



## Аквакультура и технологии воспроизводства

УДК 639.371.2.03(470.61)

# ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА ВЫРАЩИВАНИЯ МОЛОДИ РУССКОГО ОСЕТРА НА ДОНСКОМ ОСЕТРОВОМ ЗАВОДЕ В 2021 Г.

© 2022 Е. В. Горбенко, А. А. Павлюк, О. А. Воробьева,  
С. Г. Сергеева, **М. Г. Панченко**

*Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»),  
Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»), Ростов-на-Дону 3444002, Россия  
E-mail: sgs1301@yandex.ru*

**Аннотация.** В работе рассмотрены результаты воспроизводства осетра русского (*Acipenser gueldenstaedtii* Brandt, 1833) на Донском осетровом заводе в 2021 г. Представлены данные гидрохимических и гидробиологических показателей среды на разных этапах технологического цикла. Рассмотрено рыбоводно-биологическое качество производителей из ремонтно-маточного стада. В нерестовой кампании было использовано 106 самок, из них 50 % самок — это особи второго-третьего нереста. Самки осетра характеризовались нормативной массой тела, хорошей упитанностью, большинство из них были представлены особями повторных нерестов. Икра, полученная от этих рыб, была хорошего рыбоводного качества. Показатели оплодотворения икры, выклева и выживаемости личинок были выше нормативных значений. Невысокие показатели роста молоди на заключительном этапе выращивания в прудах при комбинированном методе были обусловлены слабым развитием кормовой базы прудов. Длительность выращивания молоди в прудах была увеличена до 60 суток при нормативном значении 40–50 суток. Молодь осетра, выпущенная в естественный водоем, была морфологически сформирована, характеризовалась удовлетворительным физиологическим состоянием. Анализ материалов, полученных в процессе мониторинга деятельности Донского осетрового завода, позволил определить узкие места в биотехническом процессе воспроизводства осетра. Нарушения биотехники работы с производителями осетровых рыб на ДОЗ в 2021 г. связаны с недостатком производственных мощностей для преднерестового выдерживания производителей. Снижение эффективности выращивания молоди осетра определяется низким развитием естественной кормовой базы в прудах. В 2021 г. на Донском осетровом заводе было получено 3,45 млн экз. молоди осетра русского. Эффективность использования производителей осетра была высокой и составила 32,55 тыс. экз. молоди на одну самку.

**Ключевые слова:** осетр русский *Acipenser gueldenstaedtii* Brandt, 1833, маточное стадо, созреваемость, ооциты, плодовитость, оплодотворяемость икры, выживаемость, личинки, молодь, кормовая база

## SPECIFIC FEATURES OF REARING OF THE RUSSIAN STURGEON JUVENILES IN THE DON STURGEON HATCHERY IN 2021

E. V. Gorbenko, A. A. Pavlyuk, O. A. Vorobyeva,  
S. G. Sergeeva, **M. G. Panchenko**

*Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (FSBSI "VNIRO"),  
Azov-Black Sea Branch of the FSBSI "VNIRO" ("AzNIIRKH"), Rostov-on-Don 3444002, Russia  
E-mail: sgs1301@yandex.ru*

**Abstract.** This work considers the results of the Russian sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii* Brandt, 1833) controlled reproduction in the Don Sturgeon Hatchery in 2021. The data on hydrochemical and hydrobiological characteristics of the environment at various stages of the production cycle are presented. Reproductive and biological characteristics of the breeders from the cultivated broodstock have been investigated. In this spawning campaign, 106 females were used; for 50 % of them, it was the second or third spawning. The body weight and condition factor of the sturgeon females were within the prescribed norm; their majority was represented by the repeat-spawning individuals. The eggs produced by these individuals were of high quality. Their fertilization, hatching, and larvae survival rates exceeded the standard values. However, the growth rate of the juveniles at the final stage of their rearing in the ponds under the mixed method of cultivation was relatively low, which could be attributed to the poor food resources provided by the ponds. The duration of rearing the juveniles in the ponds was extended to 60 days as compared to standard 40–50 days. Sturgeon juveniles released in a natural water body were morphologically well-developed, and their physiological status was satisfactory. Analysis of the data collected in the course of operational monitoring of the Don Sturgeon Hatchery made it possible to identify "bottlenecks" in the biotechnological practice of sturgeon reproduction. The violations in the practice of handling the sturgeon spawners in the Don Sturgeon Hatchery that occurred in 2021 resulted from the lack of facilities and production capacity for pre-spawning retaining of reproducing individuals. The decrease in the efficiency of sturgeon juveniles growth was predicated upon low productivity of the ponds. In 2021, 3.45 million ind. of the Russian sturgeon juveniles were obtained in the Don Sturgeon Hatchery. The exploitation rate of sturgeon spawners was high and equaled to 32.55 thousand hatchlings per one female.

**Keywords:** Russian sturgeon *Acipenser gueldenstaedtii* Brandt, 1833, broodstock, maturation rate, oocytes, fecundity, fertilization rate, survival rate, larvae, juveniles, food resource

### ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время естественное воспроизводство осетровых рыб в бассейне Азовского моря практически отсутствует, и запасы азовских проходных осетровых рыб формируются исключительно за счет искусственных генераций, воспроизводимых на осетровых рыбозаводах Азово-Донского и Азово-Кубанского районов. Рыбопродуктивность Азовского моря по этим уникальным видам определяется масштабом осетроводства и качеством молоди заводского происхождения, а также ее жизнестойкостью. При отсутствии зрелых производителей нужного рыбозаводного качества единственная возможность дальнейшего развития осетроводства — пополнение и промышленная эксплуатация ремонтно-маточных стад, основным способом формирования которых на осетровых заводах является их полноцикловое выращивание [1]. Отбор элитного потомства осет-

ровых рыб из посадочного материала осуществляют по установленным критериям с последующим выращиванием до половозрелого состояния.

На Донском осетровом заводе формирование и содержание ремонтно-маточного стада осуществляется с 2000 г.; были проведены работы по паспортизации и мечению русского осетра, севрюги, белуги и стерляди всех возрастных групп, что значительно облегчило получение информации о перемещении производителей, получении половых продуктов, кормлении, оптимизировало оформление инвентаризационных ведомостей и актов бонитировочного учета РМС, а также идентификацию отошедших особей [2].

Наблюдения, проводимые на осетровых заводах, позволили установить, что интервал между созреванием производителей осетра в искусственных условиях сокращается до 2–3 лет, а самцы осетра способны созревать ежегодно [3, 4]. Успеш-

но применяются метод прижизненного получения половых продуктов, разработанный С.Б. Подушкой (1999) [5], и биотехники использования реабилитационного периода с переводом послеоперационных рыб на кормление в пресной и соленой воде и использования препарата «Сурфагон» для стимуляции созревания производителей [6].

Для получения хороших результатов при промышленном выращивании осетровых рыб важным условием является регулирование условий среды и поиск способов оптимизации технологий содержания и кормления как ремонтного и производителей, так и разновозрастной молодежи; кроме того, необходима диагностика функционального состояния разновозрастных рыб, составляющих ремонтно-маточные стада. Для этого нужен анализ всех звеньев технологического процесса выращивания молодежи осетровых рыб на рыбоводных заводах.

Целью нашей работы являлась оценка основных показателей воспроизводства осетра русского на Донском осетровом заводе по результатам работы в 2021 г.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В 2021 г. на рыбоводном предприятии ФГБУ «Главрыбвод» ФГБУ «Донской осетровый завод» были проведены наблюдения в рамках мониторинга деятельности организаций по искусственному воспроизводству водных биоресурсов в Азовском бассейне в отношении применения биотехнических показателей по разведению водных биоресурсов и качества выпускаемой молодежи проходных, полупроходных и пресноводного (стерлядь) видов рыб.

Объектами исследования являлись производители осетра русского *Acipenser gueldenstaedtii* Brandt, 1833, а также его молодежь разного возраста — от выклева до выпуска в естественные водоемы. Работы выполнялись в апреле–июне 2021 г.

Созревших самок осетра отбирали во время осенней бонитировки. При весенней бонитировке по результатам биопсии гонад определяли коэффициент поляризации ооцитов. В зависимости от величины коэффициента поляризации самок разделили на группы и разместили в бассейны цеха длительного выдерживания производителей (ЦДВП).

Гормональное стимулирование созревания и овуляции ооцитов на ДОЗ проводили дробными инъекциями суперактивного аналога гонадотропин-релизинг гормона (коммерческое название

«Сурфагон»). Общая доза препарата определяется с учетом температуры воды и массы рыбы, а доля предварительной инъекции — в зависимости от степени зрелости ооцитов, оцениваемой по значению коэффициента поляризации. Получение овулировавшей икры проводили способом сцеживания в один–два приема.

Инъецирование самок проводили одновременно с предварительной инъекцией самцов; доза для самцов была в два раза меньше, чем для самок. Сперму получали способом сцеживания. Оценка качества спермы проводили по подвижности сперматозоидов по балльной системе.

Оплодотворение икры проводили полусухим способом в течение 5 минут. В качестве обесклеивающего вещества использовали танин.

Оплодотворенную икру помещали в аппараты «Осетр». В ходе инкубации для оценки рыбоводного качества икры определяли процент оплодотворения и долю типично развивающихся эмбрионов. Далее контроль производили на стадии «большой и маленькой желточной пробки» (ст. 16–17) и перед началом выклева (ст. 35).

Выклюнувшихся предличинок перемещали в пластиковые бассейны ИЦА-2.

Выращивание молодежи осуществляли комбинированным методом, который предусматривает выдерживание предличинок, перевод их на смешанное питание, подращивание личинок до запланированной массы в бассейнах и выращивание молодежи в прудах до стандартной массы.

Рыбоводно-биологическое состояние производителей осетра оценивали по длине, массе тела, плодовитости, созреваемости, оплодотворению ооцитов, выживаемости эмбрионов согласно инструкциям и методическим руководствам [5, 7–12]. Анализ физиологического состояния зрелых производителей из маточного стада невозможен, так как получение половых продуктов ведется прижизненным способом [13].

Качественную характеристику икры и молодежи давали по содержанию белка, влаги и общих липидов [14]. Содержание влаги определяли весовым методом после высушивания до постоянной массы при температуре 105 °С. Для определения массовой доли липидов в образцах осуществляли непрерывную экстракцию по методу Сокслета [15]. Метод основан на экстракции жира органическим растворителем (эфир диэтиловый) из сухой навески и последующим определением его массы

взвешиванием. Содержание белка в тканях определяли по методике Лоури [16] с использованием бычьего сывороточного альбумина в качестве стандарта.

Кормовые условия в прудах определяли по видовому составу, численности и биомассе зоопланктона [17–19]. Гидрохимические условия среды на различных воспроизводственных участках рыбоводного предприятия оценивали по методикам, принятым в рыбоводстве [20, 21].

Данные в таблицах представлены в виде средней и ошибки средней ( $M \pm m_M$ ). Для количественной оценки степени изменчивости исследуемых показателей использовали коэффициент вариации CV. Статистическая обработка полученных данных и построение графических изображений (гистограмм) осуществлялись с использованием стандартного пакета программы Microsoft Office Excel 2010 для Windows.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В 2021 г. на Донском осетровом заводе (ДОЗ) искусственное разведение молоди осетра велось с использованием производителей, выращенных в ремонтно-маточном стаде. Подготовка производителей включала бонитировку, преднерестовое содержание и гормональную стимуляцию.

Условия зимнего содержания маточного стада осетра в рыбоводных хозяйствах значительно

отличаются от естественных, что может оказывать существенное влияние на генеративные функции производителей. Необходимым условием для нормального созревания самок осетра является соблюдение температурного и кислородного режимов, соответствующих экологическим требованиям вида [22, 23]. Температурный интервал зимнего содержания для осетра русского находится в пределах 1,2–8,0 °С при средних значениях 3,1–6,3 °С [24]. Для зимнего выдерживания рыб на Донском осетровом заводе используются зимовальные пруды. Условия зимовки производителей осетра в 2021 г. были удовлетворительными. За период резервации рыб гидрохимические параметры не выходили за пределы значений оптимального уровня. Температура воды в прудах составляла 1,5–7,3 °С, содержание растворенного в воде кислорода варьировало в пределах 12,5–17,0 мг/л. Высокое содержание кислорода (до 17,0 мг/л) в водоемах обеспечивалось за счет эксплуатации зимовальных прудов в проточном режиме. Активная реакция водной среды (рН) была слабощелочной (7,3–8,4), однако в отдельные периоды в некоторых зимовальных прудах отмечались более высокие значения рН (более 9,0) (табл. 1). Количество суммарного азота, фосфатов, а также перманганатная окисляемость изменялись в пределах нормативных значений, что характерно при низких показателях температуры воды и отсутствии кормления рыб [24].

**Таблица 1.** Характеристика гидрохимических показателей в зимовальных прудах на Донском осетровом заводе в период зимнего содержания производителей

**Table 1.** Characterization of hydrochemical status of the wintering ponds at the Don Sturgeon Hatchery over the course of winter keeping of breeders

Показатели Characteristics	Водозабор Water intake	Зимовальные пруды Wintering ponds	Значения оптимального уровня Optimum level
Перманганатная окисляемость, мг O <sub>2</sub> /л Permanganate index, mg O <sub>2</sub> /L	4,0–9,6	4,1–6,6	до 10,0 up to 10.0
Активная реакция среды, рН Potential of hydrogen, рН	7,8–8,4	7,3–9,0	7,0–8,3
Суммарный азот, мг/л Total nitrogen, mg/L	0,03–0,47	0,04–0,56	до 7,0 up to 7.0
Фосфаты, мг/л Phosphates, mg/L	0,08–0,14	0,06–0,08	до 0,5 up to 0.5
Минерализация, мг/л Mineralization, mg/L	580,0–1040,0	755,0–807,7	до 1000 up to 1000

Одним из важных этапов технологического процесса является выдерживание производителей перед инъектированием и получением икры. При нарушениях условий преднерестового содержания самок в хозяйствах индустриального типа распространенным явлением становится резорбция (атрезия) зрелых ооцитов и фолликулярного эпителия [25].

При работе со зрелыми самками основным критерием очередности использования рыб и выбора режима выдерживания являются значения коэффициентов поляризации ооцитов ( $K_p$ ). Итоговым параметром преднерестового выдерживания является сумма теплонакопления, которую определяют в градусо-днях [22, 26]. Изменения температурного режима в период преднерестового содержания производителей приводят к одновременному созреванию ооцитов, что в конечном итоге отражается на качестве овулировавшей икры.

По данным определения коэффициента поляризации ооцитов в первую очередь использовали самок с коэффициентом поляризации до 0,05–0,10, а особей с более высокими значениями (0,12–0,18) продолжали выдерживать до достижения необходимой для овуляции суммы теплонакопления.

Однако в текущем году обеспеченность бассейновыми емкостями была почти в 2 раза ниже нормативных требований, что привело к превышению рекомендуемой плотности посадки производителей в бассейнах ЦДВП. Наличие терморегуляции в цехе выдерживания производителей позволило некоторое время содержать самок в оптимальных температурных интервалах независимо от естественного хода температуры воды. Однако значительное переуплотнение посадки производителей привело к необходимости отключить терморегуляцию и открыть водоснабжение на прямоток для обеспечения нормативных гидрохимических параметров воды (содержание растворенного кислорода и аммонийного азота). В результате содержание растворенного кислорода в воде, температура которой в этот период составляла 18–20 °С, удалось поддерживать на уровне оптимальных величин (не ниже 7,0 мг/л).

Самцов готовили к нересту при кратковременном выдерживании при нерестовых температурах.

В последние годы самки осетра русского, используемые для воспроизводства на Донском осетровом заводе (ДОЗ), были представлены особями первого–четвертого нерестов, причем

доля впервые нерестующих самок доходила до 80 % (2017–2019 гг.). В нерестовой кампании 2021 г. было использовано 106 самок из маточно-го стада; из них около 50 % особей были второго–третьего нереста. Средняя масса самок составляла 20,7 кг, что соответствует нормативным показателям. Коэффициент упитанности варьировал от 0,7 до 1,1 (среднее значение 0,9).

Работы по получению икры осетра проводились с 8 по 24 мая 2021 г.; в инкубационные аппараты было заложено 9 партий икры. Первые партии икры были получены в оптимальном термическом режиме 15,0–18,0 °С, восьмая и девятая партии — при температуре 18,0–20,0 °С.

Величина суммарного теплонакопления в первой–четвертой партиях составляла 66–96 градусо-дней. При расчете теплонакопления принимали во внимание только период, проведенный самкой при так называемой эффективной температуре (для осетра — выше 8 °С). На гормональное стимулирование ответило 96,0 % самок, доброкачественную икру отдали 91,0 % самок. При выполнении гормонального стимулирования и получении половых продуктов при температуре воды 18,0 °С у самок из пятой–седьмой партий сохранялся высокий репродуктивный потенциал. Величина суммарного теплонакопления была в пределах оптимальных значений и составляла около 200 градусо-дней. На стимулирование ответили 100 % рыб, доля самок, отдавших доброкачественную икру, составляла 98,0 %. При работе с последними двумя партиями при температуре воды 20,0 °С суммарное теплонакопление для самок было критическим и достигло 250–313 градусо-дней. На гормональное стимулирование ответили 93 % самок, доля самок, созревших после инъекции и отдавших доброкачественную икру, снизилась и составила 80,0 %; у части самок отмечалось перезревание икры. Поэтому выдерживание производителей осетра при температуре воды выше 18–20 °С по достижении ими суммарного теплонакопления более 250–300 градусо-дней не рекомендуется [26].

Величина рабочей плодовитости самок осетра варьировала от 49,2 до 316,8 тыс. шт. икринок, среднее значение составляло 168,3 тыс. шт. Отношение массы витально полученной икры к массе рыбы составляло в среднем 15,4 %, что указывает на высокий рыболоводный потенциал большинства самок. Для впервые нерестующих рыб это отноше-

ние составляло в среднем 13,9 %, для рыб третьего нереста — 16,2 %. Однако из 106 производителей, использованных для получения икры, 12 самок имели плодовитость ниже 60 тыс. шт.; масса икры, полученной от них, была в пределах 3,6–6,5 % от массы тела.

Некоторыми показателями, по которым оценивается качество икры, являются количество ооцитов в 1 г икры, масса одного ооцита, содержание белка и общих липидов. Для осетра из естественных генераций нормой считались масса одного ооцита 17,5 мг и содержание белка 3,6–5,1 мг. Эти значения свидетельствуют о законченности процессов вителлогенеза — большого роста ооцитов. Оплодотворяемость икры в значительной степени зависела от содержания в ней белка. Опыт работы с самками осетра показал, что при содержании белка в одном ооците 3,1–3,4 мг оплодотворяемость составляла менее 60 %, при содержании белка 3,6–4,5 мг — 65–80 %, а свыше 5 мг — 85–90 % [27].

Следует отметить, что в 2021 г. большинство самок осетра овулировали икру хорошего рыбоводного качества. В среднем количество ооцитов в одном грамме составляло 56 шт. при вариации от 51 до 60 шт. Масса одного ооцита была высокой, среднее значение этого показателя было 17,9 мг при вариации от 16,1 до 20,8 мг, что значительно выше, чем в предшествующие годы (16,7 мг), когда основную часть самок осетра, используемых для воспроизводства, составляли впервые нерестующие рыбы. Около 15 % используемых самок имели ооциты невысокой массы — до 17 мг. Содержание белка в икре в среднем составляло 199 мг/г, в пересчете на один ооцит — 3,6 мг; содержание общих липидов достигало 29,9 % на сухое вещество. Варьирование содержания общих липидов в икре было невысоким ( $CV=7,6$  %), индивидуальные значения изменялись от 25,9 до 35,5 %. Отмечена неоднородность в накоплении белка в ооцитах ( $CV=17,2$  %); его содержание варьировало от 2,64 до 5,10 мг. Относительно мелкая икра, полученная от впервые нерестующих самок, содержала наименьшее количество жира (25,9–33,5 %) и белка (2,64–4,8 мг/ооцит).

Высокая вариабельность такого показателя, как содержание белка, может быть вызвана несколькими причинами. Немаловажное значение для формирования качественных половых продуктов имеет функциональное состояние самок, оценить которое мы, к сожалению, не имеем возможности

[13]. Как уже отмечалось выше, качество икры зависит и от возраста самок: у впервые нерестующих рыб масса икринки меньше, чем у самок повторных нерестов. Известно, что самки второго или третьего нереста имеют лучшее физиологическое состояние, чем впервые нерестующие и особи четвертого нереста [3, 27, 28]. При этом концентрация белка в икре увеличивается, достигая максимума на третьем нересте, и снижается до минимальных значений на четвертом нересте; изменения содержания жира в икре разновозрастных рыб незначительны (табл. 2) [3, 4].

Сперма большинства самцов осетра, используемых в нерестовой кампании 2021 г., имела цвет и консистенцию цельного молока; внешний вид эякулята у 15 % самцов был ближе к разбавленному молоку. Визуальный анализ соотношения живых и мертвых спермиев позволил оценить качество эякулята в 4–5 баллов.

Оплодотворяемость ооцитов в среднем составляла около 88 %, что выше бионормативных значений (80 %). При этом оплодотворяемость икры, полученной от самок с суммарным теплонакоплением 66–96 градусо-дней, составляла 87,9–91,7 %, 200 градусо-дней — 91,6–92,1 %. У самок, у которых суммарное теплонакопление составляло более 300 градусо-дней, оплодотворяемость икры варьировала от 42,4 до 75,6 %, число аномально развивающихся эмбрионов увеличилось до 30 % от оплодотворенной икры, выживаемость эмбрионов составила 63,0 %.

Основные гидрохимические показатели в воде инкубационных аппаратов в период развития зародышей представлены в табл. 3. За период инкубации температура воды в аппаратах с икрой осетра русского повышалась от 13,0 до 16,5 °С, кратковременно наблюдались повышенные значения перманганатной окисляемости и нитритного азота (до 0,04 мг/л).

В ходе работ была снята с инкубации оплодотворенная икра, полученная от четырех самок из восьмой и девятой партий. В ооцитах этих рыб отмечались дегенеративные изменения, признаки атрезии ооцитов с расслоением оболочек, расширением меланинового слоя, мраморностью окраски вегетативного полюса. Икра, полученная от этих рыб, была более мелкой, масса одного ооцита составляла 15–16 мг, содержание белка в икре было низким (171–178 мг/г, в пересчете на один ооцит — 2,95–3,2 мг), содержание общих липидов состав-

**Таблица 2.** Физиолого-биохимические показатели икры самок русского осетра, используемых в нерестовой кампании 2021 г.**Table 2.** Physiological and biochemical characteristics of the eggs of Russian sturgeon females used in the spawning campaign of 2021

Показатели Characteristics	Масса одного ооцита, мг Weight of one oocyte, mg	Содержание белка, мг/г Protein content, mg/g	Содержание белка в одном ооците, мг Protein content in one oocyte, mg	Содержание воды, % Water content, %	Содержание общих липидов, % на сухое вещество Total lipids content, % on dry matter
Среднее значение Average value	17,9±1,0	199±29	3,60±0,62	55,9±1,5	29,9±2,3
Минимальное– максимальное значение Minimum– maximum value	16,1–20,8	153–259	2,64–5,10	53,1–59,0	25,9–35,5
Коэффициент вариации, % Coefficient of variation, %	5,4	14,3	17,2	2,7	7,6

**Таблица 3.** Основные гидрохимические показатели среды при инкубации икры и выдерживании личинок осетра**Table 3.** The main hydrochemical characteristics of the medium during sturgeon egg incubation and rearing of sturgeon larvae

Показатели Characteristics	Значения Values
Перманганатная окисляемость, мг O <sub>2</sub> /л Permanganate index, mg O <sub>2</sub> /L	6,0–12,0
Активная реакция среды, pH Active reaction of the medium, pH	7,0–8,0
Аммонийный азот, мг/л Ammonium nitrogen, mg/L	0,11–0,6
Нитритный азот, мг/л Nitrite nitrogen, mg/L	0,007–0,04

ляло 28,3–29,2 %. Такие половые продукты утрачивают способность к хорошему оплодотворению, эмбрионы и личинки, полученные из «слабой» икры, характеризуются повышенным отходом,

имеют много уродств и отклонений от нормального развития, что в дальнейшем обуславливает их высокую элиминацию.

Средняя масса выклюнувшихся личинок осетра составляла 15–16 мг, объем желточного мешка — 6,8–9,5 мм<sup>3</sup>. Выживаемость эмбрионов достигала 77,1 %, что также выше нормативных значений (70 %). Такой результат был получен за счет того, что самки как первого, так и повторного нерестов дали икру хорошего рыбоводного качества: зрелые ооциты были массой более 17 мг, с высоким содержанием белка и липидов. Выход однодневных личинок на 1 самку составил 115,4 тыс. шт.

В табл. 4 приведены данные, характеризующие рыбоводное качество самок русского осетра, используемых для воспроизводства в 2021 г.

Вылупившихся предличинок сразу пересаживали из инкубационного аппарата в бассейны ИЦА-2, где проходило их дальнейшее подращивание. Температурный режим и плотность посадки поддерживались на оптимальном уровне. После вылупления предличинки рассеивались в толще воды и по дну; период «роения» длился около двух суток. Выживаемость предличинок осетра за

**Таблица 4.** Средние значения репродуктивных показателей самок осетра на Донском осетровом заводе в 2021 г.  
**Table 4.** Average values of reproductive characteristics of the sturgeon females at the Don Sturgeon Hatchery in 2021

Показатели Characteristics	2021 г.	Нормативные значения Normative values
Масса тела, кг Body weight, kg	20,7	20,0
Количество самок, ответивших на гормональное стимулирование, % Share of females that responded to hormonal stimulation, %	98,3	80,0
Количество самок, отдавших доброкачественную* икру, % Share of females that gave good-quality* eggs, %	91,3	80,0
Средняя относительная плодовитость, тыс. шт./кг Average relative fecundity, thousand pcs./kg	8,13	7,75
Количество икринок в 1 г, шт. Number of eggs in 1 g, pcs.	56 (48–62)	55–56
Оплодотворяемость ооцитов, % Fertilization rate of oocytes, %	87,8	80,0
Выживаемость эмбрионов, % Survival rate of embryos, %	77,1	70,0
Выход однодневных личинок на одну самку, тыс. шт. Yield of one-day larvae per female, thousand pcs.	115,4	86,8
Примечание: * Доброкачественной считается икра с оплодотворяемостью выше 50 % Note: * Eggs are considered to be “good-quality”, if their fertilization rate exceeds 50 %		

период эндогенного питания составила в среднем 70,0 % (интервал значений по партиям составлял 64–73 %). В ранний постэмбриональный период наступление и смена этапов морфогенеза осуществлялись своевременно и синхронно. Переход на активное питание произошел на 9–10-е сутки подращивания. Большинство личинок перешло на экзогенное питание при достижении массы тела 36–40 мг. Темп линейно-массового роста был несколько выше среднеемноголетних значений и соответствовал нормативным показателям. Морфометрические параметры предличинок при выклеве и переходе на экзогенное питание представлены в табл. 5.

Дальнейшее выращивание молоди осетра на заводе осуществлялось двумя методами — комбинированным и бассейновым. Наблюдения за процессом подращивания молоди бассейновым методом не проводились; кормление осетра в бассейнах производили с применением искусственных кормов. По данным ДОЗ масса молоди осетра, выра-

щенной в бассейнах, перед выпуском составляла 1,5 г.

Подращивание молоди в бассейнах (комбинированный метод) осуществляли до достижения молодью возраста 30 суток. Кормление личинок в первые сутки активного питания велось живыми кормами — декапсулированными яйцами артемии; затем рацион живого корма снижали с постепенным увеличением доли стартовых искусственных кормов. В конце июня мальков практически полностью перевели на питание искусственным кормом Coppens Advance (Нидерланды), в котором содержание белка составляет 56 %, жиров — 15 %, клетчатки — 0,3 %, золы — 11,6 %, фосфора — 1,75 %. Величину суточного кормового рациона рассчитывали на основе планируемого прироста массы личинок и кормовых коэффициентов применяемых кормов. В период бассейнового подращивания молоди величина индекса наполнения кишечника варьировала от 100 до 300 ‰ при норме 200–300 ‰ [11]. Средняя масса молоди



**Таблица 5.** Морфометрические показатели личинок осетра на Донском осетровом заводе в 2021 г.**Table 5.** Morphometric characteristics of the sturgeon larvae at the Don Sturgeon Hatchery in 2021

Показатели Characteristics	Возраст, сут. Age, days		Масса, мг Weight, mg		Длина, мм Length, mm		Упитанность по Фультону Fulton's condition factor	
	2021 г.	Среднее много- летнее Long-term average	2021 г.	Среднее много- летнее Long-term average	2021 г.	Среднее много- летнее Long-term average	2021 г.	Среднее много- летнее Long-term average
Выклев Hatch rate	1	1	17,9	16,2	10,9	11,1	1,39	1,17
Переход на активное питание Transition to external feeding	9	9	38,1	36,9	19,4	18,3	0,52	0,60

перед посадкой в пруды составляла 634 мг, значения этого показателя варьировали от 100 до 900 мг при рекомендуемых 150–200 мг [11]. Увеличение сроков подращивания молоди в бассейнах и несвоевременное заполнение прудов приводит к тому, что молодь осетра массой свыше 150 мг испытывает дефицит кормовых объектов в первые дни жизни в пруду, так как ей требуются более крупные формы зоопланктона, которые в это время еще отсутствуют [29].

Во II декаде июня молодь осетра была высажена в выростные пруды. В прудах в начальный период выращивания молоди по численности доминировали коловратки (93,0 %), по биомассе — ветвистоусые ракообразные (60,3 %). Биомасса кормового зоопланктона в этот период варьировала от 10,9 до 1,1 г/м<sup>3</sup> (в среднем 4,7 г/м<sup>3</sup>).

Во второй половине выращивания доминирующими по численности были представители веслоногих ракообразных (55,1 %), по биомассе — ветвистоусые ракообразные (58,6 %). Биомасса кормового зоопланктона варьировала от 6,5 до 1,0 г/м<sup>3</sup> (в среднем 4,5 г/м<sup>3</sup>) (табл. 6). Минимальные биологические нормы обеспеченности молоди осетровых рыб кормом во второй половине выращивания в прудах составляют 10–15 г/м<sup>3</sup> [11].

Незначительное количество личинок хирономид в зоопланктоне (менее 0,1 %) свидетельствовало о слабом заселении ими прудов из-за позднего их заполнения водой, без учета сроков лёта имаго комаров.

В процессе формирования благоприятного гидрохимического режима и достаточных биомасс зоопланктона и бентоса значительную роль играет качество подготовки ложа прудов [27]. В последние годы на ДОЗ в эксплуатируемых выростных прудах при подготовке к рыбоводному сезону не проводились мероприятия по внесению органических удобрений в виде компоста по ложу грунта.

Как показали исследования, обогащение почв выростных прудов органическими веществами в осенний период (внесение 2–3 т/га навоза с последующей заправкой в грунты) способствует улучшению структуры почвы, увеличению запаса питательных веществ и содержания гумуса [30]. Анализ всех звеньев трофической системы прудов в период их эксплуатации в 2021 г. показал, что одной из причин слабого развития фитопланктонных сообществ могла быть низкая обеспеченность воды биогенными элементами, вызванная малой продуктивностью почв. Это препятствовало развитию естественной кормовой базы в прудах

**Таблица 6.** Качественный состав и биомасса зоопланктона в прудах Донского осетрового завода при выращивании молоди осетра по декадам в 2021 г.

**Table 6.** Qualitative composition and biomass of the zooplankton in the ponds of the Don Sturgeon Hatchery in the course of rearing the sturgeon juveniles in 2021, by decade

Вид кормовых гидробионтов Species of hydrobionts the juveniles feed on	Период вегетации прудов Growing season in the ponds		
	Июнь / June		Июль / July
	I декада 1 <sup>st</sup> decade	III декада 3 <sup>rd</sup> decade	I декада 1 <sup>st</sup> decade
Коловратки, % Rotifers, %	92,9	10,4	3,8
Ветвистоусые ракообразные, % Cladocerans, %	4,1	23,8	58,3
Веслоногие ракообразные, % Copepods, %	2,9	65,7	37,9
Личинки хирономид и жаброноги, % Chironomidae larvae and anostracans, %	0,02	0	0,006
Листоногие, % Phyllopod, %	0,006	0	0,0
Биомасса, г/м <sup>3</sup> Biomass, g/m <sup>3</sup>	4,4	4,7	4,2
Нижняя граница оптимальной биомассы, г/м <sup>3</sup> Lower limit of the optimal biomass, g/m <sup>3</sup>	10,0	10,0	10,0

и негативно отразилось на их биологической продуктивности.

Интенсивность питания молоди осетра в течение всего периода выращивания была неравномерной; индексы наполнения кишечника варьировали от 200 до 900 ‰ (среднее значение 500 ‰). Пищевой комок молоди осетра на 84 % состоял из зоопланктона (преимущественно *D. pulex*), личинки хирономид составляли всего 15 %.

Эффективность использования пищи на рост молоди русского осетра в период подращивания в бассейнах при использовании искусственных кормов была высокой. Трофические коэффициенты  $K_1$  и  $K_2$  составляли 41,5 и 51,9 %, соответственно (табл. 7). В период выращивания молоди в прудах показатели трансформации пищи на рост снизились, что могло быть обусловлено низкой доступностью кормовых организмов и невысокой кормовой ценностью зоопланктона.

Показатели прироста молоди на заключительном этапе выращивания в прудах при комбинированном методе были ниже нормативных (87,2 мг/сут. против 120–150 мг/сут.) [11], что

было обусловлено слабым развитием биомассы кормовых организмов в прудах.

Как известно, выращивание молоди осетра в прудах рыбоводных заводов ограничено сроками достижения молодью нормативной массы, особенностями развития кормовой базы и неблагоприятными термическими условиями водной среды в выростных водоемах [31]. Оптимальный срок выращивания молоди осетра «выпускной» массы тела составляет 40–50 суток от выклева [29]. Темп роста массы тела молоди осетра в 2021 г., как и в предшествующие годы, был невысоким (табл. 8). Наиболее интенсивные приросты молоди наблюдались в июле. На 40–50-е сутки выращивания в прудах отмечались повышенные траты энергии на обмен, что связано с активным поиском пищи при уменьшении количества кормовых организмов, отмечаемом в этот период. В результате ухудшения кормовых условий молодь осетра не смогла реализовать свои возможности темпа роста. К концу нормативных сроков выращивания (50 суток) средняя масса молоди составила 1800 мг при нормативных значениях 2500 мг. Это обусло-

вило увеличение периода выращивания молоди осетра до 60 суток. К этому времени доля молоди осетра со «стандартной» массой тела и более составляла 67,5 %; более 50 % молоди достигало массы 2,0–3,0 г (рисунок). Отсутствие нормативной модальной группы «стандартной» массы тела (70 % молоди сходной массы) свидетельствовало о формировании разнокачественности молоди на этапе выпуска в естественный водоем.

Анализ физиологических показателей молоди осетра на этапе выпуска в естественный водоем свидетельствовал о том, что молодь, выращиваемая в прудах, кормовая база которых находилась на низком уровне, характеризовалась повышенной оводненностью мышц (83,6–84,5 %) и сниженным содержанием в них белка (71–91 мг/г); содержание общих липидов было в пределах оптимальных значений (5,0–5,5 % на сухую массу).

**Таблица 7.** Эффективность трансформации пищи на рост молоди осетра

**Table 7.** Food conversion efficiency relative to the growth of sturgeon juveniles

Возраст молоди, сут. Age of juveniles, day	Прирост Weight gain		Траты на обмен Metabolic expenditures		Суточный рацион Daily food intake		$K_1$ , %	$K_2$ , %	Удельная скорость роста Specific growth rate
	мг mg	%	мг mg	%	мг mg	%			
10–20	14,3	13,1	9,4	8,6	29,6	27,1	48,3	60,4	6,5
20–30	45,3	11,1	42,1	10,3	109,2	26,8	41,5	51,9	5,2
30–40	31,6	4,0	107,3	13,5	173,6	21,9	18,3	22,9	1,7
40–50	85,1	6,2	260,2	18,9	431,7	31,4	21,5	26,9	2,7
50–60	89,2	4,0	245,0	10,9	417,7	18,6	21,4	26,7	1,7
Среднее значение Average value	44,1	8,6	104,8	12,8	186,0	26,8	32,4	40,5	4,0
Минимальное значение Minimum value	14,3	4,0	9,4	8,6	29,6	21,9	18,3	22,9	1,7
Максимальное значение Maximum value	85,1	13,1	260,2	18,9	431,7	31,4	48,3	60,4	6,5

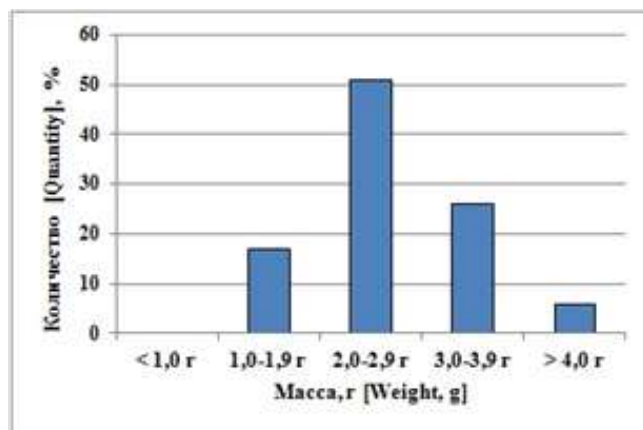
**Таблица 8.** Темп роста массы тела осетра на Донском осетровом заводе, 2021 г.

**Table 8.** Body weight gain of the sturgeon at the Don Sturgeon Hatchery, 2021

Возраст, сут. Age, day	10	20	30	40	50	55	60
Масса тела, мг Body weight, mg	<u>38,3</u> 31–48	<u>180,8</u> 90–684	<u>634,4</u> 100–900	<u>950</u> 590–1400	<u>1800</u> 590–3900	<u>1900</u> 840–4150	<u>2693*</u> 1400–4700

Примечание: В числителе — среднее значение; в знаменателе — минимум–максимум; \* «нормативная» масса тела молоди осетра русского при выпуске — 2500 мг

Note: Average value is given in the numerator; minimum–maximum is given in the denominator; \* “normative” body weight of the Russian sturgeon juveniles at the release is 2500 mg



Размерный ряд молоди осетра при выпуске в естественный водоем (р. Дон ниже Кочетовского гидроузла)

Weight series of the sturgeon juveniles upon their release into a natural water body (the Don River below the Kochetovsky Hydroelectric Complex)

Отмеченное снижение темпов роста и удовлетворительное физиологическое состояние молоди осетра являются следствием ухудшения кормовых условий в прудах. Как правило, в напряженных гидрохимических и кормовых условиях ухудшается качество молоди и сужается ее пластичность, что ведет к дополнительной потере рыбной продукции на этапе выпуска и в период первых месяцев жизни в естественном водоеме [32].

Молодь осетра, выращенная на ДОЗ и выпущенная в естественный водоем, была морфологически сформирована, характеризовалась удовлетворительным физиологическим состоянием. Отход молоди в прудах за период выращивания не превышал значений нормативных показателей (50 %) [12].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проанализированные нами материалы по выращиванию молоди русского осетра на Донском осетровом заводе в нерестовую кампанию 2021 г. позволили отметить основные ключевые моменты в биотехнологическом процессе.

В воспроизводстве молоди были использованы самки маточного стада, которые характеризовались нормативной массой тела и хорошей упитанностью; их большая часть была представлена особями повторных нерестов. Отмеченное нарушение биотехники работы с производителями было свя-

зано с недостатком производственных мощностей. В период преднерестового выдерживания производителей в ЦДВП обеспеченность бассейновыми емкостями была в 2 раза ниже нормативных требований, в результате чего имело место значительное превышение плотности посадки производителей. Нарушение температурного режима при преднерестовом выдерживании производителей повлияло на качество половых продуктов у части самок из последних партий. Своевременная оптимизация условий содержания рыб является одним из критериев сохранения рыбного качества половых продуктов, получаемых от особей из ремонтно-маточных стад. Опыт работы 2021 г. показал, что для получения хороших результатов нерестовой кампании оптимальной численностью используемых производителей (с учетом мощности цеха длительного выдерживания производителей) является не более 80–90 самок осетра. Для улучшения содержания ремонтно-маточного стада Донскому ОЗ рекомендуется найти возможность передачи части производителей осетра на другие госпредприятия.

Работы по получению икры и личинок были проведены в короткие сроки, получены хорошие рыболовные результаты. Инкубация развивающейся икры от всех использованных производителей осетра осуществлялась в близкие календарные сроки в зоне оптимальных температур воды, при благоприятном гидрохимическом режиме; результаты инкубации определялись только качеством овулировавшей икры. Выход однодневных личинок на 1 самку составил 115,4 тыс. шт.

Средняя масса молоди, подращиваемой в бассейнах при кормлении искусственными кормами, при посадке в пруды составляла более 600 мг. При комбинированном методе молодь в бассейнах не рекомендуется передерживать, и ее подращивание должно осуществляться до достижения стандартной массы в 100–200 мг. В основном молодь осетра растет на естественной кормовой базе прудов, за счет которой и обеспечивается большая часть (80–100 %) ее прироста.

Выпуск молоди осетра в естественную среду обитания был проведен в возрасте 60 суток (при нормативном значении 40–45 суток) по достижении ею средней массы 2690 мг; доля молоди массой тела «стандарт» и более составляла 67,5 %. Эффективность использования производителей осетра составила 32,47 тыс. экз. молоди на одну самку.

В результате нарушения биотехники эксплуатации прудового фонда (позднее залитие прудов, отсутствие полного комплекса мелиоративных мероприятий, недостаточный объем мероприятий по направленному формированию кормовой биомассы) в прудах не удалось сформировать оптимальные состав и биомассу кормового зоопланктона. Разнокачественность молоди по массе привела к несоответствию размеров стартовых кормовых организмов в пруду и зарыбляемой молоди на период ее посадки в пруды, и в дальнейшем такая ситуация может влиять на ее выживаемость и темпы роста.

Снижение продуктивности прудового фонда связано с недостаточным объемом проводимых мелиоративных мер, а также мероприятий, направленных на формирование и стимулирование развития естественной кормовой базы. Рекомендуется выполнять полный комплекс санитарно-мелиоративных мероприятий для выростных прудов, осуществлять мероприятия по направленному формированию и поддержанию естественной кормовой базы на оптимальном уровне, что обеспечивает высокий темп роста молоди в соответствии с требованиями бионормативов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чебанов М.С., Галич Е.В., Меркулов Я.Г., Крупский В.Н. Проблемы и возможности восстановления видового разнообразия осетровых рыб в бассейне р. Кубань // Актуальные вопросы рыболовства, рыбоводства (аквакультуры) и экологического мониторинга водных экосистем : матер. Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 90-летию Азовского научно-исследовательского института рыбного хозяйства (г. Ростов-на-Дону, 11–12 декабря 2018 г.). Ростов-н/Д.: Изд-во АзНИИРХ, 2018. С. 95–101.
2. Игнатенко М.А., Киянова Е.В. Значение мечения в формировании ремонтно-маточного стада на Донском осетровом заводе // Состояние и перспективы научно-технологического развития рыбохозяйственного комплекса : матер. Нац. науч.-практ. конф. (с международным участием) (г. Махачкала, 24–25 октября 2019 г.). Махачкала: Изд-во Дагестанского государственного аграрного университета им. М.М. Джамбулатова, 2019. С. 126–133.
3. Воробьева О.А., Горбенко Е.В., Панченко М.Г., Павлюк А.А. Особенности созревания самок русского осетра (*Acipenser gueldenstaedtii* Brandt, 1833) в условиях Темрюкского и Гривенского осетровых рыбоводных заводов // Водные биоресурсы и среда обитания. 2021. Т. 4, № 1. С. 44–49. doi: 10.47921/2619-1024\_2021\_4\_1\_44.
4. Бахарева А.А. Научно-обоснованные методы повышения продуктивности ремонтно-маточных стад осетровых рыб за счет оптимизации технологии кормления и содержания в условиях рыбоводных хозяйств Волго-Каспийского бассейна : автореф. дис. докт. с.-х. наук. Астрахань: Изд-во Астраханского государственного технического университета, 2016. 32 с.
5. Подушка С.Б. Получение икры у осетровых с сохранением жизни производителей // Научно-технический бюллетень лаборатории ихтиологии ИНЭНКО. 1999. Вып. 2. С. 4–19.
6. Белоусов В.Н., Брагина Т.М., Бугаев Л.А., Реков Ю.И. Рыбохозяйственные исследования России в Азово-Черноморском бассейне (к 90-летию ФГБНУ «АзНИИРХ») // Водные биоресурсы и среда обитания. 2018. Т. 1, № 1. С. 11–31. doi: 10.47921/2619-1024\_2018\_1\_1\_11.
7. Детлаф Т.А., Гинзбург А.С. Зародышевое развитие осетровых рыб (севрюги, осетра и белуги) в связи с вопросами их разведения. М.: Изд-во Академии наук СССР, 1954. 215 с.
8. Гинзбург А.С. Осеменение икры осетровых рыб (инструкция). М.: Пищевая промышленность, 1963. 16 с.
9. Детлаф Т.А., Васецкий С.Г., Давыдова С.И. Рекомендации по срокам получения икры у осетровых рыб после гипофизарной инъекции. М.: Изд-во Главрыбвода, 1965. 14 с.
10. Ланге Н.О., Дмитриева Е.Н. Методика эколого-морфологических исследований развития молоди рыб // Исследования размножения и развития рыб : метод. пособие. М.: Наука, 1981. С. 67–88.
11. Сборник инструкций и нормативно-методических указаний по промышленному разведению осетровых рыб в Каспийском и Азовском бассейнах / Под ред. Ж.И. Абрамовой, К.Б. Аветисова, М.К. Аскерова, Л.В. Баденко, С.В. Блохина. М.: Изд-во ВНИРО, изд-во Главрыбвода, 1986. 273 с.
12. Приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 30 января 2015 г. № 25 «Об утверждении Методики расчета объема добычи (вылова) водных биологических ресурсов, необходимого для обеспечения сохранения водных биологических ресурсов и обеспечения деятельности рыбоводных хозяйств, при осуществлении рыболовства в целях аквакультуры (рыбоводства)». URL: <https://docs.cntd.ru/document/420253563> (дата обращения 03.05.2022).
13. Горбачева Л.Т., Горбенко Е.В., Панченко М.Г., Воробьева О.А., Павлюк А.А. К вопросу развития искусственного воспроизводства азовских осетровых в связи со 150-летием осетроводства России // Водные биоресурсы и среда обитания. 2020. Т. 3, № 4. С. 111–119. doi: 10.47921/2619-1024\_2020\_3\_4\_111.

14. Методы рыбохозяйственных и природоохранных исследований в Азово-Черноморском бассейне : сб. науч.-метод. работ / Под ред. С.П. Воловика, И.Г. Корпаковой. Краснодар: Изд-во АзНИИРХ, Просвещение-Юг, 2005. 352 с.
15. ГОСТ 7636-85 Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа. М.: Изд-во Стандартиформ, 2010. С. 38–123.
16. Lowry O.H., Rosebrough N.J., Farr A.L., Randall R.J. Protein measurement with the Folin phenol reagent // *The Journal of Biological Chemistry*. 1951. Vol. 193, no. 1. Pp. 265–270.
17. Тевяшова О.Е. Сбор и обработка зоопланктона в рыбоводных водоемах (с определителем основных пресноводных видов) : метод. руководство. Ростов-н/Д.: Изд-во АзНИИРХ, 2009. 83 с.
18. Липин А.Н. Пресные воды и их жизнь. М.: Государственное учебно-педагогическое издательство, 1950. 347 с.
19. Жадин В.И. Методы гидробиологических исследований. М.: Высшая школа, 1960. 189 с.
20. Унифицированные методы анализа вод СССР / Под ред. Г.Г. Доброумовой. Л.: Гидрометеоиздат, 1981. 350 с.
21. Унифицированные методы анализа вод СССР / Под ред. Ю.Ю. Лурье. М.: Химия, 1973. 212 с.
22. Чебанов М.С., Галич Е.В., Чмырь Ю.Ч. Руководство по разведению и выращиванию осетровых рыб. М.: Изд-во Российского научно-исследовательского института информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, 2004. 136 с.
23. Досаева В.Г., Кириллов Д.Е. Об условиях содержания производителей осетровых видов рыб в зимний период // Биоразнообразие, рациональное использование биологических ресурсов и биотехнологии : матер. Междунар. науч.-практ. онлайн-конф. (г. Астрахань, 8 декабря 2020 г.). Астрахань: Изд-во Астраханского государственного университета, Издательский дом «Астраханский университет», 2021. С. 187–192.
24. Бубунец Э.В., Жигин А.В., Лабенец А.В. Влияние термических условий зимовки производителей на продолжительность инкубации икры и выдерживания предличинок осетровых рыб // Российская сельскохозяйственная наука. 2020. № 6. С. 54–58. doi: 10.31857/S2500262720060137.
25. Goncharov V.F., Skoblina M.N., Trubnikova O.B., Chebanov M.S. Influence of temperature on the sterlet (*Acipenser ruthenus* L.) ovarian follicles state // *Biology, conservation and sustainable development of sturgeons*. Berlin: Springer-Verlag, 2009. Pp. 205–214. doi: 10.1007/978-1-4020-8437-9\_1.
26. Чебанов М.С., Галич Е.В. Руководство по искусственному воспроизводству осетровых рыб // Технические доклады ФАО по рыбному хозяйству и аквакультуре. 2013. № 558. 325 с.
27. Баденко Л.В., Дорошева Н.Г., Корниенко Г.Г., Чихачева В.П. Эколого-физиологические основы повышения эффективности заводского разведения азовских осетровых // *Воспроизводство рыбных запасов Каспийского и Азовского морей* : сб. науч. тр. М.: Изд-во ВНИРО, 1984. С. 88–101
28. Корниенко Г.Г., Ложичевская Т.В., Реков Ю.И. Половое созревание азовского осетра // *Рыбное хозяйство*. 1988. № 3. С. 38–40.
29. Лукьяненко В.И., Касимов Р.Ю., Кокоза А.А. Возрастно-весовой стандарт заводской молоди каспийских осетровых. Волгоград: Изд-во Института биологии внутренних вод Академии наук СССР, 1987. 229 с.
30. Горбачева Л.Т., Савельева Э.А., Голованенко Л.Ф. Современное состояние и перспективы повышения эффективности осетроводства в Азовском бассейне. Биологические основы осетроводства. М.: Наука, 1983. С. 223–233.
31. Загребина О.Н., Алымов Ю.В., Блинков Б.В., Алиева Н.М. Зависимость качества молоди осетра от сроков зарыбления выростных прудов рыбоводных заводов дельты р. Волга // *Инновационные технологии аквакультуры* : тезисы докл. Междунар. науч. конф. (г. Ростов-на-Дону, 21–22 сентября 2009 г.). Ростов-н/Д.: Изд-во Федерального исследовательского центра Южного научного центра Российской академии наук, 2009. С. 50–52.
32. Горбенко Е.В., Буртасовская Л.А., Панченко М.Г., Воробьева О.А., Павлюк А.А. К вопросу о выращивании молоди русского осетра (*Acipenser gueldenstaedtii*) в прудах разных сроков эксплуатации на ОРЗ Нижнего Дона // *Вопросы сохранения биоразнообразия водных объектов* : матер. Междунар. науч. конф. (г. Ростов-на-Дону, 27 ноября 2015 г.). Ростов-н/Д.: Изд-во АзНИИРХ, 2015. С. 75–79.

## REFERENCES

1. Chebanov M.S., Galich E.V., Merkulov Ya.G., Krupskiy V.N. Problemy i vozmozhnosti vosstanovleniya vidovogo raznoobraziya osetrovyykh ryb v basseyne r. Kuban' [Challenges and possibilities of the restoration of biological diversity in the Kuban River Basin]. In: *Aktual'nye voprosy rybolovstva, rybovodstva (akvakul'tury) i ekologicheskogo monitoringa vodnykh ekosistem : materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 90-letiyu Azovskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta rybnogo khozyaystva (g. Rostov-na-Donu, 11–12 dekabrya 2018 g.)* [Current issues of fisheries, fish breeding (aquaculture), and ecological monitoring of aquatic ecosystems. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference, dedicated to the

- 90<sup>th</sup> Anniversary of the Azov Sea Research Fisheries Institute (Rostov-on-Don, 11–12 December, 2018)]. Rostov-on-Don: AzNIIRKH Publ., 2018, pp. 95–101. (In Russian).
2. Ignatenko M.A., Kiyanova E.V. Znachenie mecheniya v formirovaniy remontno-matochnogo stada na Donskom osetrovom zavode [Importance of tagging for the broodstock formation at the Don Sturgeon Farm]. In: *Sostoyanie i perspektivy nauchno-tekhnologicheskogo razvitiya rybokhozyaystvennogo kompleksa : materialy Natsional'noy nauchno-prakticheskoy konferentsii (s mezhdunarodnym uchastiem) (g. Makhachkala, 24–25 oktyabrya 2019 g.)* [State and prospects of scientific and technological development of the fisheries industry. Proceedings of the National Scientific and Practical Conference (with international participation) (Makhachkala, 24–25 October, 2019)]. Makhachkala: Dagestanskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet im. M.M. Dzhambulatova [Dagestan State Agricultural University named after M.M. Dzhambulatov] Publ., 2019, pp. 126–133. (In Russian).
  3. Vorobyeva O.A., Gorbenko E.V., Panchenko M.G., Pavlyuk A.A. Osobennosti sozrevaniya samok russkogo osetra (*Acipenser gueldenstaedtii* Brandt, 1833) v usloviyakh Temryuksskogo i Grivenskogo osetrovyykh rybovodnykh zavodov [Specific features of maturation of Russian sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii* Brandt, 1833) females in the environment of Temryuk and Grivenskoe Sturgeon Hatcheries]. *Vodnye bioresursy i sreda obitaniya* [Aquatic Bioresources & Environment], 2021, vol. 4, no. 1, pp. 44–49. doi: 10.47921/2619-1024\_2021\_4\_1\_44. (In Russian).
  4. Bakhareva A.A. Nauchno-obosnovannyye metody povysheniya produktivnosti remontno-matochnyykh stad osetrovyykh ryb za schet optimizatsii tekhnologii kormleniya i sodержaniya v usloviyakh rybovodnykh khozyaystv Volgo-Kaspiyskogo basseyna : avtoref. dis. dokt. s.-kh. nauk [Scientifically substantiated methods of increasing the productivity of broodstock of sturgeon species by optimizing their feeding practices and living environment at the fish farms of the Volga River and Caspian Sea Basin. Extended abstract of Doctor's (Agriculture) Thesis]. Astrakhan: Astrakhanskiy gosudarstvennyy tekhnicheskyy universitet [Astrakhan State Technical University] Publ., 2016, 32 p. (In Russian).
  5. Podushka S.B. Poluchenie ikry u osetrovyykh s sokhraneniem zhizni proizvoditeley [Obtaining eggs from sturgeon with the preservation of the life of breeders]. *Nauchno-tekhnicheskyy byulleten' laboratorii ikhtiologii INENKO* [Scientific and Technical Bulletin of the Laboratory of Ichthyology of INENKO], 1999, issue. 2, pp. 4–19. (In Russian).
  6. Belousov V.N., Bragina T.M., Bugaev L.A., Rekov Yu.I. Rybokhozyaystvennyye issledovaniya Rossii v Azovo-Chernomorskom basseyne (k 90-letiyu FGBNU "AzNIIRKH") [Fishery research of Russia in the Azov and Black Seas Basin (the 90<sup>th</sup> anniversary of the Federal State Budgetary Scientific Institution "Azov Sea Research Fisheries Institute")]. *Vodnye bioresursy i sreda obitaniya* [Aquatic Bioresources & Environment], 2018, vol. 1, no. 1, pp. 11–31. doi: 10.47921/2619-1024\_2018\_1\_1\_11. (In Russian).
  7. Detlaf T.A., Ginzburg A.S. Zarodyshevoe razvitie osetrovyykh ryb (sevryugi, osetra i belugi) v svyazi s voprosami ikh razvedeniya [Embryonic development of sturgeon fish (stellate sturgeon, Russian sturgeon, beluga) in connection with the issues of their breeding]. Moscow: Akademiya nauk SSSR [USSR Academy of Sciences] Publ., 1954, 215 p. (In Russian).
  8. Ginzburg A.S. Osemeneniye ikry osetrovyykh ryb (instruktsiya) [Insemination of sturgeon eggs (instructions)]. Moscow: Pishchevaya promyshlennost' [Food Industry], 1963, 16 p. (In Russian).
  9. Detlaf T.A., Vasetskiy S.G., Davydova S.I. Rekomendatsii po srokam polucheniya ikry u osetrovyykh ryb posle gifofizarnoy in'ektsii [Recommendations on the timing of obtaining eggs from sturgeon fish after pituitary injection]. Moscow: Glavrybvod [Glav Basin Department of Fisheries and Conservation of Water Biological Resources] Publ., 1965, 14 p. (In Russian).
  10. Lange N.O., Dmitrieva E.N. Metodika ekologo-morfologicheskikh issledovaniy razvitiya molodi ryb [Methodology of ecological and morphological studies of the development of juvenile fish]. In: *Issledovaniya razmnozheniya i razvitiya ryb : metodicheskoe posobie* [Study of fish reproduction and development. Guidebook]. Moscow: Nauka [Science], 1981, pp. 67–88. (In Russian).
  11. Sbornik instruktsiy i normativno-metodicheskikh ukazaniy po promyshlennomu razvedeniyu osetrovyykh ryb v Kaspiyskom i Azovskom basseynakh [Collection of regulatory and procedural guidelines on commercial cultivation of sturgeon fish species in the Caspian and Azov Basins]. Zh.I. Abramova, K.B. Avetisov, M.K. Askerov, L.V. Badenko, S.V. Blokhin (Eds.). Moscow: VNIRO Publ., Glavrybvod [Glav Basin Department of Fisheries and Conservation of Water Biological Resources] Publ., 1986, 273 p. (In Russian).
  12. Prikaz Ministerstva sel'skogo khozyaystva Rossiyskoy Federatsii ot 30 yanvarya 2015 g. N 25 "Ob utverzhdenii Metodiki rascheta ob"ema dobychi (vylova) vodnykh biologicheskikh resursov, neobkhodimogo dlya obespecheniya sokhraneniya vodnykh biologicheskikh resursov i obespecheniya deyatel'nosti rybovodnykh khozyaystv, pri osushchestvlenii rybolovstva v tselyakh akvakul'tury (rybovodstva)" [Order of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation dated January 30, 2015 No. 25. "On approval of the methodology for

- calculating the volume of extraction (catch) of aquatic biological resources necessary to ensure the conservation of aquatic biological resources and ensure the operation of fish farms when fishing for aquaculture (artificial reproduction)”. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/420253563> (accessed 03.05.2022). (In Russian).
13. Gorbacheva L.T., Gorbenko E.V., Panchenko M.G., Vorobyeva O.A., Pavlyuk A.A. K voprosu razvitiya iskusstvennogo vosproizvodstva azovskikh osetrovyykh v svyazi so 150-letiem osetrovodstva Rossii [On the development of Azov sturgeon breeding on the occasion of the 150<sup>th</sup> anniversary of sturgeon culture in Russia]. *Vodnye bioresursy i sreda obitaniya [Aquatic Bioresources & Environment]*, 2020, vol. 3, no. 4, pp. 111–119. doi: 10.47921/2619-1024\_2020\_3\_4\_111. (In Russian).
  14. Metody rybokhozyaystvennykh i prirodookhrannykh issledovaniy v Azovo-Chernomorskom bassejne : sbornik nauchno-metodicheskikh rabot [Methods of fishery and nature protection research in the Azov-Black Sea Basin. Collection of research and methodological works]. S.P. Volovik, I.G. Korpakova (Eds.). Krasnodar: AzNIIRKH Publ., Prosveshchenie-Yug [Awareness-South], 2005, 351 p. (In Russian).
  15. GOST 7636-85 Ryba, morskije mlekipitayushchie, morskije bespozvonochnye i produkty ikh pererabotki. Metody analiza [State Standard 7636-85 Fish, marine mammals, invertebrates and products of their processing. Methods of analysis]. Moscow: Standartinform [Russian Scientific and Technical Centre for Information on Standardization, Metrology and Conformity Assessment] Publ., 2010, pp. 38–123. (In Russian).
  16. Lowry O.H., Rosebrough N.J., Farr A.L., Randall R.J. Protein measurement with the Folin phenol reagent. *The Journal of Biological Chemistry*, 1951, vol. 193, no. 1, pp. 265–270.
  17. Tevyashova O.E. Sbor i obrabotka zooplanktona v rybovodnykh vodoemakh (s opredelitelem osnovnykh presnovodnykh vidov) : metodicheskoe rukovodstvo [Collection and processing of zooplankton in fish breeding reservoirs (with a definition of the main freshwater species). Methodological guide]. Rostov-on-Don: AzNIIRKH Publ., 2009, 83 p. (In Russian).
  18. Lipin A.N. Presnye vody i ikh zhizn' [Fresh waters and their life]. Moscow: Gosudarstvennoe uchebno-pedagogicheskoe izdatel'stvo [State Publishing House of Student and Pedagogical Literature], 1950, 347 p. (In Russian).
  19. Zhadin V.I. Metody gidrobiologicheskikh issledovaniy [Methods of hydrobiological research]. Moscow: Vysshaya shkola [Higher School], 1960, 189 p. (In Russian).
  20. Unifitsirovannye metody analiza vod SSSR [Unified methods for the analysis of waters of the USSR]. G.G. Dobroumova (Ed.). Leningrad: Gidrometeoizdat [Hydrometeorological Publishing House], 1981, 350 p. (In Russian).
  21. Unifitsirovannye metody analiza vod SSSR [Unified methods for the analysis of waters of the USSR]. Yu.Yu. Lurye (Ed.). Moscow: Khimiya [Chemistry], 1973, 212 p. (In Russian).
  22. Chebanov M.S., Galich E.V., Chmyr Yu.N. Rukovodstvo po razvedeniyu i vyrashchivaniyu osetrovyykh ryb [A handbook on breeding and rearing sturgeons]. Moscow: Rossiyskiy nauchno-issledovatel'skiy institut informatsii i tekhniko-ekonomicheskikh issledovaniy po inzhenerno-tekhnicheskomu obespecheniyu agropromyshlennogo kompleksa [Russian Research Institute of Information and Technical and Economic Studies on Engineering and Technical Provision of Agro-Industrial Complex] Publ., 2004, 148 p. (In Russian).
  23. Dosaeva V.G., Kirillov D.E. Ob usloviyakh soderzhaniya proizvoditeley osetrovyykh vidov ryb v zimniy period [On the conditions of the manufacturers sturgeon species in winter]. In: *Bioraznობრძიე, ratsional'noe ispol'zovanie biologicheskikh resursov i biotekhnologii : materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy onlayn-konferentsii (g. Astrakhan', 8 dekabrya 2020 g.) [Biodiversity, rational use of biological resources and biotechnology. Proceedings of the International Scientific and Practical Online Conference (Astrakhan, 8 December, 2020)]*. Astrakhan: Astrakhanskiy gosudarstvennyy universitet [Astrakhan State University] Publ., Izdatel'skiy dom “Astrakhanskiy universitet” [Publishing House “Astrakhan University”], 2021, pp. 187–192. (In Russian).
  24. Bubunets E.V., Zhigin A.V., Labenets A.V. Vliyanie termicheskikh usloviy zimovki proizvoditeley na prodolzhitel'nost' inkubatsii ikry i vyderzhivaniya predlichinok osetrovyykh ryb [The impact of thermal conditions of wintering of spawners on duration of spawn incubation and exposition of yolk sac larva of sturgeon fish]. *Rossiyskaya sel'skokhozyaystvennaya nauka [Russian Agricultural Sciences]*, 2020, no. 6, pp. 54–58. doi: 10.31857/S2500262720060137. (In Russian).
  25. Goncharov B.F., Skoblina M.N., Trubnikova O.B., Chebanov M.S. Influence of temperature on the sterlet (*Acipenser ruthenus* L.) ovarian follicles state. In: *Biology, conservation and sustainable development of sturgeons*. Berlin: Springer-Verlag, 2009, pp. 205–214. doi: 10.1007/978-1-4020-8437-9\_1.
  26. Chebanov M.S., Galich E.V. Sturgeon hatchery manual. *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper*, 2013, issue 558, 338 p.
  27. Badenko L.V., Dorosheva N.G., Kornienko G.G., Chikhacheva V.P. Ekologo-fiziologicheskie osnovy povysheniya effektivnosti zavodskogo razvedeniya azovskikh osetrovyykh [Ecological and physiological bases for increasing the efficiency of farm cultivation



- of the sturgeons of the Sea of Azov]. In: *Vospriizvodstvo rybnikh zapasov Kaspiyskogo i Azovskogo morey : sbornik nauchnykh trudov [Replenishment of the fish stocks in the Caspian Sea and the Sea of Azov. Collection of research papers]*. Moscow: VNIRO Publ., 1984, pp. 88–101. (In Russian).
28. Kornienko G.G., Lozhichevskaya T.V., Rekov Yu.I. Polovoe sozrevanie azovskogo osetra [Maturation of the Russian sturgeon in the Azov Sea]. *Rybnoe khozyaystvo [Fisheries]*, 1988, no. 3, pp. 38–40. (In Russian).
29. Lukyanenko V.I., Kasimov R.Yu., Kokoza A.A. Vozrastno-vesovoy standart zavodskoy molodi kaspiyskikh osetrovnykh [The age and weight standard of the hatchery produced Caspian sturgeon juveniles]. Volgograd: Institut biologii vnutrennikh vod Akademii nauk SSSR [Institute for Biology of Inland Waters of the USSR Academy of Sciences] Publ., 1987, 229 p. (In Russian).
30. Gorbacheva L.T., Savelyeva E.A., Golovanenko L.F. Sovremennoe sostoyanie i perspektivy povysheniya effektivnosti osetrovodstva v Azovskom basseyne. Biologicheskie osnovy osetrovodstva [The current state and prospects of improving the efficiency of sturgeon cultivation in the Azov Sea Basin. Biological principles of sturgeon cultivation]. Moscow: Nauka [Science], 1983, pp. 223–233. (In Russian).
31. Zagrebina O.N., Alymov Yu.V., Blinkov B.V., Alieva N.M. Zavisimost' kachestva molodi osetra ot srokov zarybleniya vyrostnykh prudov rybovodnykh zavodov del'ty r. Volga [The dependence of the quality of sturgeon juveniles on the timing of stocking the rearing ponds of the fish hatcheries in the Volga River delta]. In: *Innovatsionnye tekhnologii akvakul'tury : tezisy dokladov (g. Rostov-na-Donu, 21–22 sentyabrya 2009 g.) [Innovative technologies of aquaculture. Abstracts (Rostov-on-Don, 21–22 September, 2009)]*. Rostov-on-Don: Federal'nyy issledovatel'skiy tsentr Yuzhnogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk [Federal Research Centre The Southern Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences] Publ., 2009, pp. 50–52. (In Russian).
32. Gorbenko E.V., Burtasovskaya L.A., Panchenko M.G., Vorobyeva O.A., Pavlyuk A.A. K voprosu o vyrashchivani molodi russkogo osetra (*Acipenser gueldenstaedtii*) v prudah raznykh srokov ekspluatatsii na ORZ Nizhnego Dona [More on the question of young Russian sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii*) in ponds maintained at fish farms in the Lower Don]. In: *Voprosy sokhraneniya bioraznoobraziya vodnykh ob"ektov : materialy Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii (g. Rostov-na-Donu, 27 noyabrya 2015 g.) [Some problems of biodiversity conservation of aquatic biocenoses. Proceedings of the International Conference (Rostov-on-Don, 27 November, 2015)]*. Rostov-on-Don: AzNIIRKH Publ., 2015, pp. 75–79. (In Russian).

Поступила 27.04.2022

Принята к печати 22.06.2022