

# ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ ГИДРОБИОНТОВ

DOI: 10.24143/2073-5529-2019-4-95-103

УДК 639.371.053.4.001.57

## ОЦЕНКА ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ К РЕПРОДУКТИВНОЙ ФУНКЦИИ ДОМСТИЦИРОВАННЫХ САМОК БЕЛУГИ И ВЫРАЩЕННЫХ ОТ ИКРЫ В ИСКУССТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ<sup>1</sup>

*П. П. Гераскин<sup>1</sup>, А. В. Ковалева<sup>2</sup>, В. А. Григорьев<sup>1,2</sup>, А. В. Фирсова<sup>1</sup>,  
М. В. Яицкая<sup>1</sup>, В. Ж. Ветрова<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> Астраханский государственный технический университет,  
Астрахань, Российская Федерация

<sup>2</sup> Федеральный исследовательский центр Южный научный центр Российской академии наук,  
Ростов-на-Дону, Российская Федерация

<sup>3</sup> Каспийский филиал ФГБУ «Главрыбвод» Сергиевский осетровый рыболовный завод,  
Астрахань, Российская Федерация

Значительное сокращение численности белуги в начале XXI в. привело к необходимости восстановления ее популяции искусственным путем. Формирование ремонтно-маточных стад замедляется в связи с существенным дефицитом производителей естественной генерации. Искусственное воспроизводство белуги в настоящее время осуществляется за счет доместикиции рыб, а также путем выращивания зрелых особей по принципу «от икры до икры». У производителей, выращенных в заводских условиях, зачастую наблюдаются нарушения в обмене веществ, признаки физиологического истощения, видоизмененный биохимический состав ооцитов. Все это негативным образом отражается на генеративной функции производителей. Представлены результаты изучения физиологической подготовленности производителей белуги к нерестовой кампании, проводимой в Каспийском филиале ФГБУ «Главрыбвод» – Сергиевском осетровом рыболовном заводе. Объектом исследования являлись самки, отловленные в естественной среде и доместицированные в условиях завода, а также 16–18-летние самки из собственного маточного стада. Оценку физиологической подготовленности к нересту проводили по комплексу физиолого-биохимических показателей крови и степени накопления в ооцитах пластических и энергетических веществ в виде белков и липидов. Выявлено, что доместицированные самки были более подготовлены к восприятию гипофизарных инъекций, чем самки из ремонтно-маточного стада. Об этом свидетельствовали как физиолого-биохимические показатели, так и коэффициент поляризации ооцитов. Икра самок, выращенных в условиях завода, более мелкая, чем у доместицированных рыб (в 1,3 раза), количество триглицеридов в ней в 4,35 раза меньше. Кроме того, у рыб ремонтно-маточного стада проявляется явная неоднородность в накоплении ооцитами белка и липидов, что является следствием гетерогенности функционального состояния.

**Ключевые слова:** осетровые рыбы, белуга, производители, маточное стадо, физиология, репродуктивная функция, гормональное стимулирование.

**Для цитирования:** Гераскин П. П., Ковалева А. В., Григорьев В. А., Фирсова А. В., Яицкая М. В., Ветрова В. Ж. Оценка физиологической подготовленности к репродуктивной функции доместицированных самок белуги и выращенных от икры в искусственных условиях // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2019. № 4. С. 95–103. DOI: 10.24143/2073-5529-2019-4-95-103.

---

<sup>1</sup> Работы выполнены в рамках реализации ГЗ ЮНЦ РАН «Оценка современного состояния, анализ процессов формирования водных биоресурсов южных морей России в условиях антропогенного стресса и разработка научных основ технологии реставрации ихтиофауны, сохранения и восстановления хозяйственно ценных видов рыб», № госрегистрации 01201354245.

## Введение

Вся жизнедеятельность животных, в том числе и рыб, направлена на воспроизводство себе подобных. Это наиболее важный период в жизненном цикле рыб, и подготовка к нему у проходных видов осетровых в естественных условиях осуществляется в период нагула в море, достаточно большой период времени. Резкое сокращение численности популяции белуги в море стало причиной существенного дефицита производителей естественной генерации, используемых на осетровых заводах для искусственного воспроизводства этого вида рыб. Это, в свою очередь, привело к необходимости формирования маточных стад, реализация которого осуществлялась путем доместикации диких рыб, а также за счет выращивания зрелых особей в искусственных условиях по принципу «от икры до икры» [1]. В последнем случае рост, развитие и вступление в репродуктивный период у самок белуг проходит в несвойственной для них среде. Если в естественной среде формирование самок-производителей происходит в морской среде, то в заводских условиях – в пресной воде, зачастую с применением искусственных кормов. Как известно, изъятие любого животного из привычной для него среды обитания и вселение в иные условия может изменять не только отдельные параметры метаболических реакций, но и в целом направленность обмена веществ [2], что может повлиять в конечном счете и на генеративную функцию.

По результатам проведенных нами ранее исследований установлено, что изменения условий нагула, даже в естественной среде, приводят к появлению нарушений в генеративной функции [3]. Они проявляются сбоем в обмене веществ, наличием у ряда рыб признаков физиологического истощения и нарушениями процесса вителлогенеза. Вследствие этого видоизменяется биохимический состав ооцитов, что делает их неспособными к оплодотворению и, соответственно, к дальнейшему развитию. Нарушения в процессе созревания ооцитов могут возникать не только по причине изменений в генеративном обмене, но и при отклонениях, возникающих в других физиологических системах.

Таким образом, успех в искусственном воспроизводстве осетровых во многом определяется физиологической полноценностью производителей и степенью их физиологической подготовленности к восприятию гормонального стимулирования, что обусловлено, в первую очередь, условиями содержания и полноценностью кормления производителей продукционного стада.

## Материалы и методы исследования

Исследования по влиянию на степень физиологической подготовленности к репродуктивной функции доместичированных и выращенных от икры самок волжской популяции белуги (*Huso huso*, Linnaeus, 1758) проводили на Сергиевском рыбноводном заводе (Астраханская область). Созревших самок отбирали во время осенней бонитировки. Материал для исследований собирался в апреле-мае 2018 г. от самок, отловленных в Северном Каспии в 2002 и 2008 гг. и доместичированных в условиях завода (2 экз.), а также самок из собственного маточного стада, возрастом 16–18 лет (8 экз.). Рыбоводно-биологическая характеристика используемых в исследованиях самок представлена в табл. 1.

Таблица 1

Рыбоводно-биологическая характеристика самок белуги, используемых в исследованиях

№ п/п	ID-номер чип-импланта	Год получения половых продуктов	Масса, кг		Стадия зрелости		Коэффициент поляризации	Динамика массы, кг
			осень	весна	осень	весна		
<b>Белуга доместичированная (дикая адаптированная)</b>								
1	0005FC1E8C (0006329DEO)	2002, 2009, 2012, 2015	149	152	IV	IV	0,05	3,0
2	000697E45	2008 н/о, 2012, 2015	153	149	III–IV	IV	0,07	–4,0
<b>Белуга ремонтно-маточного стада (РМС) («от икры до икры»)</b>								
1	0006995650	2015	91	84	IV	IV	0,09	–7,0
2	0006994500	2018	88	89	IV	IV	0,08	1,0
3	00061FC769	2018	72	78	IV	IV	0,13	6,0
4	00069966F0	2016	86	88	IV	IV	0,12	2,0
5	000689F3CB	2018	73	73,7	IV	IV	0,11	0,7
6	0006986b8C	2018	95	89	IV	IV	0,14	–6,0
7	000689F663	2018	72	68	IV	IV	0,11	–4,0
8	0414B4AB4A	2018	73	73	IV	IV	0,13	0,0

Преднерестовое выдерживание производителей проводилось в бассейнах конструкции Б. Казанского, инъекции осуществляли по следующей схеме: предварительная инъекция глицериновой вытяжкой из гипофиза осетровых рыб (ГПП), 4 л.е./кг, разрешающая – сурфагон, 2 мкг/кг. Состояние зрелости ооцитов определяли по методике В. З. Трусова [4]. Кровь для физиолого-биохимических анализов брали прижизненно из хвостовой вены одноразовым шприцем до гипофизарной инъекции, ооциты – после овуляции, до оплодотворения.

Оценку физиологической подготовленности к репродуктивной функции проводили по комплексу физиолого-биохимических показателей [3, 5]. В крови исследовали содержание гемоглобина, общего белка,  $\beta$ -липопротеидов, холестерина, а также скорость оседания эритроцитов, в икре – содержание водорастворимого белка, общих липидов и триглицеридов. Содержание гемоглобина в крови определяли унифицированным цианметгемоглобиновым фотометрическим методом [6], СОЭ – методом Панченкова [7]. Определение  $\beta$ -липопротеидов вели турбидиметрическим методом по Бурштейну и Самой [8], общего холестерина в крови и триглицеридов в икре – энзиматическим колориметрическим методом с помощью наборов «Холестерин-Ольвекс» и «Триглицериды-Ольвекс», содержание общего белка в крови и ооцитах – биуретовым методом [9], общих липидов в икре – модифицированным методом ВНИРО [10].

### Результаты исследования

Изучение функционального состояния самок осетровых рыб на завершающих стадиях полового цикла позволяет определить уровень физиологической подготовленности производителей к восприятию гормональных воздействий для завершения процесса созревания гонад, что гарантирует успех получения икры, способной к оплодотворению. Попытка оценить физиологический статус производителей осетровых на основе биохимических показателей, характеризующих состояние только одной функциональной системы, часто не дает желаемого результата. Наилучшие результаты приносит подход, основанный на полифункциональном методе оценки физиологического состояния самок, суть которого – исследование комплекса физиолого-биохимических показателей. Такой подход, основанный на изучении комплекса физиолого-биохимических показателей крови и накопления в ооцитах пластических и энергетических веществ в виде белков и липидов, был применен к оценке функционального состояния самок белуги.

Анализ полученных в результате исследования данных выявил функциональную разнокачественность самок белуги (табл. 2).

Таблица 2

#### Физиолого-биохимическая характеристика доместицированных самок белуги и выращенных «от икры до икры»

№ п/п	СОЭ, мм/ч	Гемоглобин, г/л	Общий сывороточный белок (ОСБ), г/л	β-липопротеиды		Холестерин, ммоль/л
				г/л	% от ОСБ	
<b>Белуга доместицированная (дикая адаптированная)</b>						
1	5,0	68,3	40,3	6,96	17,3	5,41
2	7,0	74,0	44,4	8,80	19,8	6,85
<b>М<sub>ср.</sub>*</b>	<b>6,0</b>	<b>71,2</b>	<b>42,4</b>	<b>7,90</b>	<b>18,5</b>	<b>6,10</b>
<b>Белуга РМС («от икры до икры»)</b>						
1	8,0	66,3	44,4	11,49	25,9	9,23
2	5,0	77,7	58,3	10,54	18,1	8,01
3	6,0	88,5	46,1	8,42	18,3	6,38
4	6,0	101,1	46,1	9,04	19,6	6,69
5	5,0	89,1	56,0	10,30	18,4	6,42
6	7,0	83,9	33,3	10,63	31,9	8,10
7	6,0	88,8	41,5	7,62	18,4	5,66
8	5,0	63,4	60,7	11,82	19,5	9,76
<b>М<sub>ср.</sub></b>	<b>5,9</b>	<b>82,3</b>	<b>48,3</b>	<b>9,98</b>	<b>21,3</b>	<b>7,53</b>

\* М<sub>ср.</sub> – среднее значение.

Разнокачественность в меньшей степени проявляется у domestцированных белуг, в большей – между самками domestцированными и выращенными «от икры до икры», а также внутри последней группы рыб. Исходя из динамики показателей крови, отражающих последние этапы созревания ооцитов [5], самка № 1 из группы domestцированных самок более зрелая, чем вторая самка, у которой более высокие параметры исследуемых показателей крови, свидетельствующие о неполной завершенности этого процесса. У самки № 2 регистрировался и меньший коэффициент поляризации ооцитов. Если обратиться к данным по физиологическому состоянию самок белуг естественной популяции в преднерестовый период [11], то и они свидетельствуют о большей схожести этих параметров с первой самкой. Так, у самок естественной популяции содержание холестерина в преднерестовый период составило  $173 \pm 23$  мг % ( $4,48 \pm 0,6$  ммоль/л), а концентрация общего сывороточного белка у большинства исследованных рыб не превышало 40 г/л. Однако в целом domestцированные самки были более подготовлены к восприятию гипофизарных инъекций, чем самки из группы РМС. Об этом можно судить не только по исследуемым физиолого-биохимическим показателям, но и по коэффициенту поляризации ооцитов. Он у большинства самок белуги из РМС гораздо ниже (см. табл. 1), что является признаком незавершенности созревания ооцитов у большинства исследуемых рыб из группы РМС.

Об этом же свидетельствуют и исследованные физиолого-биохимические показатели крови. Все они, за исключением СОЭ, у самок белуги из группы РМС выше, чем у domestцированных рыб, с более высоким коэффициентом поляризации ооцитов (в среднем на 15 и 14 % – содержание в крови гемоглобина и белка; на 26 и 23 % –  $\beta$ -липопротеидов и холестерина). Несмотря на то, что у естественной популяции самок белуги наблюдается повышение содержания холестерина в преднерестовый период, по своей величине оно не так высоко, как у самок из группы РМС, и больше соответствует диким самкам с резорбированной икрой, у которых этот показатель составляет  $273 \pm 76$  мг % ( $7,07 \pm 2,0$  ммоль/л). Обращает на себя внимание и высокий разброс исследуемых показателей у самок белуги из РМС, которые должны к преднерестовому периоду находиться в достаточно однородном функциональном состоянии, соответствующем IV завершенной стадии зрелости гонад. Из пяти исследуемых параметров крови три имеют высокую вариабельность (см. табл. 2). Содержание общего белка и  $\beta$ -липопротеидов в крови изменяется в пределах полутора минимальных величин, холестерина еще больше – до 1,7 раз. У половины исследуемых рыб из группы РМС содержание холестерина в крови гораздо выше, чем у domestцированных самок (как и содержание  $\beta$ -липопротеидов у большинства самок), что свидетельствует о незавершенности процесса созревания ооцитов. Высокое содержание холестерина в крови, который является предшественником кортикостероидных гормонов, в том числе и половых, свидетельствует о еще высокой активности их синтеза у самок из РМС. Об этом же свидетельствует высокое содержание в крови  $\beta$ -липопротеидов, в состав которых входит ововителлин [12], из чего следует, что интенсивность его синтеза печенью и транспорт кровью в ооциты существенна. Однако, судя по относительному содержанию  $\beta$ -липопротеидов от общего сывороточного белка, этот процесс должен находиться на завершающей стадии [3, 5, 13]. О достаточно высокой интенсивности генеративного обмена у самок белуг из группы РМС свидетельствуют и другие показатели крови – содержание гемоглобина и общего белка. Первый указывает на повышенный уровень обмена веществ, удовлетворяющий его потребность в кислороде, второй – на повышенную интенсивность белкового обмена. С началом процесса созревания гонад в организме рыб концентрация гемоглобина и белка увеличивается, достигая максимума на стадиях трофоплазматического роста [14–18], снижаясь к концу этого процесса.

Все исследованные физиологические показатели в период созревания гонад у осетровых рыб связаны между собой, подвижны, а их уровень соответствует стадии зрелости ооцитов. У domestцированных самок такое соответствие имеет место. У самок из группы РМС, наоборот, наблюдаются большой разброс и разобщенность между исследованными параметрами крови, формирующие неадекватность функционального состояния стадии зрелости ооцитов, что связано, вероятно, с ненормальным протеканием генеративного обмена, который негативно отражается на формировании биохимического состава ооцитов. И это действительно так. Содержание белка в ооцитах у белуг из РМС в 1,7 раза меньше, чем у domestцированных самок, общих липидов меньше на 25 %, а триглицеридов меньше в 5,8 раз (табл. 3).

**Биохимический состав ооцитов белуг,  
доместицированных и выращенных «от икры до икры»**

№ п/п	Масса икринки, мг	Коэффициент поляризации	Количество оплодотворенной икры, %	Количество 1-дневных личинок, % от опл. икры	Белок		Липиды		Триглицериды	
					мг в икринке	%	мг в икринке	%	мг в икринке	%
<b>Белуга доместицированная (дикая адаптированная)</b>										
1	31,2	0,05	52	61,3	2,93	9,39	4,40	14,10	1,40	4,49
2	27,0	0,07	82	61,3	2,90	10,74	2,25	8,33	0,46	1,70
<b>М<sub>ср.</sub>*</b>	<b>29,1</b>	<b>0,06</b>	<b>67</b>	<b>61,3</b>	<b>2,92</b>	<b>10,06</b>	<b>3,25</b>	<b>11,21</b>	<b>0,93</b>	<b>3,09</b>
<b>Белуга РМС («от икры до икры»)</b>										
1	20,4	0,09	54	10,5	1,30	6,37	2,23	10,93	0,11	0,54
2	21,7	0,08	46	10,5	1,77	8,16	3,05	14,05	0,16	0,74
3	25,6	0,13	40	4,9	1,27	4,96	2,27	8,87	0,10	0,39
4	22,7	0,12	56	4,9	2,04	8,99	2,86	12,60	0,19	0,84
5	22,7	0,11	30	4,9	1,53	6,74	1,34	5,90	0,10	0,44
6	22,2	0,14	45	4,9	3,08	13,87	2,52	11,35	0,33	1,49
7	20,8	0,11	42	4,9	1,87	8,99	1,79	8,61	0,16	0,77
8	20,8	0,13	40	4,9	1,09	5,24	4,64	22,31	0,10	0,48
<b>М<sub>ср.</sub></b>	<b>22,1</b>	<b>0,11</b>	<b>44,13</b>	<b>6,3</b>	<b>1,74</b>	<b>7,91</b>	<b>2,59</b>	<b>11,83</b>	<b>0,16</b>	<b>0,71</b>

\* М<sub>ср.</sub> – среднее значение.

Если принять во внимание, что икра самок из РМС более мелкая (в 1,3 раза мельче), и расчет вести в относительных величинах, то и в этом случае явно просматривается дефицит триглицеридов – в 4,35 раза меньше, чем у доместицированных рыб. Кроме того, проявляется явная неоднородность в накоплении ооцитами белка и липидов, что является следствием гетерогенности функционального состояния самок из РМС, отмечаемой нами выше. Весной, после зимовки, функциональное состояние самок рыб, как правило, выравнивается [19], снижается вариабельность физиолого-биохимических показателей, что связано с переходом производителей на завершающие этапы созревания и большей однородности функционального состояния гонад. Этого как раз не отмечается у самок белуги из РМС, что является следствием у одних рыб неполного завершения созревания ооцитов, у других – нарушений в генеративном обмене, результатом чего становится биологическая неполноценность ооцитов, а в большинстве случаев имеет место и то и другое. Последствия таких нарушений – существенное снижение репродуктивной функции. При физиологической неподготовленности самки плохо отвечают на гормональное стимулирование. Они чаще не созревают, а в случае овуляции формируется икра плохого рыбоводного качества (низкий процент оплодотворения, плохая выживаемость потомства). При нарушении генеративного обмена у таких самок овуляция ооцитов и их оплодотворение возможны, но развитие может останавливаться на стадии эмбриогенеза, а в случае вылупления личинки появляются с низкой жизнеспособностью из-за несбалансированности пластических и энергетических веществ. В нашем случае наблюдается недостаточное обеспечение запасными энергетическими веществами в виде триацилглицеридов, из-за чего отмечается очень низкое количество однодневных личинок (см. табл. 3).

Более детальный анализ полученных результатов показывает необходимость индивидуального подхода к гормональному стимулированию самок, с учетом зрелости ооцитов и физиологической подготовленности самих самок. Так, согласно рекомендациям М. С. Чебанова и Е. В. Галич [20], доза предварительной инъекции гипофизарным препаратом должна соответствовать коэффициенту поляризации ооцитов. К этому надо добавить и уровень физиологической подготовленности самок к гормональному стимулированию. У более зрелых рыб она должна быть ниже, стимулирование должно быть мягче. Необходим индивидуальный подход и к менее зрелым самкам, преднерестовое их выдерживание должно быть более продолжительным: чем менее зрелая самка, тем больше длительность такого выдерживания. Что касается самок с нарушениями генеративного обмена, то их причины закладываются в период трофоплазматического роста ооцитов, которые требуют тщательного изучения.

Исследования различных звеньев эндокринной системы [21] производителей рыб при введении им различных гормональных препаратов привели к тем же выводам: успех получения зрелых полноценных половых продуктов зависит от уровня физиологической подготовленности к созреванию перед гормональной стимуляцией. При этом нарушения в репродуктивном процессе появляются не только при изменениях в самой репродуктивной системе, но и в других функциональных системах.

### Заключение

Сравнительное исследование физиологического состояния самок белуги domesticированных и выращенных «от икры до икры», вступивших в репродуктивный период, выявило существенные различия в уровне подготовленности их к репродуктивной функции. Если первые характеризовались по исследованным показателям как физиологически полноценные производители с небольшими вариациями функциональной подготовленности к восприятию гормонального стимулирования, то самки белуги, составляющие ремонтно-маточное стадо, – высокой функциональной разнородностью и неполноценностью биохимического состава ооцитов, в первую очередь вследствие низкого содержания запасных энергетических веществ.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кокоза А. А., Загребина О. Н., Григорьев В. А., Андрэ М. Э. П. Сравнительные морфофизиологические показатели производителей белуги, используемых на рыбоводных предприятиях Нижней Волги в разные временные периоды // Актуальные вопросы рыбного хозяйства и аквакультуры бассейнов южных морей России: материалы Междунар. науч. конф. (Ростов-на-Дону, 1–3 октября 2014 г.). Ростов н/Д.: Изд-во ЮНЦ РАН, 2014. С. 145–150.
2. Биологические ритмы: в 2 т. / под ред. Ю. Ашоффа: М.: Мир, 1984. Т. 1. 830 с.
3. Гераскин П. П., Металлов Г. Ф., Аксенов В. П. Физиолого-биохимическая характеристика самок севрюги, используемых для искусственного воспроизводства // Осетровое хозяйство водоемов СССР. Астрахань: Изд-во ЦНИИ осетрового хоз-ва, 1984. С. 81–83.
4. Трусов В. З. Метод определения степени зрелости половых желез самок осетровых // Рыбное хозяйство. 1964. № 1. С. 26–28.
5. Гераскин П. П., Металлов Г. Ф., Григорьев В. А., Яицкая М. В. Физиолого-биохимические закономерности созревания самок осетровых рыб // Аквакультура: мировой опыт и российские разработки: материалы Всерос. науч. конф. Ростов н/Д.: Изд-во ЮНЦ РАН, 2017. С. 493–496.
6. Кушаковский М. С. Клинические формы повреждения гемоглобина. Л.: Медицина, 1968. 325 с.
7. Лыманский В. В., Яржомбек А. А., Бекина Е. Н., Андронников С. Б. Инструкция по физиолого-биологическому анализу рыбы. М.: Изд-во ВНИИРХ, 1984. 60 с.
8. Тодоров Й. Клинические лабораторные исследования в педиатрии. София: Медицина и физкультура, 1963. 874 с.
9. Меньшиков В. В. Лабораторные методы исследований в клинике. М.: Медицина, 1987. 365 с.
10. Кривобок М. Н., Тарковская О. И. Определение жира в теле рыб // Руководство по методике исследований физиологии рыб. М.: Изд-во АН СССР, 1962. С. 134–142.
11. Дюлидзе Ю. Б. Физиолого-биохимическая характеристика производителей белуги (*Huso huso* L.) в естественных и заводских условиях: автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1983. 17 с.
12. Ипатов В. В., Лукьяненко В. И. Сывороточные белки рыб: гетерогенность, структура и функции // Успехи современной биологии. 1979. Вып. 1 (4). Т. 88. С. 108–124.
13. Металлов Г. Ф., Гераскин П. П., Аксенов В. П. Физиолого-биохимические аспекты оценки рыбного «качества» самок севрюги *Acipenser Stellatus* (Pall) // Рыбное хозяйство. Сер.: Аквакультура, информ. пакет. 1997. Вып. 7. С. 4–14.
14. Гераскин П. П., Лукьяненко В. И. Физиолого-биохимическая характеристика производителей волжского стада осетра // Некоторые вопросы осетрового хозяйства Каспийского бассейна (обзор). М., Изд-во ВНИРО, 1966. С. 59–68.
15. Дубинин В. И. Гематологическая характеристика самок озимой расы русского осетра с долевого и тотальной резорбцией икры // Экологическая физиология и биохимия рыб: тез. докл. IV Всесоюз. конф. Астрахань: Изд-во ЦНИОРХ, 1979. Т. 2. С. 86–87.
16. Дюлидзе Ю. Б. Физиолого-биохимическая характеристика производителей белуги в преднерестовый и нерестовый периоды // Рациональные основы ведения осетрового хозяйства: тез. докл. науч.-практ. конф. Волгоград: Изд-во ЦНИОРХ, 1981. С. 75–76.
17. Шелухин Г. К. Физиолого-биохимические параметры осетровых в морской и речной периоды жизни: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Петрозаводск, 1974. 19 с.
18. Лапухин Ю. А., Пономарев С. В., Сорокина М. Н. Сравнительная оценка функционального состояния молодежи гибрида стерлядь × белуга // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. 2008. № 3 (44). С. 14–17.

19. *Комова Н. И.* Динамика биохимического состава тканей леща *Abramis brama* (Cyprinidae) при созревании гонад // Вопросы ихтиологии. 2001. Т. 41. № 3. С. 408–415.

20. *Чебанов М. С., Галич Е. В.* Руководство по искусственному воспроизводству осетровых рыб. Анкара: ФАО, 2011, 297 с.

21. *Бурлаков А. Б.* Физиологические механизмы формирования качества половых продуктов при искусственном воспроизводстве рыб // Тез. докл. Первого конгресса ихтиологов России. М.: Изд-во ВНИРО, 1997. С. 213.

Статья поступила в редакцию 17.06.2019

### **ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ**

**Гераскин Петр Петрович** – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; д-р биол. наук; ведущий научный сотрудник лаборатории биотехнологии сохранения и воспроизводства ценных видов рыб; kafavb@mail.ru.

**Ковалева Анжелика Вячеславовна** – Россия, 344006, Ростов-на-Дону; Федеральный исследовательский центр Южный научный центр Российской академии наук; канд. биол. наук; старший научный сотрудник отдела водных биологических ресурсов бассейнов южных морей; anhranova@yandex.ru.

**Григорьев Вадим Алексеевич** – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; канд. биол. наук; научный сотрудник лаборатории биотехнологии сохранения и воспроизводства ценных видов рыб; Россия, 344006, Ростов-на-Дону; Федеральный исследовательский центр Южный научный центр Российской академии наук; ведущий научный сотрудник отдела водных биологических ресурсов бассейнов южных морей; kafavb@mail.ru.

**Фирсова Ангелина Валерьевна** – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; лаборант кафедры аквакультуры и рыболовства; kafavb@mail.ru.

**Яицкая Марина Владимировна** – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; аспирант лаборатории аквакультуры и рыболовства; kafavb@mail.ru.

**Ветрова Вера Жумагалиевна** – Россия, 414052, Астрахань; Каспийский филиал ФГБУ «Главрыбвод» Сергиевский осетровый рыбоводный завод; директор; kafavb@mail.ru.



## **EVALUATION OF PHYSIOLOGICAL PREPAREDNESS FOR REPRODUCTIVE FUNCTION OF DOMESTICATED BELUGA FEMALES AND FEMALES GROWN FROM EGGS IN ARTIFICIAL CONDITIONS**

***P. P. Geraskin<sup>1</sup>, A. V. Kovaleva<sup>2</sup>, V. A. Grigoriev<sup>1, 2</sup>, A. V. Firsova<sup>1</sup>, M. V. Yaitskaya<sup>1</sup>, V. Zh. Vetrova<sup>3</sup>***

<sup>1</sup> *Astrakhan State Technical University,  
Astrakhan, Russian Federation*

<sup>2</sup> *Federal Research Center of Southern Scientific Center of the Russian Academy of Sciences,  
Rostov-on-Don, Russian Federation*

<sup>3</sup> *Caspian Branch of the FSBO “Glavrybvod” Sergievsky Sturgeon Hatchery,  
Astrakhan, Russian Federation*

**Abstract.** The article highlights the problem of significant reducing the number of beluga at the beginning of the XXI century, which resulted in restoring its population artificially. The formation of repair and brood stocks is slowing down due to a significant shortage of producers of natural generation. Artificial reproduction of beluga is currently carried out due to domestication of fish,

as well as by growing mature individuals on “from eggs to eggs” principle. Producers grown in the hatcheries often have metabolic disturbances, signs of physiological exhaustion, and a modified biochemical composition of oocytes. All these deteriorate the reproductive functions of the producers. There have been presented the results of studying physiological preparedness of beluga producers to spawning campaign carried out by the Caspian branch FSBO “Glavrybvod” at the Sergievsky sturgeon hatchery. The objects of the study were females caught in the natural environment and domesticated in the hatchery, as well as sixteen-eighteen-year-old females from their own broodstock. Physiological readiness for spawning was assessed by a complex of physiological and biochemical parameters of blood and the amount of accumulated plastic and energy substances in oocytes in the form of proteins and lipids. It was revealed that domesticated females were better prepared for pituitary injections than females from the broodstock. This was justified by both physiological and biochemical parameters, as well as by the coefficient of polarization of oocytes. Eggs of females grown in the hatchery conditions are smaller (1.3 times smaller) and the number of triglycerides in them is 4.35 times less than in those of domesticated fish. In addition, the accumulation of protein and lipids by oocytes differs greatly in broodstock female species due to heterogeneity of their functional state.

**Key words:** sturgeon, beluga, breeders, broodstock, physiology, reproductive function, hormonal stimulation.

**For citation:** Geraskin P. P., Kovaleva A. V., Grigoriev V. A., Firsova A. V., Yaitskaya M. V., Vetrova V. Zh. Evaluation of physiological preparedness for reproductive function of domesticated beluga females and females grown “from eggs” in artificial conditions. *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishing Industry*. 2019;4:95-103. (In Russ.) DOI: 10.24143/2073-5529-2019-4-95-103.

#### REFERENCES

1. Kokoza A. A., Zagrebina O. N., Grigor'ev V. A., Andre M. E. P. Svravnitel'nye morfofiziologicheskie pokazateli proizvodelei belugi, ispol'zuemykh na rybovodnykh predpriiatiakh Nizhnei Volgi v raznye vremennye periody [Comparative morphophysiological indicators of beluga producers used at fish farms of the Lower Volga in different time periods]. *Aktual'nye voprosy rybnogo khoziaistva i akvakul'tury basseinov iuzhnykh morei Rossii: materialy Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii (Rostov-na-Donu, 1–3 oktiabria 2014 g.)*. Rostov-on-Don, Izd-vo IuNTs RAN, 2014. Pp. 145-150.
2. *Biologicheskie ritmy: v 2 t.* [Biological rhythms]. Pod redaktsiei Iu. Ashoffa: Moscow, Mir Publ., 1984. Vol. 1. 830 p.
3. Geraskin P. P., Metallov G. F., Aksenov V. P. Fiziologo-biokhimeskaia kharakteristika samok sevriugi, ispol'zuemykh dlia iskusstvennogo vosproizvodstva [Physiological and biochemical characteristics of stellate sturgeon females used for artificial reproduction]. *Osetrovoe khoziaistvo vodoemov SSSR*. Astrakhan', Izd-vo TsNII osetrovogo khoz-va, 1984. Pp. 81-83.
4. Trusov V. Z. Metod opredeleniia stepeni zrelosti polovykh zhelez samok osetrovyykh [Method for determining maturity of sex glands of female sturgeons]. *Rybnoe khoziaistvo*, 1964, no. 1, pp. 26-28.
5. Geraskin P. P., Metallov G. F., Grigor'ev V. A., Iaitskaia M. V. Fiziologo-biokhimeskie zakonomernosti sozrevaniia samok osetrovyykh ryb [Physiological and biochemical regularities of female sturgeons maturation]. *Akvakul'tura: mirovoi opyt i rossiiskie razrabotki: materialy Vserossiiskoi nauchnoi konferentsii*. Rostov-on-Don, Izd-vo IuNTs RAN, 2017. Pp. 493-496.
6. Kushakovskii M. S. *Klinicheskie formy povrezhdeniia gemoglobina* [Clinical forms of hemoglobin damage]. Leningrad, Meditsina Publ., 1968. 325 p.
7. Limanskii V. V., Iarzhombek A. A., Bekina E. N., Andronnikov S. B. *Instruktsiia po fiziologo-biologicheskim analizam ryby* [Instructions for physiological and biological analysis of fish]. Moscow, Izd-vo VNIIRKh, 1984. 60 p.
8. Todorov I. *Klinicheskie laboratornye issledovaniia v pediatrii* [Clinical laboratory studies in pediatrics]. Sofiia, Meditsina i fizkul'tura Publ., 1963. 874 p.
9. Men'shikov V. V. *Laboratornye metody issledovaniia v klinike* [Laboratory methods of research in clinic]. Moscow, Meditsina Publ., 1987. 365 p.
10. Krivobok M. N., Tarkovskaia O. I. Opredelenie zhira v tele ryb [Measuring fat in fish body]. *Rukovodstvo po metodike issledovaniia fiziologii ryb*. Moscow, Izd-vo AN SSSR, 1962. Pp. 134-142.
11. Dolidze Iu. B. *Fiziologo-biokhimeskaia kharakteristika proizvodelei belugi (Huso huso L.) v estestvennykh i zavodskikh usloviakh. Avtoreferat dis. ... kand. biol. nauk* [Physiological and biochemical characteristics of beluga producers (Huso huso L.) in natural and hatchery conditions. Diss. Abstr ... Cand. Biol. Sci.]. Moscow, 1983. 17 p.
12. Ipatov V. V., Luk'ianenko V. I. Syvorotochnye belki ryb: geterogenost', struktura i funktsii [Whey proteins of fish: heterogeneity, structure and functions]. *Uspekhi sovremennoi biologii*, 1979, iss. 1 (4), vol. 88, pp. 108-124.



13. Metallov G. F., Geraskin P. P., Aksenov V. P. Fiziologo-biokhimicheskie aspekty otsenki rybovodnogo «kachestva» samok sevriugi Acipenser Stellatus (Pall) [Physiological and biochemical aspects of assessing fish-breeding quality of stellate sturgeon females Acipenser Stellatus (Pall)]. *Rybnoe khoziaistvo. Seriya: Akvakul'tura, informatsionnyi paket*, 1997, iss. 7, pp. 4-14.
14. Geraskin P. P., Luk'ianenko V. I. Fiziologo-biokhimicheskaia kharakteristika proizvoditelei volzhskogo stada osetra [Physiological and biochemical characteristics of sturgeon producers of the Volga]. *Nekotorye voprosy osetrovogo khoziaistva Kaspiiskogo basseina (obzor)*. Moscow, Izd-vo VNIRO, 1966. Pp. 59-68.
15. Dubinin V. I. Gematologicheskaiia kharakteristika samok ozimoi rasy russkogo osetra s dolevoi i total'noi rezorbtsei ikry [Hematological characteristics of females of winter race of Russian sturgeon with partial and total resorption of caviar]. *Ekologicheskaiia fiziologiia i biokhimiia ryb: tezisy dokladov IV Vsesoiuznoi konferentsii. Astrakhan'*, Izd-vo TsNII osetrovogo khoz-va, 1979. Vol. 2. Pp. 86-87.
16. Dolidze Iu. B. Fiziologo-biokhimicheskaia kharakteristika proizvoditelei belugi v prednerestovyi i nerestovyi periody [Physiological and biochemical characteristics of Beluga producers in pre-spawning and spawning periods]. *Ratsional'nye osnovy vedeniia osetrovogo khoziaistva: tezisy dokladov nauchno-prakticheskoi konferentsii*. Volgograd, Izd-vo TsNII osetrovogo khoz-va, 1981. Pp. 75-76.
17. Shelukhin G. K. *Fiziologo-biokhimicheskie parametry osetrovyykh v morskoi i rechnoi periody zhizni. Avtoreferat dis. ... kand. biol. nauk* [Physiological and biochemical parameters of sturgeons in sea and river periods of life. Diss. Abstr. ... Cand. Biol. Sci.]. Petrozavodsk, 1974. 19 p.
18. Lapukhin Iu. A., Ponomarev S. V., Sorokina M. N. Sravnitel'naia otsenka funktsional'nogo sostoianii molodi gibrida sterliad' × beluga [Comparative evaluation of functional state of sterlet × beluga hybrid juveniles]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*, 2008, no. 3 (44), pp. 14-17.
19. Komova N. I. Dinamika biokhimicheskogo sostava tkanei leshcha Abramis brama (Ciprinidae) pri sozrevanii gonad [Dynamics of biochemical composition of tissues of bream Abramis brama (Ciprinidae) during maturation of gonads]. *Voprosy ikhtiologii*, 2001, vol. 41, no. 3, pp. 408-415.
20. Chebanov M. S., Galich E. V. *Rukovodstvo po iskusstvennomu vosproizvodstvu osetrovyykh ryb* [Guidelines for artificial reproduction of sturgeons]. Ankara, FAO, 2011. 297 p.
21. Burlakov A. B. Fiziologicheskie mekhanizmy formirovaniia kachestva polovykh produktov pri iskusstvennom vosproizvodstve ryb [Physiological mechanisms of developing quality of reproductive products during fish artificial reproduction]. *Tezisy dokladov Pervogo kongressa ikhtiologov Rossii*. Moscow, Izd-vo VNIRO, 1997. P. 213.

The article submitted to the editors 17.06.2019

### **INFORMATION ABOUT THE AUTHORS**

**Geraskin Petr Petrovich** – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Doctor of Biology; Leading Researcher of the Laboratory of Biotechnology Conservation and Reproduction Valuable Species of Fish; kafavb@mail.ru.

**Kovaleva Anzhelika Vyachislavovna** – Russia, 344006, Rostov-on-Don; Federal Research Centre The Southern Scientific Center of the Russian Academy of Science; Candidate of Biology; Senior Researcher of the Division of Aquatic Biological Resources of the Southern Seas Basins; anhranova@yandex.ru.

**Grigoriev Vadim Alekseevich** – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Candidate of Biology; Senior Researcher of the Laboratory of Biotechnology Conservation and Reproduction Valuable Species of Fish; Russia, 344006, Rostov-on-Don; Federal Research Centre The Southern Scientific Center of the Russian Academy of Science; Candidate of Biology; Leading Researcher of the Division of Aquatic Biological Resources of the Southern Seas Basins; labastu@yandex.ru.

**Firsova Angelina Valer'evna** – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Laboratory Assistant of the Laboratory of Aquaculture and Fisheries.

**Yaitskaya Marina Vladimirovna** – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Postgraduate Student of the Laboratory of Aquaculture and Fisheries; kafavb@mail.ru.

**Vetrova Vera Zhumagalievna** – Russia, 414052, Astrakhan; Caspian Branch of the FSBO “Glavrybvod” Sergiev Sturgeon Hatchery; Director; kafavb@mail.ru.

