

**ГЕНЕТИЧЕСКИЕ И РЫБОВОДНО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ
ИССЛЕДОВАНИЯ ОСЕТРОВЫХ ВИДОВ РЫБ
ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ИСКУССТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА**

© 2024 г. Н.В. Козлова (spin: 8383-3486), Е.П. Яковлева (spin: 5070-9160),
О.В. Пятикопова (spin: 3408-2676)

*Волжско-Каспийский филиал Всероссийского
научно-исследовательского института рыбного хозяйства
и океанографии (КаспНИРХ), Россия, Астрахань, 414056
E-mail: pyatikopovaov@kaspnirh.vniro.ru*

Поступила в редакцию 12.04.2024 г.

Рассмотрены результаты нерестовой кампании с использованием производителей белуги и русского осетра, потомство которых выращено в промышленных условиях и выпущено в водный объект рыбохозяйственного значения. Приведена генетическая и рыбоводно-биологическая оценка производителей осетровых видов рыб для целей искусственного воспроизводства. Выявлены показатели генетической характеристики производителей рыб. Определено, что у производителей белуги по причине высокой гомозиготности вида необходимо тщательно осуществлять подбор родительских групп с учётом генетических характеристик особей для избегания близкородственных скрещиваний и использовать родительские пары, а не группы. У производителей русского осетра за счёт высокой численности производителей есть возможность выбора, которая позволяет брать пары особей с наименьшим числом общих аллелей для получения генетически разнообразного потомства. Рыбоводно-биологические исследования производителей белуги показали тенденцию снижения репродуктивных показателей в зависимости от количества генераций в заводских условиях, у производителей русского осетра показатели групп самок со II и III генерациями потомства были практически идентичными, с небольшими отклонениями друг от друга. Практическая значимость определяется в рациональном и эффективном использовании рыбоводного и генетического потенциала производителей в целях получения наиболее генетически разнообразной молоди, что в итоге положительно повлияет как на сохранение генофонда популяций осетровых видов рыб, так и на выживаемость потомства на этапе выращивания.

Ключевые слова: белуга, русский осётр, искусственное воспроизводство, генетические исследования, схемы скрещивания, ядерные и митохондриальные маркеры.

ВВЕДЕНИЕ

Искусственное воспроизводство осетровых рыб в современных условиях является основным источником восполнения численности их естественных популяций. В формируемых для целей воспроизводства маточных стадах должно быть обеспечено репрезентативное сохранение генофонда видов. Генотипы рыб, включаемых в маточное стадо, с одной стороны должны точно отражать генетическую структуру природной популяции.

Однако при подборе пар производителей в заводских условиях существует риск близкородственного скрещивания, которое неизбежно приведёт к увеличению гомозиготности в потомстве и инбредной депрессии, то есть к снижению жизнестойкости и плодовитости, возрастанию вредных рецессивных мутаций у молоди. Поэтому при проведении мероприятий, направленных на поддержание численности осетровых посредством выпуска молоди в естественную среду

обитания, необходимо применение грамотного подхода, в первую очередь, позволяющего провести оценку генетического разнообразия маточного стада и степени родства производителей рыб, исключить вырождение популяции из-за инбридинга.

Для генетического разнообразия проводится генетический контроль искусственного воспроизводства осетровых рыб, который включает генотипирование производителей до начала нерестовой кампании, составление оптимальных схем скрещивания на основе коэффициентов генетического родства, получение и исследование потомства.

Результаты генетического анализа будут использованы для идентификации происхождения молоди осетровых рыб, отловленных в природных условиях Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна в 2023 г., и оценки вклада российских рыбоводных заводов в поддержание численности совместных с прибрежными странами запасов.

Цель работы – генетическая и рыбо-водно-биологическая оценка производителей осетровых видов рыб для целей искусственного воспроизводства.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В 2023 г. на научно-экспериментальном комплексе аквакультуры «БИОС» Волжско-Каспийского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ») (далее – НЭКА «БИОС») проведена нерестовая кампания с использованием производителей белуги и русского осетра, потомство которых выращено в промышленных условиях и выпущено в водный объект рыбохозяйственного значения. В зависимости от этапа, работы осуществляли на территории комплекса в молекулярно-генетическом центре, инкубационном участке цеха длительного выдерживания (ЦДВ) и лаборатории.

Производители белуги и русского осетра – живая коллекция видов осетровых, содержащихся на базе НЭКА «БИОС» из «Уникальной

научной установки» ВНИРО «Биоресурсная коллекция ВБР».

Генетические пробы отбирали прижизненно в соответствии с методическими рекомендациями (Методики молекулярно-генетического анализа..., 2015) посредством отрезания фрагмента спинного или грудного плавника производителей белуги (*Huso huso*) и русского осетра (*Acipenser gueldenstaedtii*) на НЭКА «БИОС» во время осенней бонитировки в 2022 г., фиксировали в 95%-м этаноле. Генетические исследования проводили до начала нерестовой кампании белуги и русского осетра в январе-феврале 2023 г. Основными параметрами при проведении генетических исследований являлись панели на основе пяти микросателлитных локусов и рассчитанные на основании их аллельного состава коэффициенты генетического родства (КГР) (Методика генотипирования производителей..., 2012). Отбор генетических проб, анализ микросателлитных локусов и расчёт коэффициента генетического родства был однократным до начала нерестовой кампании.

Выделение и последующую очистку тотальной ДНК проводили на адсорбционных колонках PALL (Ivanova et al., 2006). Образцы ядерной ДНК проанализированы по пяти микросателлитным локусам An20, Afug41, Afug51, AoxD165, AoxD161 с флуоресцентными метками, условия проведения ПЦР оптимизированы для осетровых видов рыб (Барминцева, Мюге, 2013). Амплифицированные продукты подвергали электрофоретическому разделению с помощью системы капиллярного электрофореза ABI-3500 Genetic Analyzer, идентифицируя длины фрагментов ДНК в компьютерной программе GeneMapper 4.1. Показатели генетического разнообразия осетровых рыб: общее число аллелей, среднюю наблюдаемую гетерозиготность определяли, используя программное обеспечение GenAlEx 6.41 (Peakall, Smouse, 2006) для белуги и Structure 2.3.4. (Pritchard et al., 2000), MS Excel 2010 – для русского осетра. Анализ полиморфизма участка Д-петли мтДНК проводили

с использованием праймеров DL651 и ANR3 (Полиморфизм контрольного региона..., 2008; Барминцева, Мюге, 2017). Секвенирование проводилось с праймера ANR3 на ABI-3500 Genetic Analyzer. Анализ полученных нуклеотидных последовательностей проводили в программе Sequencing Analysis 5.4. Выравнивание сиквенсов осуществляли в программе MEGA5.0 (Tamura et al., 2011). Гаплотипы мтДНК присваивали в соответствии с базой данных мт гаплотипов ФГБНУ «ВНИРО».

Содержание и эксплуатацию ремонтно-маточного стада осетровых видов рыб проводили в прудах с физико-химическими параметрами воды, близкими к рекомендованным значениям для осетровых хозяйств (Руководство по ветеринарно-санитарному..., 2018). Нерестовую кампанию с производителями проводили в ранние (март-апрель) нерестовые сроки.

Оценка производителей доместигированных и аквакультурных (ремонтных) особей осетровых видов рыб включала идентификацию по вживлённому чипу, определение размерно-массовых показателей, пола и стадии зрелости гонад, генотипов рыб. Применяли общепринятые методики определения стадии зрелости гонад осетровых, получения и оценка качества их половых клеток (Персов, 1941; Казанский и др., 1978; Детлаф и др., 1981; Чебанов и др., 2004; Методические указания ..., 2010). При получении половых продуктов прижизненным способом (Способ получения икры, 1986) определяли рыбоводно-биологические и репродуктивные показатели исследуемых рыб, с учётом видовой принадлежности (Правдин, 1966; Чебанов, Галич, 2013). Сравнительную оценку рыбоводно-биологических показателей производителей осетровых рыб и выживаемости потомства на стадиях эмбрионального развития проводили в соответствии с показателями, утверждёнными Приказом Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 25 августа 2015 г. № 377 «О внесении изменений в Методику расчёта

объёма добычи (вылова) водных биологических ресурсов, необходимого для обеспечения сохранения водных биологических ресурсов и обеспечения деятельности рыбоводных хозяйств, при осуществлении рыболовства в целях аквакультуры (рыбоводства)» (Приказ Минсельхоза России, 2015).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Генетические исследования

Перед началом нерестовой кампании в 2023 г. были разработаны рекомендации по схемам скрещивания производителей осетровых видов рыб (белуги и русского осетра).

Рекомендации по схемам скрещиваний русского осетра

Для получения молоди русского осетра были запланированы 48 самок и 35 самцов. По результатам анализа рассчитаны 1680 вариантов КГР. В 77,3% коэффициенты генетического родства превышали значение 0,25 (5 общих аллелей из 20), варьируя от 0,30 до 0,75, и были признаны нежелательными. В итоге рыбоводам для получения генетически благополучной молоди были рекомендованы варианты скрещиваний с коэффициентами генетического родства от 0,05 (1 общий аллель из 20) до 0,25 (5 общих аллелей из 20).

В первом и втором туре нерестовой кампании на НЭКА «БИОС» в 2023 г. КГР производителей варьировали от 0,05 до 0,40, превышая рекомендованные значения в 9 вариантах из 38. Генетическая характеристика русского осетра представлена в таблице 1.

Производители русского осетра характеризовались высоким уровнем генетического разнообразия по ядерному и митохондриальному маркерам, что соотносится с исследованиями, полученными ранее (Макарова, Козлова, 2023).

По причине высокой доли комбинаций родительских пар с коэффициентами генетического родства, превышающими рекомендованные значения, скрещивания необходимо

Таблица 1. Генетическая характеристика производителей русского осетра

Показатель	Значение
Средняя наблюдаемая гетерозиготность в микросателлитных локусах, ед.	0,97
Общее количество аллелей в пяти микросателлитных локусах, шт.	64
Гаплотипы мт ДНК, шт.	13

производить с учётом генетических характеристик особей для получения гетерогенной молоди.

Рекомендации по схемам скрещивания белуги

Белуга – диплоидный вид (Мюге, Барминцева, 2020), следовательно, увеличивается вероятность наличия особей с гомозиготами по сравнению с тетраплоидным видом – русским осетром. Сложная ситуация наблюдается с генетическими показателями белуги в связи с низкой численностью зрелых производителей в маточных стадах (при полном отсутствии в последние годы заготовки производителей из р. Волги) (Досаева и др., 2020).

Для участия в искусственном воспроизводстве были запланированы 16 самок и 13 самцов белуги. По результатам генотипирования были составлены 208 вариантов схем скрещиваний. В первом туре нерестовой кампании 2023 г. использовали производителей с КГР 0,5–0,8, во втором – 0,3–0,5. Для осеменения самок необходимо использовать самцов с меньшим числом аллелей. Генетическая характеристика белуги представлена в таблице 2.

Выявленные показатели генетической характеристики производителей рыб аналогичны результатам, полученным ранее в

2020–2022 гг. (Макарова, Козлова, 2023). Следовательно, необходим дальнейший генетический контроль за искусственным воспроизводством белуги.

Рыбоводно-биологические исследования

Русский осетр

Рыбоводно-биологические характеристики самок русского осетра в 2023 г., приведены в таблице 3.

По рыбоводно-биологическим показателям самок русского осетра отмечены вариации массы рыб от 15,1 до 46,7 кг, массы икры – от 1,8 до 9,4 кг, рабочей плодовитости – от 81,0 до 423,0 тыс. шт. икринок.

Численность особей II генерации составила 53,8%, III – 23,1%, IV – 15,4%, V – 7,7%. Рыбоводно-биологические показатели самок русского осетра с разным числом генераций потомства представлены в таблице 4.

Показатели абсолютной, относительной плодовитостей и оплодотворения ооцитов никак не зависели от массы самок и числа генераций их потомства. Показатели групп самок со II и III генерациями потомства были практически идентичными, с небольшими отклонениями друг от друга. Наиболее низкие репродуктивные показатели были отмечены

Таблица 2. Генетическая характеристика производителей белуги

Показатель	Значение
Средняя наблюдаемая гетерозиготность в микросателлитных локусах, ед.	0,54
Общее количество аллелей в пяти микросателлитных локусах, шт.	21
Гаплотипы мт ДНК, шт.	3

Таблица 3. Рыбоводно-биологические характеристики самок русского осетра

Число самок, шт.	Происхождение, г	Статистические параметры	Масса самок, кг	Масса икры, кг	Рабочая плодовитость, тыс. шт.	Оплодотворение икры, %
Первый тур						
5	ДМС 2001-2013	M±σ	25,76±8,63	4,20±2,65	200,66±134,77	63,60±16,46
		CV, %	35,3	63,11	67,16	25,87
Второй тур						
8	ДМС 2003-2012	M±σ	30,39±8,65	5,35±2,04	243,34±95,49	70,86±17,37
		CV, %	28,46	38,15	39,24	24,51

Примечание: ДМС – доместичированное маточное стадо, М – среднее значение, σ – стандартное отклонение, CV – коэффициент вариации.

Таблица 4. Рыбоводно-биологические показатели самок русского осетра с разным числом генераций потомства

Генерация	Средняя масса, кг	Абсолютная плодовитость, тыс. шт.	Оплодотворение, %
II	28,8	242,44	69
III	24,9	248,53	72
IV	29,7	97,65	58
V	36,2	312,00	70

у особей с IV генерацией потомства. Масса икры у данной группы рыб варьировала от 2,5 до 2,7 кг, оплодотворяемость находилась в диапазоне 46–70%, доля развивающихся эмбрионов находилась на уровне 43–54%. Оплодотворяемость ниже 70% была отмечена у 31% самок. Выживаемость предличинок за период эмбриогенеза в среднем составила 58%, что на 20% ниже нормативных значений.

В двух турах нерестовой кампании русского осетра 89% (23 особи) самцов положительно ответили на гормональную инъекцию, однако, после оценки качества половых продуктов, для осеменения использовали сперму с активностью не ниже 4 баллов. В первом туре нерестовой кампании была использована сперма от 7 самцов, во втором туре – от 11

рыб. Рыбоводно-биологические характеристики самцов русского осетра в 2023 г., приведены в таблице 5.

У самцов разных сроков эксплуатации отмечена вариация массы рыб в пределах 16,0–21,1 кг. Повторное созревание отмечено у 20 экз. рыб. Численность впервые созревших самцов составила 13%, во второй раз – 35%, в третий – 30%, четвёртый – 22%.

Белуга. Все самки белуги, участвовавшие в нерестовой кампании, положительно отреагировали на гормональную стимуляцию. В первом туре принимали участие доместичированные особи 1998 г. и 2002 г. заготовки. Для первой особи нерестовая кампания 2023 г. была V генерацией, что отразилось в виде более низких значений репро-

Таблица 5. Рыбоводно-биологические показатели самцов русского осетра

Показатели	Генерации потомства самцов				
	ДМС				РС
	I	II	III	IV	II
МНЦ, г.	1–4				1
Масса самцов, кг	18,5	18,1	20,6	21,1	16,0
Созревание после инъекции, %	100	100	100	100	100
Объём эякулята, мл	70	90	100	90	50
Активность спермы, баллы	3–5	4–5	2–5	4–5	3–5

Примечание: ДМС – доместичированное маточное стадо, МНЦ – межнерестовый цикл.

Таблица 6. Рыбоводно-биологические характеристики самок белуги

Число самок, шт.	Происхождение, г.	Статистические параметры	Масса самок, кг	Масса икры, кг	Рабочая плодовитость, тыс. шт.	Оплодотворяемость икры, %
Первый тур						
2	ДМС: 1998, 2002	$M \pm \sigma$	147,95±22,07	10,85±3,46	428,05±165,82	61,91±36,90
		CV, %	15,34	31,93	38,74	59,31
Второй тур						
2	ДМС: 1997, 2002	$M \pm \sigma$	154,7±22,70	7,60±2,69	260,30±102,11	55,29±26,46
		CV, %	10,88	35,36	39,23	47,14

Примечание: ДМС – доместичированное маточное стадо, М – среднее значение, σ – стандартное отклонение, CV – коэффициент вариации.

дуктивных показателей по сравнению с самкой 2002 г., для которой получение половых продуктов было III генерацией. Несмотря на более крупные размеры ооцитов (37 шт. в 1 г) величины абсолютной и относительной плодовитости были в 1,5 раза ниже, чем у второй самки. Оплодотворяемость икры самки 2002 г. была ниже практически в 3 раза относительно самки 1998 г. заготовки. Во втором туре принимали участие самки 1997 и 2002 гг. заготовки, созревшие 4 раза в заводских условиях. Качество овулировавшей икры у самки 1997 г. было низким: овариальная жидкость

была мутной, отмечалось наличие резорбированных и с мягкой оболочкой клеток. Кроме того, оплодотворяемость икры у данной особи составила 37%, а доля развивающихся эмбрионов – 44%, что практически в 2 раза ниже нормативного. Рыбоводно-биологические характеристики самок белуги в 2023 г., представлены в таблице 6.

У самок белуги отмечено варьирование массы рыб от 131,9 до 166,6 кг, массы икры – от 5,7 до 13,3 кг, рабочей плодовитости – от 188,1 до 545,3 тыс. шт. икринок, относительной плодовитости – от 1,3 до 4,1 тыс. шт./кг.

Продолжительность межнерестового цикла изменялась от 3 до 9 лет. Оплодотворяемость ооцитов колебалась в диапазоне 36–88%. Масса ооцитов варьировала от 24 до 30 мг, количество икринок в 1 г – от 33 до 41 шт.

Самцы белуги, также как и самки, положительно отреагировали на гормональную инъекцию. Повторное созревание отмечено у всех участвовавших самцов белуги. Межнерестовый цикл составлял от 1 до 8 лет. Рыбоводно-биологическая характеристика самцов белуги в 2023 г. приведена в таблице 7.

том генетических характеристик особей для избегания близкородственных скрещиваний и использовать родительские пары, а не группы. У производителей русского осетра, за счёт высокой численности производителей и тетраплоидной организации генома есть возможность выбора, которая позволяет брать пары особей с наименьшим числом общих аллелей для получения генетически разнообразного потомства.

Рыбоводно-биологические исследования производителей белуги показали тен-

Таблица 7. Рыбоводно-биологические показатели самцов белуги

Показатели	ДМС		
	генерации потомства самцов		
	V	VI	VII
МНЦ, г.	1-4	2-8	1-6
Масса самцов, кг	109,2	118,8	90,9
Созревание после инъекции, %	100,0	100,0	100,0
Объём эякулята, мл	500	500	500
Активность спермы, баллы	5	3-5	5

Примечание: ДМС – domesticated matrilines, МНЦ – межнерестовый цикл.

Масса самцов варьировала в диапазоне 90,9–133,8 кг. Объём эякулята за одно получение спермы составлял 500 мл. У одного из самцов VI генерации при первом получении спермы подвижность клеток составляла 3 балла по шкале Персова, однако повторное сцеживание показало высокие показатели подвижности, оценённые в 5 баллов.

ВЫВОДЫ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты генетических исследований производителей белуги показали, что по причине высокой гомозиготности вида и низкой численности зрелых производителей в маточных стадах необходимо тщательно осуществлять подбор родительских групп с учё-

денцию снижения репродуктивных показателей в зависимости от количества генераций в заводских условиях. Так, с ростом числа созреваний, величины абсолютной и относительной плодовитости были в 1,5 раза ниже, оплодотворяемость икры была ниже практически в 3 раза. У производителей русского осетра показатели абсолютной, относительной плодовитостей и оплодотворения ооцитов никак не зависели от массы самок и числа генераций их потомства. Показатели групп самок со II и III генерациями потомства были практически идентичными, с небольшими отклонениями друг от друга. Наиболее низкие репродуктивные показатели были отмечены у особей с IV генерацией потомства.

Результаты генотипирования производителей осетровых видов рыб, участвующих в нерестовой кампании 2023 г., и сформированные схемы скрещивания, позволили рационально и эффективно эксплуатировать рыбоводный и генетический потенциал производителей на НЭКА «БИОС» в целях получения наиболее генетически разнообразной молодежи, что в итоге положительно повлияет как на сохранение генофонда популяций осетровых видов рыб, так и на выживаемость потомства на этапе заводского выращивания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Барминцева А.Е., Мюге Н.С.* Использование микросателлитных локусов для установления видовой принадлежности осетровых (Acipenseridae) и выявления особей гибридного происхождения // *Генетика*. 2013. Т. 4. № 9. С. 1093–1105.
- Барминцева А.Е., Мюге Н.С.* Природный генетический полиморфизм и филогеография сибирского осетра *Acipenser baerii* Brandt, 1869 // *Генетика*. 2017. Т. 53. № 3. С. 345–355.
- Детлаф Т.А., Гинзбург А.С., Шмальгаузен О.И.* Развитие осетровых рыб. Созревание яиц, оплодотворение, развитие зародышей и предличинок. М.: Наука, 1981. 224 с.
- Досаева В.Г., Кириллов Д.Е., Отпущенникова В.Л. и др.* Результаты искусственного воспроизводства осетровых видов рыб на осетровых рыбоводных заводах Астраханской области // *Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации: Материалы V национальной научно-практической конференции, Калининград, 22–23 октября 2020 года / Под редакцией А.А. Васильева. Калининград: Общество с ограниченной ответственностью «Амирит», 2020. С. 88–93. EDN OFMYIJ.*
- Казанский Б.Н., Феклов Ю.А., Подушка С.Б. и др.* Экспресс-метод определения степени зрелости гонад у производителей осетровых // *Рыбн. хозяйство*. 1978. № 2. С. 24–27.
- Макарова Е.Г., Козлова Н.В.* Генетический мониторинг осетровых рыб в условиях искусственного воспроизводства Астраханской области // *Рыбоводство и рыбное хозяйство*. 2023. Т. 17, № 7 (210). С. 446–457. DOI: 10.33920/sel-09-2307-02.
- Методика* генотипирования производителей и молоди осетровых видов рыб с целью проведения генетического мониторинга искусственного воспроизводства. М.: ВНИРО, 2012. 28 с.
- Методические рекомендации* по применению сурфагона для стимуляции созревания самок и самцов осетровых рыб на рыбоводных заводах дельты Волги / Сост. И.В. Тренклер. Санкт-Петербург: ВИС, 2010. 44 с.
- МР 4.2.001–2015. Методики молекулярно-генетического анализа водных биоресурсов и объектов аквакультуры, а также продукции из них. М.: ВНИРО, 2015. 23 с.
- Мюге Н.С., Барминцева А.Е.* Геномные исследования для сохранения осетровых: анализ наследования полиплоидных локусов и разработка панели маркеров для идентификации гибридов осетровых и продукции из них // *Вестник Российского фонда фундаментальных исследований*. 2020. №2 (106). С. 78–87. DOI: 10.22204/2410-4639-2020-106-02-78-87.
- Мюге Н.С., Барминцева А.Е., Расторгуев С.М. и др.* Полиморфизм контрольного региона митохондриальной ДНК восьми видов осетровых и разработка системы ДНК-идентификации видов // *Генетика*. 2008. Т. 44. № 7. С. 913–919.
- Персов Г.М.* Учёт осетроводных работ в связи с применением метода гипофизарных инъекций // *Метод гипофизарных инъекций и его роль в воспроизводстве рыбных запасов: Работы Лаборатории динамики развития организма и основ рыболовства*. Л.: ЛГУ, 1941. С. 42–50.
- Правдин И.Ф.* Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). М.: Пищевая промышленность, 1966. 377 с.
- Приказ Министерства сельского хозяйства РФ* от 25 августа 2015 г. № 377 «О внесении изменений в Методику расчёта объёма добычи (вылова) водных биологических ресурсов,

необходимого для обеспечения сохранения водных биологических ресурсов и обеспечения деятельности рыбоводных хозяйств, при осуществлении рыболовства в целях аквакультуры (рыбоводства), утвержденную приказом Минсельхоза России от 30 января 2015 г.» (Электронный ресурс). 2015. URL: <https://base.garant.ru/71234322/> (дата обращения 12.07.2020).

Руководство по ветеринарно-санитарному контролю племенных рыбоводных хозяйств / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; (подготовили: А. М. Наумова и др.). Москва: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. 51 с.

Способ получения икры от самок осетровых рыб: а. с. SU 1412035 A1 СССР, МПК А01К 61/00 / С.Б. Подушка. № 4151330/13; заявл. 24.11.86; опубл. 20.04.2008, Бюл. № 11.

Чебанов М.С., Галич Е.В. Руководство по искусственному воспроизводству осетровых рыб: Технический доклад ФАО по рыбному хозяйству № 558. Анкара: Продовольственная и

сельскохозяйственная организация ООН, 2013. 325 с.

Чебанов М.С., Галич Е.В., Чмырь Ю.Н. Руководство по разведению и выращиванию осетровых рыб. М.: Росинформагротех, 2004. 148 с.

Ivanova N.V., de Waard J.R., Hebert P.D.N. An inexpensive, automation friendly protocol for recovering high quality DNA // *Molecular Ecology Notes*. 2006. V. 6. P. 998–1002.

Peakall R., Smouse P.E. GENALEX 6: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research. // *Molecular Ecology Notes*. 2006. V. 6. P. 288–295.

Pritchard J.K., Stephens M., Donnelly P. Inference of population structure using multilocus genotype data // *Genetics*. 2000. V. 155. P. 945–959.

Tamura K., Peterson D., Peterson N. et al. MEGA5: Molecular evolutionary genetics analysis using maximum likelihood, evolutionary distance, and maximum parsimony methods // *Molecular Biology Evolution*. 2011. V. 28 (10). P. 2731–2739.

**GENETIC AND FISH-BREEDING BIOLOGICAL
RESEARCH ON STURGEON SPECIES
FOR THE PURPOSE OF ARTIFICIAL REPRODUCTION**

© 2024 y. N.V. Kozlova, E.P. Yakovleva, O.V. Pyatikopova

*Volga-Caspian branch Russian Federal Research Institute
of Fisheries and Oceanography, Russia, Astrakhan, 414056*

The results of the spawning campaign using producers of beluga and Russian sturgeon, whose offspring were grown in industrial conditions and released into a water body of fishery importance, are considered. A genetic and fish-breeding-biological assessment of producers of sturgeon species for the purposes of artificial reproduction is given. Indicators of genetic characteristics of fish producers have been revealed. It has been determined that beluga producers have a reason for If the homozygosity of the species is high, it is necessary to carefully select parent groups taking into account the genetic characteristics of individuals to avoid closely related crosses and to use parental pairs rather than groups. Due to the high number of breeders, Russian sturgeon producers have a choice that allows them to take pairs of individuals with the least number of common alleles to obtain genetically diverse offspring. Fish-breeding and biological studies of beluga producers showed a tendency to reduce reproductive indicators depending on the number of generations in factory conditions, in Russian sturgeon producers the indicators of females with the second and third generations of offspring were almost identical, with slight deviations from each other. The practical significance is determined in the rational and effective use of the fish-breeding and genetic potential of producers in order to obtain the most genetically diverse juveniles, which will ultimately have a positive impact both on the preservation of the gene pool of sturgeon populations and on the survival of offspring at the rearing stage.

Key words: beluga, Russian sturgeon, artificial reproduction, genetic research, crossing patterns, nuclear and mitochondrial markers.