

Научная статья
УДК 597.423:639.3:639.3.034
<https://doi.org/10.24143/2073-5529-2024-1-72-78>
EDN IFYBXJ

Влияние смещения половых циклов на репродуктивные характеристики самок сибирского осетра и рыбоводно-биологические характеристики молоди

*Александр Павлович Воробьев[✉],
Евгений Алексеевич Мельченков, Вера Вениаминовна Калмыкова*

*Филиал по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»,
пос. Рыбное, Московская обл., Россия, innovazii-vniiprh@mail.ru[✉]*

Аннотация. Современные индустриальные рыбоводные предприятия располагают различным специализированным рыбоводным оборудованием, позволяющим искусственно регулировать режим выращивания рыбы, в том числе выводить производителей в преднерестовое состояние в необходимые для рыбоводов сроки. В связи с этим возник определенный интерес к оценке влияния условий выращивания и содержания производителей сибирского осетра на продуцируемое ими потомство. В процессе работы моделировались различные абиотические и биотические факторы среды с использованием экспериментальных баз Филиала по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» («ВНИИПРХ»). В опытах участвовали самки сибирского осетра 6-го поколения доместикации генерации 2008 г. Прирост массы самок положительно отражается на их относительной и индивидуальной плодовитости. После резорбции относительная плодовитость уменьшается. С возрастом икра у самок становится крупнее, но разница по массе тела молоди, полученной от более мелкой икры, после подращивания составляет всего 13 %. Коэффициент массонакопления за весь период выращивания молоди изменяется по группам от 0,088 до 0,094, что составляет 46,3–49,4 % от максимально возможной. При проведении сравнительного анализа выращивания всех групп самок отмечено, что связь между длительностью межнерестового интервала, равной 285 или 600 суток, с суммой тепла за этот период (4 970–5 124 и 10 095 градусо-дней) и относительной плодовитостью не прослеживается. На основании проведенных исследований показано, что смещение сроков протекания процесса гаметогенеза под влиянием форс-мажорных обстоятельств не отражается на качестве половых продуктов и получаемом потомстве.

Ключевые слова: сибирский осетр, самки, межнерестовый интервал, резорбция, молодь, коэффициент массонакопления, градусо-дни

Для цитирования: Воробьев А. П., Мельченков Е. А., Калмыкова В. В. Влияние смещения половых циклов на репродуктивные характеристики самок сибирского осетра и рыбоводно-биологические характеристики молоди // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2024. № 1. С. 72–78. <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2024-1-72-78>. EDN IFYBXJ.

Original article

Effect of sexual cycle shift on Siberian sturgeon females reproductive characteristics and fish-breeding and biological characteristics of juveniles

*Alexander P. Vorob'yov[✉],
Evgeny A. Melchenkov, Vera V. Kalmykova*

*Branch for the Freshwater Fisheries Russian Federal “Research Institute of Fisheries and Oceanography”,
Rybnoye, Moscow region, Russia, innovazii-vniiprh@mail.ru[✉]*

Abstract. Modern industrial fish farms have specialised fish-breeding equipment that allows them to artificially regulate fish rearing, such as getting spawners into a pre-spawning stage at the time required by fish farmers. In this con-

text, there has been some interest in determining the effect of rearing conditions and husbandry of Siberian sturgeon spawners on the progeny. Various abiotic and biotic environmental factors were modelled using the test sites of the Branch for Freshwater Fisheries of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (RFRIFO). Female Siberian sturgeons of the sixth domestication generation of 2008 were used in the experiments. Weight gain has a positive effect on relative and individual fecundity in females. Relative fecundity decreases after resorption. Female eggs get larger with age, however the difference in body weight of juveniles produced from smaller eggs after growing is only 13%. Throughout the rearing period, the condition factor in juveniles ranges from 0.088 to 0.094, representing 46.3-49.4% of the maximum value. When comparing the rearing conditions in all groups of females, no correlation was found between the duration of interspawning interval (285 or 600 days) and the thermal constant during this period (4.970-5.124 and 10.095 degree days) and relative fecundity. According to the studies, a shift in the timing of gametogenesis caused by a force majeure has no effect on reproductive product quality and the ensuing progeny.

Keywords: Siberian sturgeon, females, inter-spawning interval, resorption, juveniles, mass accumulation coefficient, degree days

For citation: Vorob'yov A. P., Melchenkov E. A., Kalmykova V. V. Effect of sexual cycle shift on Siberian sturgeon females reproductive characteristics and fish-breeding and biological characteristics of juveniles. *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishing industry. 2024;1:72-78.* (In Russ.). <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2024-1-72-78>. EDN IFYBXJ.

Введение

Развитие современной индустриальной аквакультуры открывает широкие возможности в области рыбохозяйственного освоения различных объектов выращивания, при этом особое внимание уделяется ценным видам, к которым, несомненно, относятся осетровые рыбы. Формирование продукционных маточных стад осетровых рыб в контролируемых условиях является залогом успешного осетроводства в стране [1, 2]. Объем их выращивания на индустриальных предприятиях различного типа неуклонно растет, что требует совершенствования существующих и поиска новых методов производства товарной продукции и посадочного материала. Основные проблемы, которые приходится учитывать при разведении осетровых рыб в аквакультуре, связаны с видоспецифическими особенностями их репродуктивной биологии и обеспечением полного контроля и управления производственными процессами независимо от внешних условий, а также выращиванием посадочного материала необходимого ассортимента требуемого качества в установленные сроки [3].

Надежные технологии искусственного воспроизводства рыб можно создать только при условии тщательного и всестороннего изучения различных звеньев репродуктивного процесса, начиная с начальных моментов развития половых клеток и гонад до анализа закономерностей гаметогенеза, процесса полового созревания, получения зрелых половых продуктов и изучения влияния резорбции ооцитов в случае пропуска нереста на рыбоводно-биологические характеристики самок в последующих этапах онтогенеза [4]. Анализ состояния воспроизводительной системы рыб и степени влияния на нее изменений параметров среды является перспективным направлением исследований, позволяющим получить ответ на вопрос о возможности воздействия корректировкой параметров абиотических факторов среды на управление сроками созревания сибирско-

го осетра [5–7]. Эти знания позволят оптимизировать технологические процессы и ориентировать их развитие в нужном направлении, создавая при этом необходимые условия для стабильности созревания самок осетровых рыб при прохождении ими отдельных звеньев полового цикла. Использование новых методов управления репродуктивной функцией осетровых видов рыб позволит повысить эффективность создания репродуктивных маточных стад для целей воспроизводства и товарной аквакультуры [8].

В то же время, по результатам гистологических исследований, выполненных специалистами Азово-Черноморского филиала Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО), о влиянии резорбции половых продуктов и длительного выдерживания самок и самцов русского осетра при естественной температуре воды в морских прудах Белосарайского залива Азовского моря установлено, что процесс резорбции гонад не безвреден для физиологического состояния рыб и повторного созревания [9].

Целью исследования являлось изучение влияния пропуска нереста и условий дальнейшего выращивания на репродуктивные характеристики осетровых рыб и их потомства в хозяйствах индустриального типа.

Материал и методика

Работа выполнена в 2016–2019 гг. в отделе «Конаковский» филиала по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО». Объектом исследования являлись самки сибирского осетра ленинградской популяции 6 поколения доместикиции генерации 2008 г. и их потомство, культивируемые в условиях индустриального бассейнового хозяйства со среднегодовой суммой тепла 5 500 градусо-дней (365 суток, 15,0 °C). Контрольная группа самок сибирского осетра включала 5 особей средней массой 11,2 кг (9,2–12,8 кг) со средним коэффици-

ентом поляризации ооцитов 6,8 (6,0–7,5) на конец декабря 2016 г. – в конце января 2017 г. от данной группы получили половые продукты. Экспериментальная группа состояла из 15 зрелых самок средней массой 11,5 кг (9,1–14,0 кг) со средним коэффициентом поляризации ооцитов 8,9 (7,4–11,4) на конец декабря 2016 г. – их поместили в разные условия содержания для прохождения процесса резорбции ооцитов.

При оценке влияния температуры воды на процесс гаметогенеза и смещение сроков созревания и качество полученного потомства для экспериментальных групп в 2017 г. были смоделированы различные условия содержания производителей: 5 самок первой группы (опыт 1) содержались в «оптимальных» условиях проточного бассейнового хозяйства с общей суммой тепла 4 542 градусо-дней (245 суток, 18,5 °С); для 5 самок второй группы (опыт 2) были созданы комбинированные условия содержания (проточный бассейн – пруд – проточный бассейн) для моделирования и получения общей суммы тепла 3 617 градусо-дней (245 суток, 14,7 °С); 5 самок третьей группы (опыт 3) размещались в бассейне цеха длительного выдерживания с установкой замкнутого водообеспечения (УЗВ) при сумме тепла 2 446 градусо-дней (245 суток, 10 °С).

Эксперименты начались 7 марта 2017 г., когда группу «опыт 3» перевели в цех длительного выдерживания УЗВ отдела «Конаковский». Опыт закончился 15 ноября 2017 г. после проведения осенней бонитировки перед зимовкой, к этому времени все самки уже находились в идентичных условиях – проточном цехе отдела «Конаковский». Спустя год единственная из 15 опытных особей самка № 7620 (опыт 1) к зиме 2018 г. созрела, и было получено потомство.

В 2018 г. к изначальной первой контрольной группе рыб (условия проточного бассейнового хозяйства) дополнительно была введена новая контрольная группа рыб того же поколения и генерации средней массой 12,3 кг (9,0–15,1 кг), от которой было получено потомство, а также экспериментальная (повтор «опыта 1») средней массой 10,8 кг (8,9–13,9 кг). В дальнейшем за самками вели мониторинг и брали шуповые пробы вплоть до ноября 2018 г.

В качестве стимулятора полового созревания самок использовали гипофиз карповых рыб (предварительная инъекция 10 % от разрешающей – 5–6 мг/кг с интервалом в 12 ч). Получение половых продуктов от производителей проводили по методу С. Б. Подушки [10], оплодотворение икры осуществляли полусухим способом. Для обесклеивания икры использовали суспензию танина (2,5 г на 5 л воды). Для наблюдения за развитием икры периодически отбирали пробы с таким расчетом, чтобы не пропу-

стить контрольные стадии развития (4 бластомера, большая желточная пробка, широкая нервная пластинка, подвижный эмбрион). Для качественного выражения степени зрелости ооцитов определяли коэффициент поляризации ядра с предварительной фиксацией в жидкости Серра [5].

В период выращивания молоди сибирского осетра до средней массы 3 г в УЗВ отдела «Конаковский» проводился ежедневный мониторинг за гидрхимическими показателями водной среды и температурой воды. Средняя температура воды составила 17,3 °С с диапазоном колебаний от 15,9 до 19,3 °С, содержание кислорода – 10,3 мг/л (8,6–12,1 мг/л) при насыщении 106 % (89–124 %). Все показатели качества воды, за исключением некоторого превышения активной реакции среды (рН) на 0,5 ед., соответствовали требованиям к основным показателям качества воды в рыбоводных емкостях в УЗВ. Коэффициент массонакопления рассчитывался по формуле С. А. Баранова с соавторами [11].

При переводе на смешанное питание первые сутки кормление осуществляли вручную через каждые 30 мин, далее через час, кормом Larviva Prostart 200 (125–250 мкм) фирмы BioMar в количестве 10 % от массы молоди. По мере роста молоди перешли на кормление кормом Larviva Prostart 300 (250–400 мкм). При достижении массы 0,6–0,8 г в рацион начали вводить корм Coppens Advance с постепенным переходом на него. При достижении молодь массой 2 г норму кормления снизили до 7 % от массы, а после достижения массы 3 г – до 6 %, и кормление проводили через каждые 3 ч. Кормовой коэффициент за период выращивания составил 1,1.

Результаты

Сравнительный анализ средних рыбоводно-биологических показателей двух контрольных групп самок сибирского осетра показал, что за один вегетационный период одновременно с увеличением прироста массы самок возрастает относительная и индивидуальная плодовитость, наблюдается закономерное уменьшение количества икринок в 1 г.

У самки № 7620 после прохождения резорбции за один вегетационный период относительная плодовитость, по сравнению с контрольной группой самок, уменьшилась. При высоком проценте оплодотворения икры (91 %) выход предличинок от этой самки составил 35,3 %, что на 9,8 и 18,3 % соответственно ниже, чем у контрольных групп рыб. Сравнительная рыбоводно-биологическая характеристика групп самок сибирского осетра, участвующих в исследованиях, и их потомства представлены в табл. 1.

Таблица 1

Table 1

Сравнительная рыбоводно-биологическая характеристика самок и потомства сибирского осетра экспериментальной группы и контрольных групп 2017 и 2018 гг.

Comparative fish-breeding and biological characteristics of Siberian sturgeon females and offspring of the Siberian sturgeon in the experimental and control groups in 2017 and 2018

Показатель	Контроль				Опыт 1 (самка № 7620)		Сумма тепла, градусо-дни	
	2017 г.	Км*	2018 г.	Км	2018 г.	Км	на этапе	общая от вылупления
Возраст/масса, год/кг	9/11,2	–	10/11,9	–	10/12,2	–	–	–
Относительная плодовитость, тыс. шт./кг	4,7	–	6,04	–	4,53	–	–	–
Количество икринок в 1 г, шт.	61,0	–	60,6	–	63,0	–	–	–
Выход предличинок от икры, %	53,6	–	45,1	–	35,3	–	–	–
Средняя масса молоди, г:								
вылупление	0,0149	–	0,0153	–	0,0137	–	138,3	–
10 сут	0,074	0,052	0,067	0,047	0,058	0,044	178,1	316,4
14 сут	0,0976	0,030	0,128	0,073	0,109	0,068	74,1	390,5
21 сут	0,43	0,126	0,313	0,075	0,307	0,084	135,4	525,9
24 сут	0,51	0,044	0,604	0,166	0,74	0,230	38,4	564,3
30 сут	1,23	0,136	1,34	0,129	1,7	0,144	93,0	657,3
38 сут	2,50	0,107	2,90	0,121	2,9	0,087	131,8	789,1
Средний Км за период выращивания	–	0,088	–	0,093	–	0,094	–	–
Выход молоди:								
%	82,7	–	38,9	–	10,8	–	–	–
тыс. шт.	22,5	–	22,7	–	0,865	–	–	–

* Км – коэффициент массонакопления.

У контрольной группы 2017 г. и экспериментальной самки № 7620 (опыт 1) относительная плодовитость находилась примерно на одном уровне, различие составило 3,6 % (см. табл. 1). В то же время у самок контрольной группы 2018 г., несмотря на более высокую массу, относительная плодовитость была выше на 22,2–25,0 %, что, вероятно, связано с условиями нагула и сроками отбора половых продуктов.

У самок сибирского осетра с возрастом икра становится крупнее, но к концу периода подращивания отставание по массе тела потомства младшей группы рыб той же генерации составило всего 13 %. При этом, несмотря на самую низкую массу эмбрионов при вылуплении, на всем протяжении выращивания потомства от самки № 7620 молодь сохраняла высокий темп роста, сравнимый с темпом роста от контрольной группы рыб 2018 г.

Исходя из материалов, трудно проследить взаимосвязь массы самок и ее влияния на конечный результат выращивания молоди. Попытка оценить эту связь через коэффициент массонакопления (Км) показала, что общая картина изменения Км потомства от большинства самок однотипна, наблюдается его постепенное увеличение до максимума в середине периода выращивания и последующее снижение.

Если предположить, что предельная скорость массонакопления сибирского осетра находится на уровне Км = 0,190 [12], то за весь период выращивания (38 сут) достигнута средняя отметка в Км по группам от 0,088 до 0,094. Это 46,3–49,4 % от максимально возможного.

Сравнительные результаты выращивания и Км молоди приводятся в табл. 2, 3.

Таблица 2

Table 2

Рыбоводно-биологические показатели выращивания молоди от групп производителей сибирского осетра, получивших разную сумму тепла за межнерестовый интервал, 2019 г.

Fish-breeding and biological indicators of juvenile rearing from groups of Siberian sturgeon producers who received different amounts of heat during the inter-spawning interval, 2019

Межнерестовый интервал, сут/градусо-дни	Процент		Выживаемость свободных эмбрионов от икры, %	Выживаемость молоди	
	оплодотворения на стадии 2-го деления (5 стадия)	развития на стадии широкой нервной пластинки (20 стадия)		тыс. шт.	%
Контроль, отдел «Конаковский», 2018 г.					
285/5 124*	80,0	74,0	41,1	5,13	64,1
Опыт 1, отдел «Конаковский», 2018 г.					
300/4 970*	71,5	64,5	40,5	5,83	72,9
Опыт 2, комбинированное содержание, 2017 г.					
600/10 095*	80,5	69,0	35,6	5,17	64,6

* Сумма тепла от одного получения половых продуктов до другого.

Таблица 3

Table 3

Сравнительные показатели выращивания молоди от групп производителей сибирского осетра, получивших разную сумму тепла за межнерестовый интервал, 2019 г.

Comparative parameters of rearing juveniles from groups of Siberian sturgeon producers exposed to different thermal constants during the interspawning interval in 2019

Межнерестовый интервал, сут/градусо-дни	Масса молоди, г						
	выклев	6 сут	13 сут	20 сут	27 сут	34 сут	41 сут
Контроль, отдел «Конаковский», 2018 г.							
285/5 124*	0,015	0,050	0,076	0,16	0,6	1,3	2,9
	<i>Км</i>	<i>0,060</i>	<i>0,023</i>	<i>0,052</i>	<i>0,127</i>	<i>0,105</i>	<i>0,149</i>
Опыт 1, отдел «Конаковский», 2018 г.							
300/4 970*	0,014	0,056	0,093	0,17	0,7	1,65	3,25
	<i>Км</i>	<i>0,097</i>	<i>0,029</i>	<i>0,043</i>	<i>0,144</i>	<i>0,126</i>	<i>0,128</i>
Опыт 2, комбинированное содержание, 2017 г.							
600/10 095*	0,014	0,065	0,085	0,130	0,8	1,6	2,8
	<i>Км</i>	<i>0,081</i>	<i>0,016</i>	<i>0,029</i>	<i>0,181</i>	<i>0,103</i>	<i>0,103</i>

* Сумма тепла от одного получения половых продуктов до другого.

Сравнительный анализ результатов выращивания всех опытных групп показал, что связь между длительностью межнерестового интервала (285 или 600 сут) с суммой тепла за этот период (4 970–5 124 и 10 095 градусо-дней) и относительной плодовитостью самок не прослеживается, т. е. самки независимо от условий преднерестового содержания и последствий, связанных с изменением репродуктивного цикла в межнерестовый интервал, по окончании процесса оогенеза продуцируют икру и, как следствие, молодь хорошего рыболовного качества. Выживаемость молоди в разных вариантах опыта колебалась от 64,1 до 72,9 %. Наилучший результат по этому показателю получен от самок опытной группы 1.

Заключение

В результате исследований получены сравнительные материалы об основных тенденциях влияния процесса резорбции в результате пропуска нереста на рыболовно-биологические показатели самок осетровых рыб и их потомство. Показано, что относительная плодовитость у контрольных и экспериментальных (пропустивших нерестовый сезон) самок находится примерно на одном уровне. Взаимосвязь влияния массы самок на массу молоди также отсутствует, хотя прослеживается общая картина изменения коэффициента массонакопления с максимальным значением в середине периода выращивания. После пропуска нереста, независимо от продолжительности межнерестового интервала, самки

продуцируют икру и потомство хорошего рыболовного качества. Таким образом, пропуск нерестового

периода не влияет отрицательно на репродуктивные характеристики самок осетровых и их потомство.

Список источников

1. Тяпугин В. В., Кашеева А. Н., Васильева Л. М., Астафьева С. С. Оценка репродуктивной функции доместивированных самок белуги, впервые созревших в садках и прудах // Естественные науки. 2015. № 1 (50). С. 82–88.
2. Васильева Л. М., Судакова Н. В. Пути развития аквакультуры осетровых рыб на современном этапе // Астрахан. вестн. эколог. образования. 2018. № 5 (47). С. 66–76.
3. Филиппова О. П., Бурцев И. А., Сафронов А. С., Дудин К. В., Аветиков М. С., Чекарев А. С. Влияние температурных условий выращивания бестера *Acipenser nikoiljukini* на длительность гаметогенеза и возраст достижения половой зрелости в установках замкнутого водообеспечения и в прудах // Тр. ВНИРО. 2010. Т. 148. С. 170–179.
4. Мельченков Е. А., Илясова В. А. и др. Рекомендации по повышению продуктивности маточных стад осетровых рыб за счет управления созреванием самок в промышленных условиях (на примере сибирского осетра и стерляди). М.: ООО «Корал-Принт», 2020. 32 с.
5. Мельченков Е. А., Канидьева Т. А., Воробьев А. П., Арчибасов А. А. Оценка влияния температурного режима на продолжительность процесса гаметогенеза при содержании самок сибирского осетра в межнерестовый период // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2019. № 7 (162). С. 32–41.
6. Илясова В. А., Мельченков Е. А., Канидьева Т. А., Воробьев А. П., Арчибасов А. А. Прогноз продолжительности межнерестового интервала у осетровых рыб при содержании в бассейновом прямоточном хозяйстве // Ры-

7. Мельченков Е. А., Илясова В. А., Канидьева Т. А., Бекина Е. Н., Данилова Е. А., Воробьев А. П., Арчибасов А. А. Оогенез сибирского осетра (*Acipenser baerii* Brandt, 1869) в условиях промышленного предприятия // Вестн. рыбохозяйств. науки. 2020. Т. 7. № 1 (25). С. 12–21.
8. Пономарева Е. Н., Сорокина М. Н., Григорьев В. А. Интенсивные биотехнологии на основе исследований управления репродуктивной функцией осетровых видов рыб // Каспий в цифровую эпоху: материалы Национ. науч.-практ. конф. с междунар. участием в рамках Международн. форума «Каспий 2021: пути устойчивого развития» (Астрахань, 27 мая 2021 г.). Астрахань: Изд. дом «Астраханский университет», 2021. С. 383–387.
9. Корниенко Г. Г., Сергеева С. Г., Бугаев Л. А. Патоморфология резорбции половых продуктов азовского осетра *Acipenser gueldenstaedtii* в эксперименте // Ветеринарная патология. 2020. № 4. С. 56–70.
10. Авторское свидетельство СССР, № 1412035. Способ получения икры от самок осетровых рыб / С. Б. Подушка; заявл. 24.11.1986, опубл. 20.04.2008.
11. Баранов С. А., Резников В. Ф., Стариков Е. А., Толчинский Г. И. Основные уравнения роста биологических объектов // Биологические ресурсы внутренних водоемов СССР. М.: Наука, 1979. С. 156–168.
12. Купинский С. Б., Мельченков Е. А., Петрова Т. Г. Границы возможного роста сибирского осетра // Вopr. рыб. хоз-ва Беларуси. 2018. Вып. 34. С. 140–155.

References

1. Tiapugin V. V., Kashcheeva A. N., Vasil'eva L. M., Astaf'eva S. S. Otsenka reproduktivnoi funktsii domestitsirovannykh samok belugi, v pervye sozrevshikh v sadkakh i prudakh [Assessment of the reproductive function of domesticated female beluga whales, first matured in cages and ponds]. *Estestvennyye nauki*, 2015, no. 1 (50), pp. 82–88.
2. Vasil'eva L. M., Sudakova N. V. Puti razvitiia akvakul'tury osetrovyykh ryb na sovremennom etape [Ways of development of sturgeon aquaculture at the present stage]. *Astrakhanskii vestnik ekologicheskogo obrazovaniia*, 2018, no. 5 (47), pp. 66–76.
3. Filippova O. P., Burtsev I. A., Safronov A. S., Dudin K. V., Avetikov M. S., Chekmarev A. S. Vliianie temperaturnykh uslovii vyrashchivaniia bestera *Acipenser nikoiljukini* na dlitel'nost' gametogeneza i vozrast dostizheniia polovoii zrelosti v ustanovkakh zamknutogo vodoobespecheniia i v prudakh [The influence of temperature conditions of growing *Acipenser nikoiljukini* bester on the duration of gametogenesis and the age of puberty in closed water supply installations and in ponds]. *Trudy VNIRO*, 2010, vol. 148, pp. 170–179.
4. Mel'chenkov E. A., Iliasova V. A. i dr. *Rekomendatsii po povysheniiu produktivnosti matochnykh stad osetrovyykh ryb za schet upravleniia sozrevaniem samok v industrial'nykh usloviakh (na primere sibirskogo osetra i sterliadi)* [Recommendations for increasing the productivity of breeding herds of sturgeon fish by controlling the maturation of females in industrial conditions (using the example

- of Siberian sturgeon and sterlet)]. Moscow, ООО «Koral-Print» Publ., 2020. 32 p.
5. Mel'chenkov E. A., Kanid'eva T. A., Vorob'ev A. P., Archibasov A. A. Otsenka vliianiia temperaturnogo rezhima na prodolzhitel'nost' protsessa gametogeneza pri soderzhanii samok sibirskogo osetra v mezhnerestovyi period [Assessment of the influence of the temperature regime on the duration of the gametogenesis process when keeping Siberian sturgeon females in the inter-spawning period]. *Rybovodstvo i rybnoe khoziaistvo*, 2019, no. 7 (162), pp. 32–41.
6. Iliasova V. A., Mel'chenkov E. A., Kanid'eva T. A., Vorob'ev A. P., Archibasov A. A. Prognoz prodolzhitel'nosti mezhnerestovogo intervala u osetrovyykh ryb pri soderzhanii v basseinovom priamotochnom khoziaistve [The forecast of the duration of the inter-spawning interval in sturgeon fish when kept in a basin direct-flow farm]. *Rybovodstvo i rybnoe khoziaistvo*, 2020, no. 6, pp. 65–72.
7. Mel'chenkov E. A., Iliasova V. A., Kanid'eva T. A., Bekina E. N., Danilova E. A., Vorob'ev A. P., Archibasov A. A. Oogenez sibirskogo osetra (*Acipenser baerii* Brandt, 1869) v usloviakh industrial'nogo predpriiatiia [Oogenesis of the Siberian sturgeon (*Acipenser baerii* Brandt, 1869) in an industrial enterprise]. *Vestnik rybokhoziaistvennoi nauki*, 2020, vol. 7, no. 1 (25), pp. 12–21.
8. Ponomareva E. N., Sorokina M. N., Grigor'ev V. A. Intensivnye biotekhnologii na osnove issledovaniia upravleniia reproduktivnoi funktsiei osetrovyykh vidov ryb [Intensive biotechnologies based on research on the management

of the reproductive function of sturgeon fish species]. *Kaspii v tsifrovuiu epokhu: materialy Natsional'noi nauchno-prakticheskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem v ramkakh Mezhdunarodnogo foruma «Kaspii 2021: puti ustoichivogo razvitiia» (Astrakhan', 27 maia 2021 g.)*. Astrakhan', Izd. dom «Astrakhanskii universitet», 2021. Pp. 383-387.

9. Kornienko G. G., Sergeeva S. G., Bugaev L. A. Patomorfologiya rezorbtсии polovykh produktov azovskogo osetra *Acipenser gueldenstaedtii* v eksperimente [Pathomorphology of resorption of sexual products of the Azov sturgeon *Acipenser gueldenstaedtii* in an experiment]. *Veterinarnaia patologiya*, 2020, no. 4, pp. 56-70.

10. Podushka S. B. *Sposob polucheniia ikry ot samok osetrovyykh ryb* [The method of obtaining caviar from female sturgeon fish]. Avtorskoe svidetel'stvo SSSR, № 1412035, 20.04.2008.

11. Baranov S. A., Reznikov V. F., Starikov E. A., Tolchinskii G. I. Osnovnye uravneniia rosta biologicheskikh ob"ektov [The basic growth equations of biological objects]. *Biologicheskie resursy vnutrennikh vodoemov SSSR*. Moscow, Nauka Publ., 1979. Pp. 156-168.

12. Kupinskii S. B., Mel'chenkov E. A., Petrova T. G. Granitsy vozmozhnogo rosta sibirskogo osetra [The limits of the possible growth of the Siberian sturgeon]. *Voprosy rybnogo khoziaistva Belarusi*, 2018, iss. 34, pp. 140-155.

Статья поступила в редакцию 28.07.2023; одобрена после рецензирования 01.02.2024; принята к публикации 05.03.2024
The article was submitted 28.07.2023; approved after reviewing 01.02.2024; accepted for publication 05.03.2024

Информация об авторах / Information about the authors

Александр Павлович Воробьев – главный специалист лаборатории осетроводства и акклиматизации; Филиал по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»; innovazii-vniiprh@mail.ru

Alexander P. Vorob'yov – Main Specialist of the Laboratory of Sturgeon Breeding and Acclimatization; Branch for the Freshwater Fisheries Russian Federal “Research Institute of Fisheries and Oceanography”; innovazii-vniiprh@mail.ru

Евгений Алексеевич Мельченков – доктор биологических наук, старший научный сотрудник; заведующий лабораторией осетроводства и акклиматизации; Филиал по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»; innovazii-vniiprh@mail.ru

Evgeny A. Melchenkov – Doctor of Biological Sciences, Senior Researcher; Head of the Laboratory of Sturgeon Breeding and Acclimatization; Branch for the Freshwater Fisheries Russian Federal “Research Institute of Fisheries and Oceanography”; innovazii-vniiprh@mail.ru

Вера Вениаминовна Калмыкова – кандидат биологических наук; главный специалист лаборатории осетроводства и акклиматизации; Филиал по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»; innovazii-vniiprh@mail.ru

Vera V. Kalmykova – Candidate of Biological Sciences; Main Specialist of the Laboratory of Sturgeon Breeding and Acclimatization; Branch for the Freshwater Fisheries Russian Federal “Research Institute of Fisheries and Oceanography”; innovazii-vniiprh@mail.ru

