



А.С. Сафронов¹, О.П. Филиппова¹, И.В. Яхонтова¹, Н.А. Козовкова²,
А.В. Мищенко²

¹Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО), Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Москва, Российская Федерация

²Филиал по пресноводному рыбному хозяйству ВНИРО (ВНИИПРХ), Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Рыбное, Российская Федерация

РЫБОВОДНО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ БЕСТЕРА «БУРЦЕВСКОЙ» ПОРОДЫ 5 ПОКОЛЕНИЯ СЕЛЕКЦИИ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ В ИНДУСТРИАЛЬНОЙ АКВАКУЛЬТУРЕ

Аннотация. Целесообразность использования гибридов в аквакультуре связана с возможностью сочетания в них желательных качеств исходных видов. К настоящему времени изучено и апробировано в промышленных хозяйствах аквакультуры большое число межвидовых гибридов осетровых рыб, но 3 породы, выведенные на основе скрещиваний белуги со стерлядью (бестера), первыми зарегистрированы Государственной комиссией РФ по испытанию и охране селекционных достижений в 2000 г. под названиями «бурцевская», «внировская» и «аксайская». Выращивание реципрокных форм бестера породы «бурцевская» (белуга × стерлядь; стерлядь × белуга) было начато в прудах Саратовской области, продолжено в Ростовской области до 4-го поколения. 5 поколение целиком было выращено в бассейнах УЗВ под Москвой.

Целью данного исследования являлось сравнение производителей «бурцевского» бестера 3-го и 5-го поколений селекции для определения стабильности породы. Оценку вели путем сравнения разных поколений по величине экстерьерных показателей: индексам прогонистости, толщины тела, обхвата тела, коэффициента упитанности (K_F) и хозяйственно-ценным признакам: продуктивности самок, жизнеспособности потомства и уровню эмбриональных нарушений в раннем онтогенезе

В работе приведены данные динамики изменений морфометрических индексов тела, выживаемости и плодовитости от 3-го к 5-му поколению у бестера (*Huso huso* (Linnaeus) × *Acipenser ruthenus* (Linnaeus)). Обобщены данные экспериментальных исследований, проведенных



в период 2002–2018 гг. в контролируемых условиях замкнутых систем ВНИРО в Московской области (Россия), для производителей и потомства породы бестера «бурцевская» При организации исследований применяли методы прижизненного получения икры, ультразвуковой диагностики, биопсии с использованием щупа и анестезии. Установлено, что 5-е поколение «бурцевской» породы бестера сохраняет основные отличия от родительских форм. Эмбриональные нарушения и их уровень у потомства 5-го поколения «бурцевского» бестера аналогичны предыдущим поколениям, за исключением «тяжелых вариантов», отмеченных для F_2 . Произошло уменьшение рабочей плодовитости у самок F_5 , а величины относительной плодовитости и оосоматического индекса, наоборот увеличились, что связано с направленным отбором по этим показателям. У самцов F_5 средняя масса половозрелых рыб увеличилась относительно F_3 .

Ключевые слова: аквакультура, гибриды осетровых, бестер, замкнутая система водоснабжения (УЗВ), созревание, эмбриональные нарушения, рыбоводно-биологические показатели

Alexander St. Safronov¹, Olga P. Filippova¹, Irina V. Yakhontova¹,
Nadezhda A. Kozovkova², Alexander V. Mishchenko²

¹*Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography («VNIRO»), The Ministry of Agriculture of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation*

²*Branch for freshwater fisheries VNIRO (VNIIPRKh), The Ministry of Agriculture of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation*

FISH-BREEDING AND BIOLOGICAL INDICATORS OF THE BESTER «BURTSEVSKAYA» BREED OF THE 5th GENERATION OF BREEDING WHEN GROWING IN INDUSTRIAL AQUACULTURE

Abstract. The expediency of using hybrids in aquaculture is associated with the possibility of combining the desirable qualities of the original species in them. To date, a large number of interspecific hybrids of sturgeon fish have been studied and tested in industrial aquaculture farms, but 3 breeds bred on the basis of crosses of beluga with sterlet (bester) were the first registered by the State Commission of the Russian Federation of Breeding Achievements in 2000 under the names «Burtsevskaya», «Vnirovskaya» and «Aksaiskaya». The cultivation of reciprocal forms of the Burtsevskaya breed bester (beluga × sterlet; sterlet × beluga) was started in the ponds of the Saratov region, continued in the Rostov region until the 4th generation. The 5th generation was entirely grown in the pools of the RAS near Moscow. The purpose of this study was to



compare the producers of the bester «Burtsevsкая» of the 3rd and 5th generations of breeding to determine the stability of the breed. The assessment was carried out by comparing different generations in terms of the value of exterior indicators: indices of progenity, body thickness, body girth, fatness coefficient (K_F) and economically valuable traits: female productivity, viability of offspring and the level of embryonic disorders in early ontogenesis. The data on the dynamics of changes in morphometric body indices, survival and fertility from the 3rd to the 5th generation in the sturgeon hybrid are presented. The data of experimental studies conducted in the period 2002–2018 under controlled conditions of closed systems of VNIRO in the Moscow region (Russia), for spawners and offspring of the Burtsevsкая bester breed (*Huso huso* (Linnaeus) $\times$ *Acipenser ruthenus* (Linnaeus)) are summarized. Methods of intravital eggs extraction, ultrasound diagnostics, biopsy with the probe and anesthesia are applied. It has been established that the 5th generation of the «Burtsevsкая» breed of Bester retains the main differences from the parental forms. Embryonic disorders and their level in the offspring of the 5th generation of the Burtsev Bester are similar to the previous generations, with the exception of the “severe variants” noted for F_2 . There was a decrease in working fecundity in F_5 females, and the values of relative fecundity and oosomatic index, on the contrary, increased, which is associated with directional selection for these indicators. In F_5 males, the average weight of mature fish increased relative to F_3 .

Keywords: aquaculture, sturgeon hybrids, bester, recycling aquaculture system (RAS), maturation, embryonic disorders, fish-breeding and biological parameters

Введение. Целесообразность использования гибридов в аквакультуре связана с возможностью сочетания в них желательных качеств исходных видов, например, как у бестера, большой потенции роста и большой плодовитости белуги со скороспелостью и высокими вкусовыми качествами стерляди [1, 2]. Гибридизация осетровых нашла широкое применение благодаря технической простоте скрещивания при искусственном осеменении икры и возможности массового получения гибридов вследствие высокой плодовитости рыб. Как правило, гибриды отличаются также высокой адаптивной пластичностью, т.е. способностью переносить необычные для чистых видов условия среды в рыбоводных хозяйствах [3].

Практическое использование гибридов идет по двум классическим направлениям:

1) скрещивание и выращивание гетерозисных гибридов 1-го поколения, отличающихся повышенной продуктивностью;



2) синтетическая селекция гибридов в ряду поколений с целью создания новых пород с оптимальным сочетанием признаков и свойств исходных видов [4].

Начиная с работ профессора Н.И. Николюкина [5], к настоящему времени изучено и апробировано в промышленных хозяйствах аквакультуры большое число гибридов между видами осетровых рыб, обитающими в водоемах России, но 3 породы, выведенные на основе скрещиваний белуги со стерлядью (бестера), были первыми зарегистрированы Государственной комиссией РФ по испытанию и охране селекционных достижений в 2000 г. под названиями «бурцевская», «внировская» и «аксайская».

Выращивание реципрокных форм бестера породы «бурцевская» (белуга×стерлядь; стерлядь×белуга) было начато в прудах Саратовской области (Тепловский рыбопитомник), и продолжено в Ростовской области (Аксайский рыбхоз и ЗАО «Казачка») до 4-го поколения гибридизации с постоянным мониторингом диагностических породных признаков [6, 7, 8]. В 2002 и 2005 гг. потомство 3-го поколения гибридизации в виде сеголеток и развивающихся эмбрионов было перевезено в экспериментальные установки с замкнутым водообеспечением (УЗВ) ФГБНУ «ВНИРО в Московской области, где и продолжалось выращивание рыб по половой зрелости. Фактически в бассейнах УЗВ было повторно сформировано маточное стадо «бурцевского» бестера 4-го поколения гибридизации.

Половой зрелости самки 4-го поколения достигли в период с 2009 по 2011 гг. В 2012 г. было заложено ремонтное стадо «бурцевского» бестера 5-го поколения (F_5) из второй генерации потомства самок и самцов 4-го поколения, предварительно оцененных по выживаемости первой генерации их эмбрионов и личинок.

Целью данной работы являлось определение стабильности «бурцевской» породы бестера путем сравнения ее показателей с аналогичными у предшествующего поколения гибридизации. Для этого провели сравнение производителей «бурцевской» породы бестера 3-го (когда проводили испытание породы на отличимость, однородность и стабильность) и 5-го поколений селекции по величине экстерьерных показателей — индексу прогонистости (L/H), индексу толщины тела (B/L), индексу обхвата тела O/L , коэффициенту упитанности (K_F) и хозяйственно-ценным признакам: продуктивности самок, жизнеспособности потомства и уровню эмбриональных нарушений в раннем онтогенезе



В данном случае под общим термином «жизнеспособность потомства» понимали выживаемость эмбрионов на стадиях с 18-й (стадия щелевидного бластопора) по 20-ю (стадия широкой нервной пластинки) согласно классификации Т.А. Детлаф с соавторами и выживаемость личинок после вылупления (стадия 36) [9].

Для оценки продуктивности самок использовали плодовитость, как один из наиболее генетически закрепленных признаков, в наименьшей степени подверженных модификационной изменчивости. Рассчитывали рабочую, относительную плодовитости и оосоматический индекс, как отношение массы овулировавшей икры к массе тела самки.

Основная часть. Пятое поколение «бурцевской» породы бестера целиком было выращено в бассейнах УЗВ (с последовательным чередованием емкостей разного размера (от 2×2×0,7 м для молоди до круглых Ø 4,5 м и глубиной 0,85 м для старшего ремонта) с кормлением осетровыми линейками искусственных комбикормов 4-х зарубежных (Aller aqua, Biomar, Coppens, Skretting) и отечественной (ООО НПК «Агротех») компаний. Первые самцы достигли полового созревания в возрасте 3+ при сумме тепла 21890 градусо-дней, первые самки — в возрасте 5+ при сумме тепла 35550 градусо-дней. Плотность посадки при выращивании рыб в бассейнах Ø 4,5 м и высотой 0,85 м не превышала 47 кг/м³.

Все работы по подготовке и стимуляции производителей к нересту, получению половых продуктов, осеменению и инкубации икры проводили согласно стандартным методикам [10, 11]. Статистическую обработку выборочных данных проводили с использованием программы Microsoft Excel 2003. Вычисляли средние значения показателей и их ошибку ($M \pm m$), величину среднего квадратичного отклонения (δ), коэффициент вариации (CV).

Сравнение групп «бурцевского» бестера 3-го и 5-го поколений показало некоторое их отличие по величине основных морфометрических индексов (табл. 1). Самки 5-го поколения стали менее прогонистыми, с несколько большими значениями индексов толщины и обхвата в связи с работами по отбору в 4-м поколении особей по максимальной плодовитости. Отбор на увеличение плодовитости вели для формирования в УЗВ маточного стада «икорного» направления и отработки технологии производства пищевой икры, что было связано с выполнением государственной тематики ФГБНУ «ВНИРО».



Таблица 1. Экстерьерные показатели производителей «бурцевского» бестера разных поколений

Table 1. Exterior indexes of different generations of «Burtsevskaya» bester breeders

Пол рыбы	Индекс прогонистости: отношение длины тела к наибольшей высоте, L/H	Индекс тол- щины в % дли- ны тела, B/L	Индекс об- хвата в % длины тела, O/L, %	Коэффициент упитанности по Фультону, K_F
Самки:				
F_3^* (N=40)	6,9	11,3	40,5	1,1
F_5 (N=68)	$6,68 \pm 0,06$	$13,9 \pm 0,15$	$45,56 \pm 0,41$	$0,86 \pm 0,02$
Самцы:				
F_3^* (N=18)	6,9	10,7	37,3	0,9
F_5 (N=63)	$5,91 \pm 0,07$	$13,77 \pm 0,17$	$43,92 \pm 0,42$	$0,82 \pm 0,02$

Примечание. * — по литературным данным [12]; N — количество особей в выборке, экз.

Специального отбора самцов по морфометрическим индексам в 4-м поколении не проводили, что привело к некоторым изменениям облика рыб в 5-м поколении. Самцы стали более короткотелыми, с большей толщиной и обхватом, что объясняется условиями содержания в ограниченном пространстве бассейнов УЗВ и высокобелковым питанием рыб экструдированными кормами (малоподвижный образ жизни и калорийное питание). С учетом общей направленности работ на получение пищевой икры, для репродукции стада оставили только 35 % от отобранных методом ультразвуковой диагностики (УЗИ) неполовозрелых самцов.

Следует отметить, что в 4-м поколении у части самцов бестера отмечалось снижение рыбоводного качества продуцируемой спермы (снижение концентрации и оплодотворяющей способности), и таких самцов (50 % от оставленных «на племя»), после теста на оплодотворяемость икры, исключали из репродуктивного процесса. Таким образом, напряженность отбора для самцов 4-го поколения бестера составила 32,5 %. В 5-м поколении самцов и самок «бурцевского» бестера специального отбора по индексам тела так же не проводили.

Масса самок 3-го и 5-го поколений, достигших половой зрелости, имеет близкие значения, а вот самцы 5-го поколения стали более крупными (табл. 2).



Рабочая плодовитость созревающих самок 5-го поколения была несколько меньше, чем у самок 3-го поколения. При этом относительные величины (относительная плодовитость и оосоматический индекс) несколько увеличились, т.к. именно по этим критериям отбирались для репродукции самки 4-го поколения.

Таблица 2. Рыбоводно-биологические показатели «бурцевского» | бестера разных поколений
Table 2. Fish-breeding and biological indicators of different generations of «Burtsevskaya» bester

Показатели	Порода «бурцевская» волжского происхождения				
	F ₃ *		F ₅		
	средняя	мин. — макс	средняя	мин. — макс	CV, %
Масса самок при достижении половой зрелости, кг					
- самки	9,6	5–14	9,38±0,39	5,2–13,0	21,5
- самцы	-	3–6	6,17±0,17	4,2–9,4	16,3
Плодовитость:					
- рабочая, тыс. шт. икринок	90,3	45–150	80,3±5,51	35,2–144,3	37,6
- относительная, тыс. шт./кг массы самок	9,4	9–10,7	10,5±0,95	2,9–22,64	49,7
- оосоматический индекс, %	16,0	9–24	16,77±0,17	11,07–33,04	41,3
Выживаемость эмбрионов, %	85	80–90	72,1±3,8	12,0–95,0	30,5
Выживаемость личинок, %	60	—	48,5±3,06	17,6–86,1	35,3

Примечание. * — по литературным данным [12].

Эмбриональная смертность в потомствах производителей 5-го поколения «бурцевского» бестера увеличилась как на ранних стадиях развития, так и при вылуплении личинок, что является тревожным сигналом для дальнейшей репродукции породы. При дальнейшей селекции следует обратить особое внимание именно на выживаемость потомства. Учитывая высокую изменчивость ($CV=30,5\%$ и $35,3\%$) по выживаемости эмбрионов и личинок у производителей 5-го поколения, селек-



ционные работы на снижение эмбриональной смертности путем индивидуального подбора пар рыб должны иметь хороший результат.

В 5-м поколении основная элиминация развивающихся эмбрионов большинства самок происходит на ранних стадиях развития (низкая оплодотворяемость ооцитов, нарушения в период гастрюляции). Если эти этапы пройдены успешно, у большей доли самок (63–80 %), исключение составил только 2021 г., выход личинок превышает 40 % от числа заложенных на инкубацию икринок (табл. 3).

Таблица 3. Выживаемость эмбрионов и личинок, полученных от самок 5-го поколения селекции «бурцевского» бестера при первом созревании
Table 3. Viability of embryos and larvae, which obtained from females of the 5th generation of the «Burtsevskaya» bester breeders at the first maturation

Показатели	Доля самок в % от общего количества половозрелых рыб		
	2020 г. (N=12 экз.)	2021 г. (N=24 экз.)	2022 г. (N= 13 экз.)
Эмбрионы			
Эмбриональное развитие отсутствует	28	29	38
Доля развивающихся эмбрионов на 18–20 ст. выше 40 %	72	58	47
Доля развивающихся эмбрионов на 18–20 ст. ниже 40 %	-	13	15
Личинки			
Доля вылупившихся личинок выше 40 %	80	47	63
Доля вылупившихся личинок ниже 40 %	20	53	37

Сравнивая эмбриональные нарушения и их уровень у потомства 5-го поколения «бурцевского» бестера (табл. 4) с аналогичными данными по 1 и 2-му поколениям можно отметить, что типичные для белуги, стерляди и бестера нарушения сохраняются, за исключением «тяжелых вариантов», отмеченных для F_2 [13]. Характер долевого соотношения эмбриональных нарушений у F_5 более сходен с аналогичным, отмеченным для F_1 : преобладают фрагментарные типы аномалий (36,8 %) и отсутствие нормального оплодотворения (20,7 %). Наиболее редкими являются водянка околосердечной сумки (перикардиальной полости) — 3,1 % и слепота личинок 5,5 % (табл. 4).



Таблица 4. Типичные эмбриональные нарушения у потомств 5 поколения «бурцевского» бестера, при первом созревании самок

Table 4. Typical embryonic disorders in the offspring of the 5th generation of the «Burtsevskaya» bester, at the first maturation of females

Аномалии в развитии эмбрионов	Доля aberrантных эмбрионов, %			
	M±m	min-max	δ	Cv, %
Неоплодотворённые и партеногенетические ооциты	20,7±2,7	2,7-41,7	11,4	54,9
Эмбрионы, погибшие до стадии малой желточной пробки, незаконченная инвагинация	14,0±2,4	1,9-35,6	10,3	84,1
Эмбрионы с водянкой перикардиальной полости и желточного мешка	3,1±0,8	0,0-9,9	3,4	92,3
Эмбрионы с фрагментарными нарушениями (недоразвитие или полное отсутствие передних отделов тела, безголовые зародыши, зародыши с частью туловища и укороченным или искривленным хвостом, или в виде короткого и толстого придатка)	36,8±2,1	21,8–54,1	8,9	24,1
Деформация желточного мешка у личинок	6,6±1,3	0,0-16,3	5,4	81,3
Личинки с искривлением хорды и хвостового отдела	13,3±2,4	0,9–34,6	6,4	75,0
Слепые личинки	5,5±1,15	0,0-19,4	9,9	75,2

Закключение. Подводя итоги исследований, можно отметить, что 5-е поколение «бурцевской» породы бестера сохраняет основные отличия от родительских форм (наличие небольшой кожной складки в межжаберном промежутке, поперечно-полулунная форма рта и его ширина, длина рострума до хрящевого свода рта, число тычинок на 1 жаберной дуге, число лучей в анальном плавнике) [12], при этом изменения величин морфометрических индексов тела были незначительными, и связаны с условиями содержания рыб 4 и 5 поколений в УЗВ (произошло снижение двигательной активности и усиление питания высококалорийными искусственными кормами).

Произошло уменьшение рабочей плодовитости у самок F_5 , при равной с другими поколениями средней массой. Величины относительной плодовитости и оосоматического индекса, наоборот увеличились, что связано с направленным отбором по этим показателям. У самцов F_5 средняя масса половозрелых рыб увеличилась относительно F_3 .



У производителей F_3 произошло снижение выживаемости потомства в эмбриональный и личиночный периоды.

Исследование тератогенеза выявило сходный характер аномалий и их долевого распределения в потомствах бестера F_1 и F_3 , и отличие от F_2 .

Благодарности. Авторы выражают благодарность Министерству сельского хозяйства Российской Федерации, руководству и сотрудникам Филиала по пресноводному рыбному хозяйству и отдела «Конаковский» ВНИИПРХ за поддержку и активную помощь в проведении данных исследований.

Список использованных источников

1. Николюкин, Н.И. Гибридизация белуги со стерлядью / Н.И. Николюкин, Н.А. Тимофеева // Докл. Акад. наук СССР. — 1953. — Т. 93, № 5. — С. 899–902.
2. Бурцев, И.А. Биологические основы и взаимосвязь товарной и пастбищной аквакультуры осетровых рыб = Biological foundations and correlation between the commercial and pasture aquaculture of sturgeons / И.А. Бурцев / Всерос. науч.-исслед. ин-т рыб. хоз-ва и океанографии. — М. : ВНИРО, 2015. — 196 с.
3. Сухарев, Д.С. Особенности эмбрионального развития бестера разных поколений селекции / Д.С. Сухарев, А.С. Сафронов // Современные проблемы и перспективы рыбохозяйственного комплекса : материалы X Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов, Москва, 10–11 нояб. 2022 г. / Всерос. науч.-исслед. ин-т рыб. хоз-ва и океанографии ; под ред. И.И. Гордеева [и др.]. — М., 2022. — С. 58–59.
4. Кирпичников, В.С. Генетика и селекция рыб / В.С. Кирпичников ; отв. ред. В.А. Струнников. — 2-е изд., перераб. и доп. — Л. : Наука, Ленингр. отд-ние, 1987. — 520 с.
5. Николюкин, Н.И. Гибридизация в сем. Acipenseridae и перспективы использования ее в осетровом хозяйстве / Н.И. Николюкин // Труды / Всесоюз. науч.-исслед. ин-т мор. рыб. хоз-ва и океанографии. — М., 1970. — Т. 76, вып. 3 : Акклиматизация рыб и кормовых беспозвоночных в морях СССР. — С. 56–69.
6. Крылова, В.Д. Изменчивость и наследование признаков гибридами белуги со стерлядью — *Huso huso* (L.) $\times$ *Acipenser ruthenus* L. Первого и второго поколений в связи с селекционной работой / В.Д. Крылова // Вопр. ихтиологии. — 1980. — Т. 20, № 2 (121). — С. 232–247.
7. Крылова, В.Д. Индивидуальная оценка самок бестера по морфологическим показателям и жизнеспособности потомства в раннем онтогенезе / В.Д. Крылова // Морское рыбководство : сб. науч. тр. / Всесоюз. науч.-исслед. ин-т мор. рыб. хоз-ва и океанографии. — М., 1984. — С. 159–170.
8. Крылова, В.Д. Использование морфологических признаков-тестов в диагностике селекционируемых форм бестера / В.Д. Крылова // Генетические



- исследования морских гидробионтов : материалы III Всесоюз. совещ. по генетике, селекции и гибридизации рыб, Тарту, сент. 1986 г. / Всесоюз. науч.-исслед. ин-т мор. рыб. хоз-ва и океанографии. — М., 1987. — С. 119–138.
9. Детлаф, Т.А. Развитие осетровых рыб: созревание яиц, оплодотворение, развитие зародышей и предличинок / Т.А. Детлаф, А.С. Гинзбург, О.И. Шмальгаузен. — М. : Наука, 1981. — 224 с.
 10. Сборник инструкций и нормативно-методических указаний по промышленному разведению осетровых рыб в Каспийском и Азовском бассейнах : [утв. Минрыбхозом СССР 25.12.86] / Всесоюз. науч.-исслед. ин-т мор. рыб. хоз-ва и океанографии. — М. : ОНТИ, 1986. — 272 с.
 11. Руководство по искусственному воспроизводству осетровых рыб : техн. докл. ФАО по рыб. хоз-ву, № 558 / подгот.: М.С. Чебанов, Е.В. Галич. — Анкара : Продовольств. и с.-х. орг. Объед. Наций, 2013. — 325 с.
 12. Комплекс пород бестера (*Acipenser nikoljukinii*) / И.А. Бурцев [и др.] // Порода и одомашненные формы осетровых рыб (*Acipenseridae*) : сб. ст. / Федер. селекц.-генет. центр рыбоводства. — М., 2008. — С. 4–22.
 13. Крылова В.Д. Нарушения в развитии бестера на ранних этапах онтогенеза при искусственном разведении / В.Д. Крылова // Тезисы докладов V Всесоюзной конференции по раннему онтогенезу рыб, Астрахань, 1–3 октября 1991 г. / Всесоюз. науч.-исслед. ин-т мор. рыб. хоз-ва и океанографии, Ихтиол. комис., Касп. науч.-исслед. ин-т рыб. хоз-ва. — М., 1991. — С. 194–198.

Reference

1. Nikolyukin N.I., Timofeeva N.A. Hybridization of beluga with sterlet. *Doklady akademii nauk SSSR* [Reports of the Academy of Sciences of the USSR], 1953, vol. 93, no. 5, pp. 899–902 (in Russian).
2. Burtsev I.A. *Biological foundations and correlation between the commercial and pasture aquaculture of sturgeons*. Moscow, All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography, 2015. 196 p. (in Russian).
3. Sukharev D.S., Safronov A.S. Peculiarities of embryonic development of bester of different generations of breeding. *Sovremennye problemy i perspektivy rybokhozyaistvennogo kompleksa: materialy X Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii molodykh uchenykh i spetsialistov, Moskva, 10–11 noyabrya 2022 g.* [Modern problems and prospects of the fishery complex: proceedings of the X International scientific and practical conference of young scientists and specialists (November 10–11, 2022)]. Moscow, 2022, pp. 58–59 (in Russian).
4. Kirpichnikov V.S. *Genetics and selection of fishes*. 2nd ed. Leningrad, Nauka Publ., 1987. 520 p. (in Russian).
5. Nikoljukin N.I. Hybridization in the family *Acipenseridae* and prospects for its application in sturgeon culture. *Trudy Vsesoyuznogo nauchno-issledovatel'skogo instituta morskogo rybnogo khozyaistva i okeanografii. T. 76, vyp. 3. Akklimatizatsiya ryb i kormovykh bespozvonochnykh v moryakh SSSR* [Proceedings of the All-Union



- Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography. Vol. 76, iss. 3. Acclimatization of fish and food organisms in the seas of the USSR]. Moscow, 1970, pp. 56–69 (in Russian).
6. Krylova V.D. Variability and inheritance of characters by *Huso huso* (L.) *Acipenser ruthenus* L. hybrids of the first and second generations in relation to selective breeding. *Voprosy ikhtiologii = Journal of Ichthyology*, 1980, vol. 20, no. 2 (121), pp. 232–247 (in Russian).
 7. Krylova V.D. Individual assessment of bester females according to morphological indicators and viability of offspring in early ontogenesis. *Morskoe rybovodstvo: sbornik nauchnykh trudov* [Marine fish farming: collection of scientific papers]. Moscow, 1984, pp. 159–170 (in Russian).
 8. Krylova V.D. The use of morphological signs-tests in the diagnosis of breeding forms of bester. *Geneticheskie issledovaniya morskikh gidrobiontov: materialy III Vsesoyuznogo soveshchaniya po genetike, seleksii i gibridizatsii ryb, Tartu, sentyabr' 1986 g.* [Genetic studies of marine hydrobionts: proceedings of the III All-Union conference on genetics, selection and hybridization of fish, Tartu, September, 1986]. Moscow, 1987, pp. 119–138 (in Russian).
 9. Detlaf T.A., Ginzburg A.S., Shmal'gauzen O.I. *Development of sturgeons: maturation of eggs, fertilization, development of embryos and prelarvae*. Moscow, Nauka Publ., 1981. 224 p. (in Russian).
 10. All-Union Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography. *Collection of instructions and normative-methodical instructions for the industrial breeding of sturgeons in the Caspian and Azov basins*. Moscow, ONTI Publ., 1986. 272 p. (in Russian).
 11. Chebanov M.S., Galich E.V. *Sturgeon hatchery manual. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper, no. 558*. Ankara, FAO. 303 p.
 12. Burtsev I.A., Krylova V.D., Nikolaev A.I., Safronov A.S., Filippova O.P. Bester breed complex (*Acipenser nikoljukinii*). *Porody i odomashnennyye formy osetrovyykh ryb (Acipenseridae): sbornik statei* [Breeds and domesticated forms of sturgeon fish (Acipenseridae): collection of articles]. Moscow, 2008, pp. 4–22 (in Russian).
 13. Krylova V.D. Violations in the development of bester at the early stages of ontogenesis during artificial breeding. *Tezisy dokladov V Vsesoyuznoi konferentsii po rannemu ontogenezu ryb, Astrakhan', 1–3 oktyabrya 1991 g.* [Abstracts of the V All-Union conference on the early ontogenesis of fish, Astrakhan 1–3 October 1991]. Moscow, 1991, pp. 194–198 (in Russian).

Сведения об авторах

Сафронов Александр Станиславович — кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии («ВНИРО»), Министерство сельского хозяйства Российской Федерации (Окружной проезд, 19, 105187, Москва, Российская Федерация). E-mail: maricul@vniro.ru

Филиппова Ольга Павловна — ведущий специалист, Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии («ВНИРО»), Минис-



терство сельского хозяйства Российской Федерации (Окружной проезд, 19, 105187, Москва, Российская Федерация). E-mail: maricul@vniro.ru

Яхонтова Ирина Вадимовна — кандидат биологических наук, начальник отдела технологий и регулирования аквакультуры, Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии («ВНИРО»), Министерство сельского хозяйства Российской Федерации (Окружной проезд, 19, 105187, Москва, Российская Федерация). E-mail: ivya@vniro.ru

Козовкова Надежда Александровна — главный специалист, отдел «Конаковский», Филиал по пресноводному рыбному хозяйству «ВНИРО» (ВНИИПРХ), Министерство сельского хозяйства Российской Федерации (141821, Московская область, Дмитровский городской округ, пос. Рыбное, дом 40, Российская Федерация). E-mail: krasnov_nn@vniiprh.ru

Мищенко Александр Валерьевич — главный рыбовод, отдел «Конаковский», Филиал по пресноводному рыбному хозяйству «ВНИРО» (ВНИИПРХ), Министерство сельского хозяйства Российской Федерации (141821, Московская область, Дмитровский городской округ, пос. Рыбное, дом 40, Российская Федерация). E-mail: krasnov_nn@vniiprh.ru

Information about the authors

Alexander St. Safronov — Ph.D. (Biology), leading researcher, Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography («VNIRO»), The Ministry of Agriculture of the Russian Federation, (19, Okruzhnoy proezd, 105187, Moscow, Russian Federation). E-mail: maricul@vniro.ru

Olga P. Filippova — Leading Specialist, Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography («VNIRO»), The Ministry of Agriculture of the Russian Federation, (19, Okruzhnoy proezd, 105187, Moscow, Russian Federation). E-mail: maricul@vniro.ru

Irina V. Yakhontova — Ph.D. (Biology), Head of aquaculture technology and Regulation Department, Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography («VNIRO»), The Ministry of Agriculture of the Russian Federation, (19, Okruzhnoy proezd, 105187, Moscow, Russian Federation). E-mail: ivya@vniro.ru

Nadezhda A. Kozovkova — Chief Specialist, Department Konakovskiy, Branch for freshwater fisheries VNIRO (VNIIPRKh), The Ministry of Agriculture of the Russian Federation, (141821, Moscow region, Dmitrov city district, village Rybnoye, 40, Russian Federation). E-mail: krasnov_nn@vniiprh.ru

Alexander V. Mishchenko — Chief Fish Farmer, Department Konakovskiy, Branch for freshwater fisheries VNIRO (VNIIPRKh), The Ministry of Agriculture of the Russian Federation, (141821, Moscow region, Dmitrov city district, village Rybnoye, 40, Russian Federation). E-mail: krasnov_nn@vniiprh.ru

АСПЕКТЫ ЭКОЛОГИИ ВНУТРЕННИХ ВОДОЁМОВ