти все созревают в условиях рыбоводного завода спонтанно, при снижении температуры воды до нерестовой. Однако, при получении икры от «некондиционных» самок у верхнего порога нерестовой температуры, целесообразно провести гормональную стимуляцию необходимого количества самцов, введя им однократно по 50-75 мкг/особь сурфагона. Инъектированные самцы созревают в течение трех суток, и спермация их продолжается, как правило, в течение двух недель, при неоднократном получении спермы.

Результаты созревания самок в разные периоды работы с белорыбицей приведены в таблице 1. С целью проверки возможного спонтанного созревания самок ежегодно оставляли интактными 10-20% наиболее здоровых особей в качестве контроля. В дальнейшем, тех из них, которые в ходе проверок на созревание получали значительные повреждения покровов тела и плавников, а также поражались сапролегнией, инъектировали сурфагоном, с целью максимального использования производителей для воспроизводства. Усовершенствование метода гормональной стимуляции созревания производителей белорыбицы привело к увеличению числа самок, дающих икру высокого рыбоводного качества с 16,7% (1998 г.) до 100% (2007 г.). За весь десятилетний период использования сурфагона для стимуляции созревания белорыбицы на АОРЗ



величина этого показателя среди инъектированных рыб составила, в среднем, 89,8%, а среди интактных особей – 20,4%. Наличие некоторого числа самок с икрой низкого рыболовного качества объясняется присутствием среди производителей особей с резорбирующейся икрой, а также сложностью определения момента начала гормональной стимуляции рыб, что приводило на начальном этапе работы к преждевременной овуляции икры, незавершившей вителлогенез. Предварительное определение степени завершения вителлогенеза у белорыбицы, путем анализа биопсийных проб гонад, невозможно из-за травматичности этого метода.

**Таблица 1.** Выживаемость самок белорыбицы осенью и результаты их созревания в разные периоды воспроизводства.

**Table 1.** Survival in autumn and final maturation of the Caspian inconnu females in different reproduction periods.

№№ пп	Периоды работы	Группы самок	Кол-во, шт.	Созрели, шт. / %	Дали доброкачественную икру, шт. / %
1	1998-2000 гг.	Интактные	8*	0	0
		Гормональная стимуляция	34	28 / 82,4	23 / 67,6
2	2001-2004 гг.	Интактные	30*	10 / 33,3	9 / 30,0
		Гормональная стимуляция	290	281 / 96,9	263 / 90,7
3	2005-2007 гг.	Интактные	11*	1 / 9,1	1 / 9,1
		Гормональная стимуляция	69	69 / 100	67 / 97,1

**Примечание:** \* – 33-91% особей были проинъектированы сурфагоном при заболевании в ходе выдерживания.

**Note:** \* – 33-91% individuals was diseased during holding and injected by surfagon.

Выявлены значительные различия в выживаемости инъектированных сурфагоном и интактных самок. Гибель интактных самок в нерестовый период оказалась выше, чем инъектированных рыб (за весь период работы – 28,6% и 3,8%, соответственно), что свидетельствует о положительном влиянии сурфагона на выживаемость производителей белорыбицы.

Некоторые рыболовные характеристики белорыбицы в разные периоды работы приведены в таблице 2. Рабочая плодовитость самок колебалась в разные годы от  $152,0 \pm 6,8$  (2003 г.) до  $217,6 \pm 15,6$  (2006 г.) тыс. шт., составив за весь десятилетний период, в среднем,  $184,9 \pm 3,7$  ( $n=381$ ) тыс. шт. Удельная рабочая плодовитость особей находилась в диапазоне от  $17,14 \pm 1,64$  тыс. шт./кг (1998 г.) до  $25,87 \pm 1,12$  тыс. шт./кг (2007 г.), составив, в среднем,  $22,76 \pm 0,48$  тыс. шт. на 1 кг массы тела созревших самок.

**Таблица 2.** Рыболовные показатели белорыбицы в разные периоды воспроизводства.

**Table 2.** The fish culture parameters of the Caspian inconnu in the different reproduction periods.

№ № пп	Периоды работы	Рабочая плодовитость, тыс. шт.	Удельная рабочая плодовитость, тыс. шт./кг	Масса 1 икринки, мг/шт.	Оплодотворенные икринки, %	Коэффициент эффективности использования производителей
1	1998-2000 гг.	$158,5 \pm 9,6$ (23)	$21,82 \pm 1,32$ (23)	$8,46 \pm 0,19$ (23)	$82,1 \pm 7,5$ (23)	0,431
2	2001-2004 гг.	$183,4 \pm 3,0$ (288)**	$22,46 \pm 0,39$ (288)	$9,20 \pm 0,05$ (285)***	$86,1 \pm 0,9$ (264)	0,797
3	2005-2007 гг.	$199,9 \pm 6,4$ (70)*** +	$24,29 \pm 0,76$ (70) +	$8,77 \pm 0,10$ (70)+++	$92,4 \pm 1,9$ (70)++	0,921

**Примечание:** В скобках указано количество проб. Различия статистически достоверны между группами при: \* –  $p < 0,05$ ; \*\* –  $p < 0,01$ ; \*\*\* –  $p < 0,001$  – в сравнении с группой 1; + –  $p < 0,05$ ; ++ –  $p < 0,01$ ; +++ –  $p < 0,001$  – в сравнении с группой 2.

**Note:** Figures in parentheses indicate sample size. Statistical differences are shown at: \* –  $p < 0,05$ ; \*\* –  $p < 0,01$ ; \*\*\* –  $p < 0,001$  – in comparison with group 1; + –  $p < 0,05$ ; ++ –  $p < 0,01$ ; +++ –  $p < 0,001$  – in comparison with group 2.

Масса овулировавших икринок колебалась в разные годы от  $7,10 \pm 0,36$  мг/шт. (1998 г.) до  $9,64 \pm 0,07$  мг/шт. (2002 г.), составив, в среднем, за весь период работы  $9,18 \pm 0,07$  мг/шт. (проанализированы 378 самок). Оплодотворение икры составило в среднем за весь период работы  $87,1 \pm 2,3\%$ , от  $70,0 \pm 21,2\%$  (1998 г.) до  $95,4 \pm 1,1\%$  (2007 г.).

Рыбоводные показатели спонтанно созревших самок, давших икру высокого рыбоводного качества, достоверно не отличались, за исключением массы икринок, от соответствующих показателей у рыб, созревших после гормональной стимуляции, и равнялись в среднем: рабочая плодовитость –  $175,1 \pm 15,5$  тыс. шт., удельная рабочая плодовитость –  $21,51 \pm 1,91$  тыс. шт./кг, масса овулировавших икринок –  $9,91 \pm 0,18$  мг/шт. ( $p < 0,001$ ), оплодотворение –  $86,0 \pm 8,0\%$ . Некоторые различия массы овулировавших икринок у инъектированных и спонтанно созревших самок белорыбицы находятся, вероятно, в пределах нормы видовой изменчивости, поскольку не отразились на дальнейшем развитии эмбрионов. Хорошие рыбоводные результаты были получены от самок имевших овулировавшую икру массой не менее  $7,5$ – $7,7$  мг/шт. Вероятно, это значение массы икринок является пороговым, характеризующим завершение вителлогенеза у белорыбицы при длительном резервировании в условиях рыбоводного завода. Кроме высоких значений показателя оплодотворения икры самок, созревших после гормональной стимуляции, свидетельством этого является также высокий выход личинок после инкубации и результаты выращивания молоди белорыбицы в прудах. При получении икры от спонтанно созревающих производителей в 1990–1993 гг., выживаемость молоди в прудах составляла, в среднем,  $42,5\%$  (Васильченко, 2002), а в 2001–2007 гг. значительно увеличилась, достигнув, в среднем,  $69,6\%$ . Основной причиной этого является усовершенствование биотехники выращивания белорыбицы в прудах (Михайлова, Васильченко, 2007). Однако нельзя исключить положительного влияния на увеличение жизнестойкости выращиваемой молоди белорыбицы результатов применения сурфагона для стимуляции созревания производителей, число которых составило в последнее десятилетие  $97,2\%$  от общего количества созревших самок. Данные, полученные ранее на кете *Oncorhynchus keta*, показали более успешную, по некоторым показателям, адаптацию к соленой воде молоди, полученной от самок, созревших после инъекций сурфагона, по сравнению с интактным контролем (Дюбин, Баюнова, 1992). Положительное влияние инъекций сурфагона, вызывающих созревание производителей, отмечено также на качестве потомства балтийского лосося и кумжи (Ефимова, 2008).

Разработка и применение метода градуальной гормональной стимуляции созревания производителей белорыбицы, позволило существенно повысить эффективность их рыбоводного использования при заводском воспроизводстве (табл. 2), вырастить и выпустить в Волгу в 1999–2008 гг. около 30 млн. шт. мальков.

Усовершенствование биотехники работы с производителями белорыбицы и, особенно, разработка и масштабное применение метода гормональной стимуляции их созревания, после длительного резервирования в условиях недостаточной водоподготовки и отсутствия необходимого течения в бассейнах, позволяют эффективно осуществлять воспроизводство данного вида в заводских условиях в дельте Волги в современный период. Принимая во внимание исключительно высокие потребительские качества белорыбицы, ее высокую плодовитость,

сравнительно быстрый рост и отчетливо выраженный хоминг, этот вид может стать важным объектом пастбищной марикультуры России.

Автор выражает искреннюю признательность Л.Ф. Рудометкину и Т.И. Рудометкиной за помощь в проведении работы с производителями белорыбицы на Александровском осетровом рыбоводном заводе.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Васильченко О.Н. Биологические основы повышения эффективности воспроизводства белорыбицы в низовьях Волги. Астрахань: КаспНИРХ, 2002. 114 с.

Дюбин В.П. Заводское воспроизводство белорыбицы в современных условиях. Мат. междунар. конф., посвящ. 105-летию Касп. НИИ рыб. хоз-ва. «Современные проблемы Каспия». М.И. Карпюк (ред.). Астрахань: КаспНИРХ, 2002. С. 100-104.

Дюбин В.П. Состояние репродуктивной системы у белорыбицы *Stenodus leucichthys* (Salmoniformes, Coregonidae) при завершении полового цикла в условиях рыбоводного завода // Вопросы ихтиологии. 2007. Т. 47. №4. С. 537-541.

Дюбин В.П., Баюнова Н.Н. Исследование физиологического состояния молодежи *Oncorhynchus keta*, выращенной из икры самок, созревших после гормональной стимуляции // Вопросы ихтиологии. 1992. Т. 32. №5. С. 193-197.

Ефимова Н.А. Применение гормональной стимуляции созревания производителей при воспроизводстве лососевых рыб на Северо-Западе России. Тез. докл. междунар. конф.: «Генетика, селекция, гибридизация, племенное дело и воспроизводство рыб». С-Пб.: ГосНИОРХ, 2008. С. 94-95.

Летичевский М.А. Воспроизводство белорыбицы в условиях зарегулированного стока Волги. М.: Рыбное хозяйство, 1963. 174 с.

Летичевский М.А. Воспроизводство белорыбицы. М.: Легкая промышленность, 1983. 112 с.

Михайлова М.В., Васильченко О.Н. Анализ состояния искусственного воспроизводства белорыбицы и предложения к комплексу мероприятий по повышению его эффективности. Мат. междунар. симп. «Тепловодная аквакультура и биологическая продуктивность водоемов аридного климата». Астрахань: Изд. Астраханского ГТУ, 2007. С. 274-277.

Никольский Г.В. Частная ихтиология. М.: Советская наука, 1950. 436 с.

Семенченко С.М., Палубис С.Э. Итоги работ по искусственному воспроизводству байкальского омуля // Вопросы рыболовства. 2006. Т. 7. №1(25). С. 137-149.

Dyubin V.P. Induced maturation in Caspian inconnu, *Stenodus leucichthys* (Güld.), Salmoniformes // Abstr. VI Int. symp. reproduct. physiol. Fish., Bergen. Norway. 1999. P. 153.

**THE HATCHERY METHOD OF CASPIAN INCONNU *STENODUS LEUCICHTHYS LEUCICHTHYS* REPRODUCTION IN THE VOLGA DELTA**

© 2011 y. V.P. Dyubin

*St-Petersburg State University, St-Petersburg*

Absence of the necessary conditions for keeping the Caspian inconnu *Stenodus leucichthys leucichthys* (Guld.) at the fish hatchery have a negative influence on the state of the fish reproductive system. As a result only 22,4% females control group matured spontaneously in the spawning period. Using hormonal stimulation made it possible to achieve maturity of practically all females and to obtain the mature sex cells of high fish cultural quality. This most valuable commercial species can become an important object of pasturing mariculture with due account of the relatively high growth rate of the Caspian inconnu in the natural conditions and well-developed homing.

*Key words:* Caspian inconnu, brood stock management, induced reproduction, surfagon (GnRH-A), fertilization.