

МАТЕРИАЛЫ ПО ОЦЕНКЕ ВКЛАДА ВОСПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ АЗОВСКОГО БАСЕЙНА В ПОПОЛНЕНИЕ ПРИРОДНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ ОСЕТРОВЫХ ВИДОВ РЫБ

Л. А. Бугаев, Н. А. небесихина, А. В. Мирзоян, А. В. Войкина

*Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»),
Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»), Ростов-на-Дону 344002, Россия
E-mail: bugaevla@azniirkh.vniro.ru*

Аннотация. В ходе многолетних исследований изучен вклад отдельных осетровых рыбодоводных заводов (ОРЗ) в пополнение численности популяции осетровых видов рыб Азово-Черноморского бассейна. Для этого были проанализированы генотипы заводских производителей русского осетра и севрюги и выловленной в естественных водоемах молоди осетровых рыб, проведено их сопоставление на предмет родства. Выявлено, что частота встречаемости молоди, являющейся потомством заводских производителей, не коррелирует с объемами выпуска молоди конкретными воспроизводственными предприятиями. Наибольшую долю из проанализированной молоди русского осетра составляли потомки рыб с ОРЗ «Донской» (77 %), потомки рыб с Темрюкского ОРЗ составляли 20 %, с Гривенского ОРЗ — 3 %. Среди молоди севрюги доля потомков производителей с ОРЗ «Донской» составляла 37 %, с Гривенского ОРЗ — 61 %, с Темрюкского ОРЗ — 2 %.

Ключевые слова: русский осетр, севрюга, митохондриальная ДНК, гаплотип, генотипирование

ESTIMATED CONTRIBUTION OF THE BREEDING FACILITIES OF THE AZOV SEA BASIN INTO THE RECRUITMENT OF THE NATURAL POPULATIONS OF THE STURGEON SPECIES

L. A. Bugaev, N. A. Nebesikhina, A. V. Mirzoyan, A. V. Voykina

*Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (FSBSI "VNIRO"),
Azov-Black Sea Branch of the FSBSI "VNIRO" ("AzNIIRKH"), Rostov-on-Don 344002, Russia
E-mail: bugaevla@azniirkh.vniro.ru*

Abstract. Over the course of long-term studies, the contribution of some sturgeon hatcheries into the population abundance of the sturgeon species in the Azov and Black Sea Basin has been investigated. For this purpose, the genotypes of the Russian sturgeon and starry sturgeon breeders from the hatchery broodstocks have been analyzed and compared with the sturgeon juveniles caught in the natural water bodies to identify their relation. It has been found out that the frequency of occurrence of the juveniles spawned by the breeders from the hatchery broodstocks does not correlate with the number of juveniles released by the corresponding breeding facility. The largest share of the investigated Russian sturgeon juveniles originated from the breeders from the Don Sturgeon Hatchery (77 %); the offspring of the breeders from the Temryuk Sturgeon Hatchery comprised 20 % of the total number, and 3 % of the juveniles originated from the Grivensk Sturgeon Hatchery. Out of the investigated starry sturgeon juveniles, the share of the offspring was 37 % for the Don Sturgeon Hatchery, 61 % for the Grivensk Sturgeon Hatchery, and 2 % for the Temryuk Sturgeon Hatchery.

Keywords: Russian sturgeon, starry sturgeon, mitochondrial DNA, haplotype, genetic typing

ВВЕДЕНИЕ

Исторически осетровые виды рыб — азовская белуга (*Huso huso*), осетр русский (*Acipenser gueldenstaedtii*), севрюга (*Acipenser stellatus*), шип (*Acipenser nudiiventris*) и стерлядь (*Acipenser ruthenus*) являлись своеобразной визитной карточкой Азовского моря. Промысловое значение имели все виды, кроме шипа. После зарегулирования стока рек Дон и Кубань произошло полное или существенное снижение возможностей доступа рыб к естественным нерестилищам на этих водотоках. Единственной альтернативой сохранения, пополнения и восстановления популяций азовских осетровых рыб является искусственное воспроизводство на ОРЗ в масштабах, учитывающих кормовую приемную мощность естественного водоема. Общий объем выпуска молоди осетровых рыб воспроизводственными предприятиями в 80-х гг. XX века в Азовском бассейне достигал почти 30 млн экз. [1, 2].

В настоящее время на бассейне функционирует более 10 воспроизводственных осетровых предприятий, осуществляющих искусственное воспроизводство молоди в рамках государственного задания или компенсационных мероприятий. Наибольшие воспроизводственные мощности имеют 4 государственных осетровых рыбоводных завода, входящие в структуру ФГБУ «Главрыбвод»: 3 — в Азово-Кубанском районе (Гривенский, Темрюкский и Ачуевский ОРЗ) и 1 — в Азово-Донском районе (Донской ОРЗ).

Все осетровые рыбоводные заводы Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна на текущий момент используют в воспроизводственном процессе производителей из РМС, выращенных от икры. Это в существенной мере сказывается на рыбоводных характеристиках рыб, количестве и качестве получаемой от этих производителей молоди. В этой связи, объемы выпускаемой в природные водоемы молоди осетровых рыб разных видов существенно варьируют по годам. Количество выпущенной молоди русского осетра колеблется от 2 млн экз. в 2009 г. до более 6 млн экз. в 2016 и 2020 гг.; молоди севрюги — от 0,1 млн экз. в 2009 г. до 1,1 млн экз. в 2022 г. (в 2010 г. выпуск молоди севрюги полностью отсутствовал). Начиная с 2019 г., объем выпуска молоди севрюги колебался в пределах 1 млн экз. В 2017 и в 2019–2022 гг. в р. Дон было выпущено незначительное количество молоди белуги: в совокупности за все эти годы 0,65 млн экз. [2] (рис. 1).

Учитывая важность искусственного воспроизводства осетровых видов рыб в Азово-Черноморском бассейне для поддержания природных популяций этих видов рыб, сложность и финансовую затратность рыбоводно-технологического процесса, различия производственных мощностей осетровых заво-

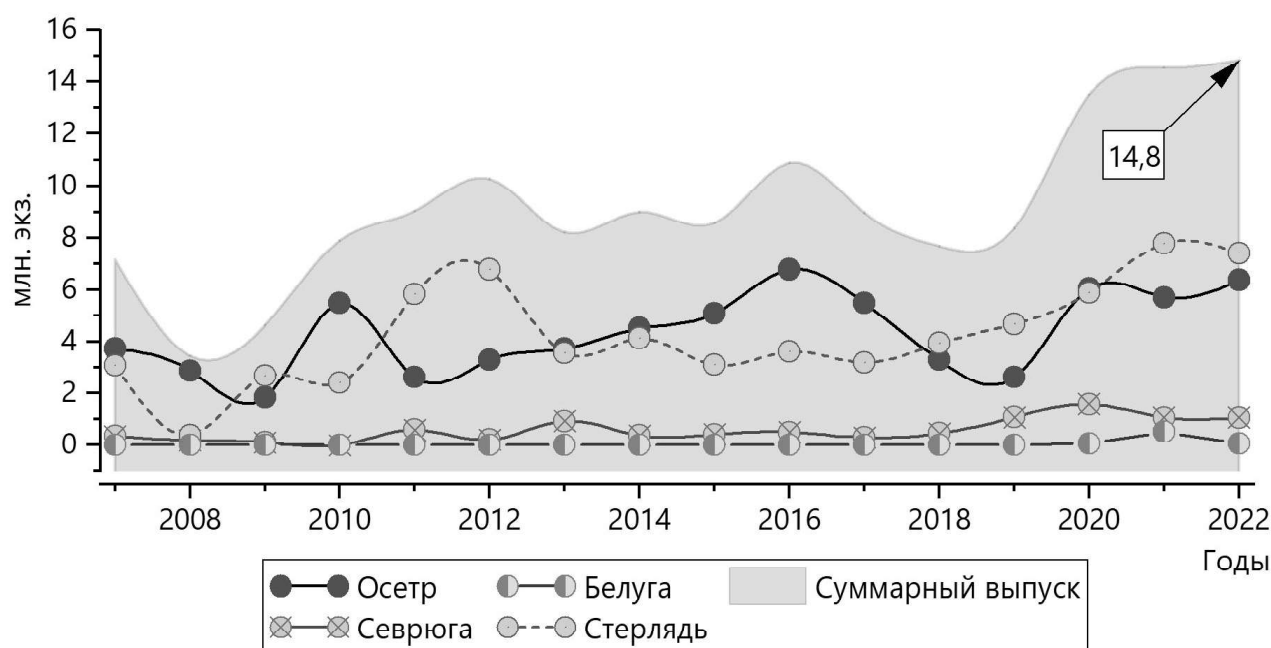


Рис. 1. Объемы выпуска молоди осетровых видов рыб воспроизводственными предприятиями ФГБУ «Главрыбвод» в Азовском бассейне в период 2007–2022 гг.

дов, возникает необходимость оценки вклада каждого ОРЗ в общий бассейновый объем выпуска молоди. Единственные на сегодняшний день методы, позволяющие получить информацию о происхождении обитающих в природных водоемах Азово-Черноморского бассейна осетровых рыб, относятся к молекулярной генетике и основываются на анализе митохондриальной и ядерной ДНК [3, 4]. С этой целью проводится сопоставление генотипов вылавливаемой в море молоди рыб и производителей с конкретных ОРЗ.

Высокое аллельное разнообразие микросателлитных локусов позволяет с их помощью идентифицировать потомство конкретных родителей не только в первом, но и в последующих поколениях [4–7].

Целью настоящего исследования являлась оценка вклада рыбоводных предприятий в искусственное воспроизводство осетровых видов рыб на основе сравнительного анализа генотипов, выловленных в природных водоемах разновозрастных рыб и производителей русского осетра и севрюги из РМС предприятий Главрыбвода.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Сбор материала от молоди русского осетра и севрюги осуществлялся в бассейне Черного и Азовского морей в период 2017–2022 гг. в ходе проведения научно-исследовательских рейсов и при анализе промысловых уловов береговых бригад на территории Ростовской области и Краснодарского края.

Выделение ДНК из плавников проводили методом абсорбции на колонках (PALL) [8]. STR-генотипирование проводили по 5 микросателлитным локусам (Afug41, Afug51, An20, AoxD161 и AoxD165) [9–11]. Анализ полиморфизма участка мт-ДНК D-loop проводили с использованием праймеров: DL651 и AHR [3].

Для установления происхождения молоди осетровых видов рыб анализировались данные микросателлитного профиля и митохондриального гаплотипа у производителей, участвовавших в рыбоводном процессе в 2017–2022 гг. на ОРЗ Азово-Черноморского и Азово-Донского филиалов ФГБУ «Главрыбвод».

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Государственные воспроизводственные предприятия существенно различаются по своим техническим характеристикам, численности ремонтного и маточного стада осетровых видов рыб, условиям содержания производителей в прудах и т. д. [12]. На рис. 2 представлена информация по объемам выпуска молоди русского осетра и севрюги отдельными осетровыми рыбоводными заводами в период 2017–2022 гг. На Гривенском ОРЗ в период 2018–2022 гг. отмечены относительно стабильные результаты по объемам выпуска молоди русского осетра и севрюги, хотя различия объемов по годам могли достигать двукратных величин. На Донском ОРЗ в эти годы наблюдался последовательный рост объемов выпуска молоди русского осетра со снижением объемов в 2022 г. и снижением объемов выпуска молоди севрюги в 2021–2022 гг. На Темрюкском ОРЗ с 2018 г. отмечен последовательный спад объемов выпуска молоди русского осетра, а объем выпуска молоди севрюги в течение всего периода наблюдения колебался от 0,05 до 0,13 млн экз. На Ачуевском ОРЗ, в связи с отсутствием возможности содержать собственное РМС, выращивание и выпуск молоди русского осетра осуществлялись за счет закупки молоди и оплодотворенной икры с Темрюкского ОРЗ [12].

Суммируя вклад ОРЗ в пополнение природных популяций русского осетра и севрюги, можно отметить, что наиболее производительным по объемам выпуска является Донской ОРЗ, выпускающий молодь в р. Дон примерно в 200 км от устья реки. На долю этого завода приходится более 50 % всего объема выпуска молоди русского осетра и около 53 % молоди севрюги. Вторым предприятием по значимости объемов выпуска молоди следует Гривенский ОРЗ (рис. 3).

Оценка реального вклада рыбоводных воспроизводственных предприятий с учетом не только объемов выпуска молоди, но и частоты встречаемости этой молоди в природных водоемах может быть дана при сопоставлении данных генотипов производителей русского осетра и севрюги (самок и самцов), участвовавших в нерестовых кампаниях 2017–2022 гг., и генотипов молоди с последующей привязкой молоди к конкретному производителю.

Для установления происхождения молоди осетровых видов рыб анализировались данные микросателлитного профиля и митохондриального гаплотипа у производителей, участвовавших в рыбоводном

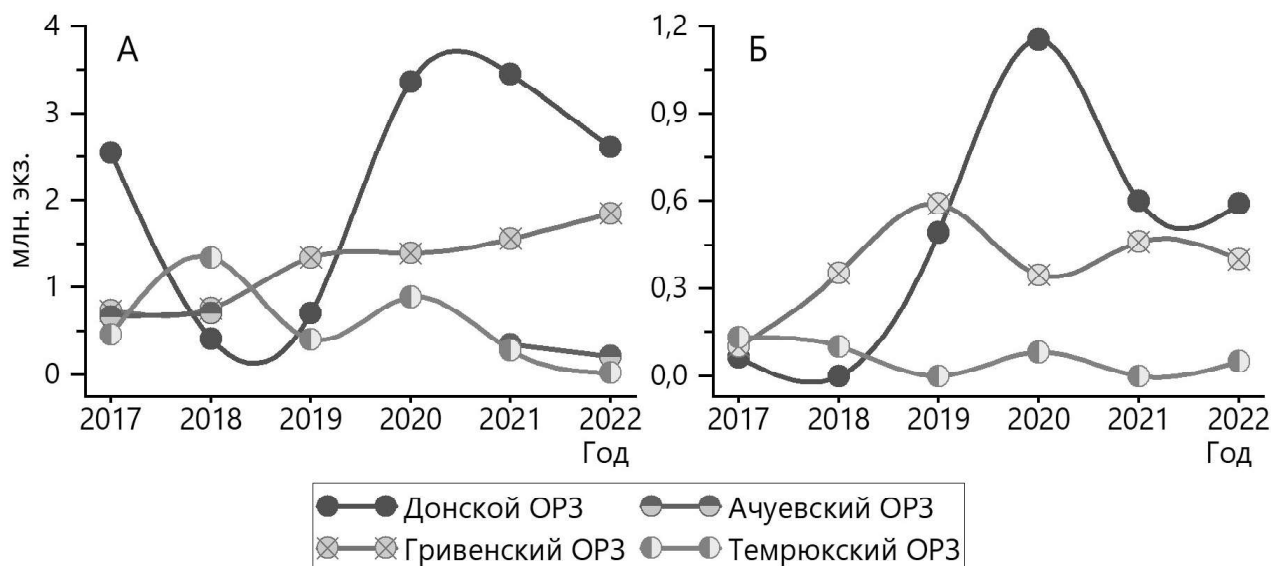


Рис. 2. Объемы выпуска молоди осетровых видов рыб в Азовском бассейне ОРЗ ФГБУ «Главрыбвод» в период 2017–2022 гг.: А — русский осетр, Б — севрюга

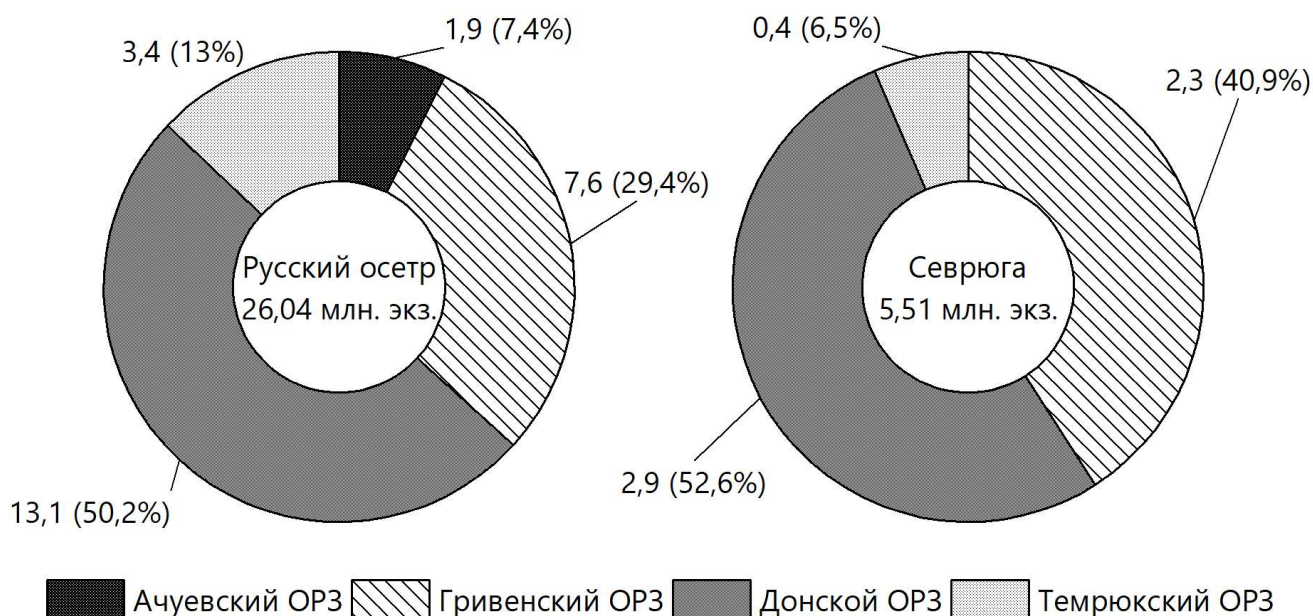


Рис. 3. Соотношения объемов выпуска молоди русского осетра и севрюги воспроизводственными предприятиями в период 2017–2022 гг., млн экз.

процессе. В ходе проведения осенних бонитировок и во время нерестовых кампаний проводился отбор и последующее генотипирование ДНК-содержащего материала производителей из РМС. Наибольшее количество генотипов в период 2017–2022 гг. было определено для рыб с Донского ОРЗ. Остальные заводы в данный период по разным причинам были обследованы значительно меньше (рис. 4). Отметим, что количество обследованных на конкретном предприятии производителей не зависело от фактической численности РМС завода.

В 2017 г. осуществлялся мониторинг ската молоди осетровых видов рыб в Азово-Донском районе. В процессе ловов закидным неводом и мальковой волокушей было учтено 12 экз. молоди русского осетра

(рис. 5). Анализ микросателлитных профилей позволил установить, что вся молодь являлась потомством производителей с Донского ОРЗ, который осуществляет выпуски в р. Дон ниже Кочетовского гидроузла.

В течение 2018 г. было выловлено 32 экз. молоди русского осетра. Из указанного количества 20 экз. были определены как потомство самок с Донского ОРЗ, 12 особей, выловленных в южных акваториях Азовского моря, являлись потомством производителей с Темрюкского ОРЗ. Молодь с Гривенского и Ачуевского ОРЗ в уловах не отмечалась. Также было учтено 9 экз. сеголеток севрюги: все обследованные особи были потомками производителей с Гривенского ОРЗ.

В 2019 г. вся молодь русского осетра была выловлена ставными неводами в прибрежной зоне Азовского моря. Были проанализированы 14 экз. молоди русского осетра; из них 10 экз. являлись потомка-

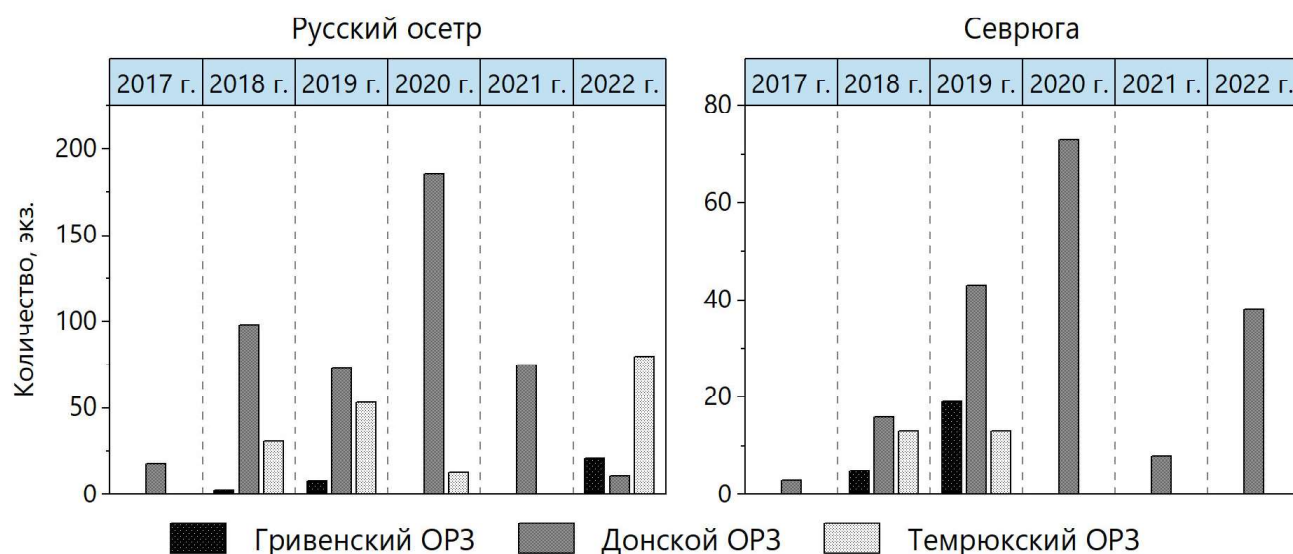


Рис. 4. Количество прогенотипированных производителей из РМС осетровых рыбозводных заводов Азово-Черноморского и Азово-Донского филиалов ФГБУ «Главрыбвод» в период 2017–2022 гг.

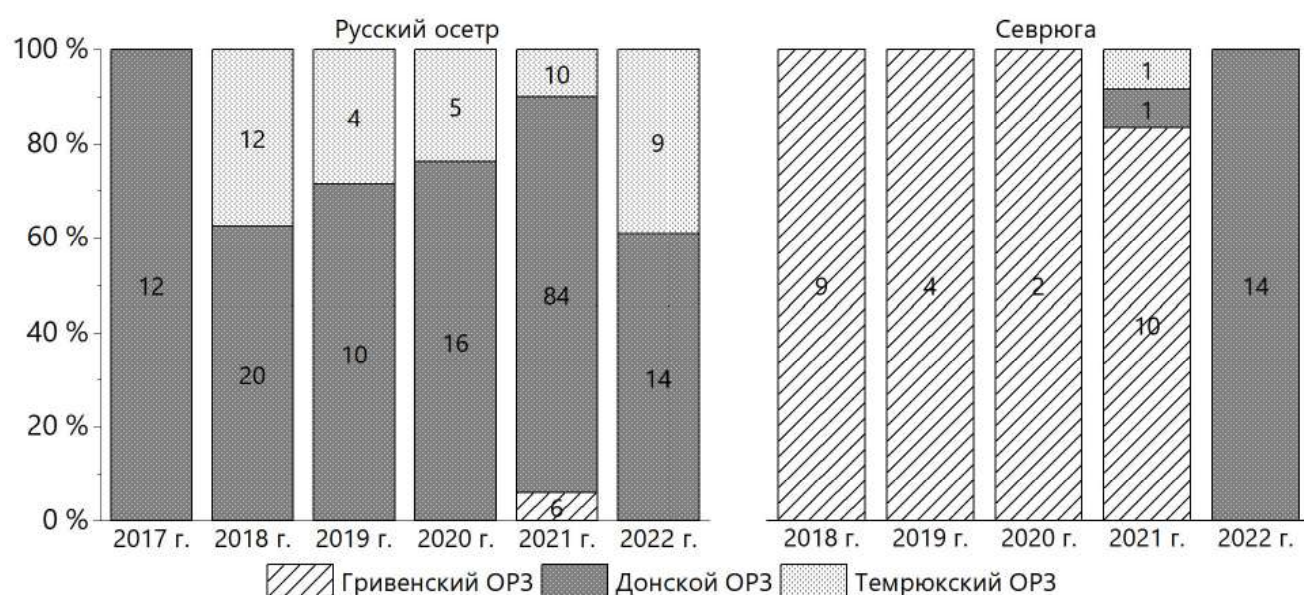


Рис. 5. Количество прогенотипированной молоди русского осетра и севрюги в период 2017–2022 гг.

ми рыб с Донского ОРЗ, 4 экз. — с Темрюкского ОРЗ. В течение текущего года было проанализировано 4 экз. молоди севрюги. Все особи были потомками производителей с Гривенского ОРЗ.

В 2020 г. в бассейне Азовского моря был выловлен 21 экз. молоди русского осетра. Из них как потомки производителей с Донского ОРЗ идентифицированы 16 экз., 5 экз. как потомки рыб с Темрюкского ОРЗ. Из 2 экз. выловленной и обследованной молоди севрюги все приписывались к производителям из РМС Гривенского ОРЗ.

По результатам исследований 2021 г. было проанализировано 100 экз. молоди русского осетра и 12 экз. молоди севрюги. Из этого количества к потомкам производителей русского осетра с Донского ОРЗ относились 84 экз., к потомкам рыб с Гривенского ОРЗ — 6 экз., к потомкам рыб с Темрюкского ОРЗ — 10 экз. Среди проанализированных особей севрюги 10 экз. являлись потомками производителей с Гривенского ОРЗ, по 1 экз. рыб относились к потомкам производителей с Донского и Темрюкского ОРЗ.

В 2022 г. было проанализировано на происхождение 23 экз. молоди русского осетра, из которых 14 экз. являлись потомками рыб с Донского ОРЗ, 9 экз. — с Темрюкского ОРЗ. Из 14 особей севрюги, проанализированных в текущем году, все особи имели происхождение от рыб с Донского ОРЗ.

Обобщая полученные данные по идентификации происхождения выловленной молоди осетровых рыб в период 2017–2022 гг., можно заключить, что наибольшую долю проанализированных особей русского осетра составляли потомки рыб с Донского ОРЗ (77 %), потомки рыб с Темрюкского завода составили 20 %, с Гривенского ОРЗ — 3 %. Среди молоди севрюги доля потомков производителей с Донского ОРЗ составила 37 %, с Гривенского ОРЗ — 61 %, с Темрюкского — 2 %.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ полученных данных по объемам фактического выпуска молоди русского осетра и севрюги воспроизводственными предприятиями Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна и соотношению объема выпуска с частотой встречаемости потомства от производителей предприятий показал отсутствие корреляции показателей в случае оценки результатов в привязке к конкретному году. Например, несмотря на заметные объемы выпуска молоди севрюги Донским ОРЗ в 2019–2020 гг., молодь с данного предприятия в море в 2019–2020 гг. не была учтена ни разу; проанализированные в 2021 и 2022 гг. особи севрюги с ДОЗ были выловлены исключительно в русловой или устьевой части р. Дон. Значительные объемы выпуска молоди русского осетра Гривенским ОРЗ также не находили отражение в соответствующей доле учтенной молоди.

Совокупная статистика за 6 лет, показывает соответствие выявленной доли молоди в приписке к конкретному ОРЗ и доле этого предприятия в общесбассейновом объеме выпуска русского осетра и севрюги (рис. 3). При этом особенности отбора биологического материала в течение отдельного года как на заводах, так и в природных водоемах были нивелированы многолетними данными, в т. ч. за счет исследования молодых рыб возраста 2+–4+.

Предполагаем, что полученные в ходе исследований оценки встречаемости молоди осетровых рыб скорее всего являются смещенными, не отражающими полностью соотношение рыб в привязке к производителям воспроизводственных предприятий по причине ряда факторов: это неполный охват акваторий, где может встречаться молодь осетровых, а также пока еще не полное генотипирование производителей из РМС воспроизводственных предприятий вследствие созревания впервые нерестующих производителей, полученных на заводах от икры. По причине последнего в уловах могут встречаться молодые особи русского осетра и севрюги, происхождение которых установить пока не получается.

Для повышения точности результатов исследования вклада воспроизводственных предприятий в пополнение природных популяций русского осетра и севрюги требуется решение ряда задач.

Во-первых, необходимо увеличение охвата исследуемых акваторий, включающие как пресноводные водоемы, где может концентрироваться скатывающаяся молодь, прибрежные акватории вдоль всего восточного побережья Азовского моря, где рассредоточивается молодь, выпущенная с ОРЗ Азово-Кубанского района непосредственно после ската в море, так и открытые акватории моря для учета старшевозрастной молоди.

Во-вторых, необходимо массовое, проводимое на постоянной основе, генотипирование всех производителей, участвующих в нерестовых кампаниях всех воспроизводственных предприятий, независимо от формы собственности или ведомственного подчинения.

По мере увеличения числа прогенотипированных производителей из РМС осетровых рыбоводных заводов ФГБУ «Главрыбвод» и иных предприятий точность оценок вклада каждого воспроизводственного предприятия Азовского бассейна в пополнение природных популяций осетровых видов рыб будет постепенно возрастать и появится возможность объективно оценить качество получаемой на заводах молоди с позиции ее выживания в условиях природных водоемов, миграционных предпочтений, возраста вступления в половую зрелость и других факторов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Павлюк А.А., Горбенко Е.В., Панченко М.Г. Результаты искусственного воспроизводства русского осетра в Азово-Донском районе в 2017–2018 гг. // Труды АзНИИРХ. Ростов-н/Д.: Изд-во АзНИИРХ, 2019. Т. 2. С. 184–188.
2. Павлюк А.А., Горбенко Е.В. Современные проблемы искусственного воспроизводства осетровых видов рыб в Азовском бассейне // Сб. тезисов докл. участников пула науч.-практич. конф. / Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского; Керченский государственный морской технологический университет; Луганский национальный университет имени Тараса Шевченко. Керчь: ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет», 2020. С. 220–222. EDN: KPXUUK.
3. Мюге Н.С., Барминцева А.Е., Расторгуев С.М., Мюге В.Н., Барминцев В.А. Полиморфизм контрольного региона митохондриальной ДНК восьми видов осетровых и разработка системы ДНК-идентификации видов // Генетика. 2008. Т. 44, № 7. С. 1–7.
4. Тимошкина Н.Н., Водолажский Д.И., Усатов А.В. Молекулярно-генетические маркеры в исследовании внутри- и межвидового полиморфизма осетровых рыб (*Acipenseriformes*) // Экологическая генетика. 2010. Т. 8, № 1. С. 12–24.
5. Барминцева А.Е., Мюге Н.С. Использование микросателлитных локусов для установления видовой принадлежности осетровых (*Acipenseridae*) и выявления особей гибридного происхождения // Генетика. 2013. Т. 49, № 9. С. 1093–1105.
6. Тимошкина Н.Н., Барминцева А.Е., Усатов А.В., Мюге Н.С. Внутривидовой генетический полиморфизм русского осетра (*Acipenser gueldenstaedtii*) // Генетика. 2009. Т. 45, № 9. С. 1250–1259.
7. Тимошкина Н.Н., небесихина Н.А., Иванова Е.А., Лепешков А.Г., Барминцева А.Е. Микросателлитный полиморфизм природных и domesticiрованных азово-черноморских популяций севрюги *Acipenser stellatus* // Вопросы рыболовства. 2018. Т. 19, № 4. С. 491–499.
8. Ivanova N.V., Dewaard J.R., Hebert P.D.N. An inexpensive, automation-friendly protocol for recovering high-quality DNA: TECHNICAL NOTE // Mol. Ecol. Notes. 2006. Vol. 6, no. 4. Pp. 998–1002.
9. Henderson M.J., Fabrizio M.C. Estimation of summer flounder (*Paralichthys dentatus*) mortality rates using mark-recapture data from a recreational angler-tagging program // Fish. Res. 2014. Vol. 159. Pp. 1–10.
10. Welsh A., Blumberg M., May B. Identification of microsatellite loci in lake sturgeon, *Acipenser fulvescens*, and their variability in green sturgeon, *A. medirostris* // Mol. Ecol. Notes. 2003. Vol. 3. Pp. 47–55.
11. Zane L., Patarnello T., Ludwig A., Fontana F., Congiu L. Isolation and characterization of microsatellite in the Adriatic sturgeon (*Acipenser naccarii*) // Mol. Ecol. Notes. 2002. Vol. 2. Pp. 586–588.
12. Горбенко Е.В., Воробьева О.А., Панченко М.Г., Павлюк А.А. Материалы по использованию производителей из ремонтно-маточных стад для искусственного разведения молоди осетровых видов рыб на осетровых заводах Азовского бассейна в современный период // Матер. Междунар. науч.-практич. конф., посвященной 90-летию Азовского научно-исследовательского института рыбного хозяйства : Актуальные вопросы рыболовства, рыбоводства (аквакультуры) и экологического мониторинга водных экосистем. Ростов-н/Д.: Изд-во АзНИИРХ, 2018. С. 44–49.