

ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ

DOI10.31029/vestdnc90/1

УДК 574.32

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД В УВЕЛИЧЕНИИ ВЫЖИВАЕМОСТИ ОСЕТРОВЫХ РЫБ В ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЯХ

М. Л. Галактионова¹, ORCID: 0000-0002-5819-6224

П. П. Гераскин², ORCID: 0000-0002-8462-3779

В. Б. Ушивцев¹, ORCID: 0000-0003-4305-6111

Т. А. Синицына¹, ORCID: 0000-0003-1402-7071

С. А. Котеньков¹, ORCID: 0000-0003-0462-5553

¹Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Астрахань, Россия,

²Астраханский государственный технический университет, Астрахань, Россия

ECOLOGICAL APPROACH TO ENHANCING STURGEON SURVIVABILITY IN NATURAL ENVIRONMENT

M. L. Galaktionova¹, ORCID: 0000-0002-5819-6224

P. P. Geraskin², ORCID: 0000-0002-8462-3779

V. B. Ushivtsev¹, ORCID: 0000-0003-4305-6111

T. A. Sinitsyna¹, ORCID: 0000-0003-1402-7071

S. A. Kotenkov¹, ORCID: 0000-0003-0462-5553

¹Shirshov Institute of Oceanology of the Russian Academy of Sciences,
Astrakhan, Russia,

²Astrakhan State Technical University, Astrakhan, Russia

Аннотация. Цель данной работы – обоснование и реализация получения фенотипов молоди осетровых с высокой жизнеспособностью для повышения эффективности их искусственного воспроизводства. В работе использовались методы подводных наблюдений. Изучение поведенческих реакций молоди русского осетра в морских условиях легло в основу нового экологического подхода по увеличению выживаемости осетровых рыб в естественной среде. Наблюдения показали, что особенности поведения молоди осетровых можно использовать для повышения ее жизнестойкости. Предлагаемый подход учитывает экологические особенности и основан на фенотипической пластичности осетровых рыб. Используется выявленное в последние годы и описанное в литературе явление влияния оптимальных условий выращивания в раннем онтогенезе на формирование фенотипов с повышенной выживаемостью особей при экстремальных факторах внешней среды. Естественными стимуляторами выступали оптимальная соленость и температура в районе выпуска выращенной на осетровых рыбоводных заводах (ОРЗ) молоди осетровых и обильная кормовая база. Предложение предусматривает реализацию получения фенотипов с повышенной жизнестойкостью, основанную на вывозе молоди в районы моря с высокой кормовой базой, их выпуске в специально оборудованную зону адаптации, в которой создаются условия с высокой плотностью кормовых объектов для рыб с ослабленным инстинктом поиска пищи. В процессе адаптации к условиям морской среды у молоди осетровых происходило формирование устойчивых поведенческих реакций поиска и захвата пищевых объектов из состава бентоса. Методами подводных наблюдений оценивали их состояние и учитывали количество мальков, вышедших в море из этой зоны.

Abstract. The article objective is to determine and represent the obtainment of juvenile sturgeon phenotypes with high survivability in order to increase efficiency of their artificial reproduction. The methods of underwater observation were used in the work. A new ecological approach to enhancing sturgeon survivability in the natural environment is based on studying behavioral responses of juvenile Russian sturgeon in the marine conditions. According to the observations made, the juvenile sturgeon behavior patterns may be used to improve the species survivability. The proposed approach considers ecological features and is based on the sturgeon phenotype flexibility. The approach uses the recently discovered and reported phenomenon of the optimum conditions influencing development of phenotypes with enhanced survivability at early ontogenetic stages. The enhanced survivability is defined as an ability to resist extreme environmental factors. Optimum salinity, temperature in the release area of hatchery-reared juvenile sturgeon, and plentiful feeding were used as natural stimulating agents. The proposed approach implies obtaining the phenotypes with enhanced survivability through juvenile sturgeon transfer to the sea areas with heavy feeding ground, their release in the specially prepared adaptation area with dense food patches for fish with weakened food-seeking instinct. In the course of adaptation to marine conditions juvenile sturgeon developed strong behavioral responses of seeking and catching food items in the benthos. Underwater observations allowed to assess sturgeon state with a possibility to influence their survivability and to record the fingerlings headed out to the sea from this area.

Ключевые слова: молодь осетровых рыб, северо-каспийское мелководье, зона выпуска, подводные наблюдения, поведенческие реакции, фенотипическая пластичность.

Keywords: juvenile sturgeon, North Caspian shallow waters, release area, underwater observations, behavioral responses, phenotypic flexibility.

Введение

Повышение эффективности осетроводства возможно реализовать разными путями. При этом все они имеют одну основу – повышение жизнестойкости рыб, как правило, на ранних стадиях онтогенетического развития. В большинстве случаев это улучшение биотехнологии искусственного воспроизводства [1]. Наши исследования основывались на повышении выживаемости за счет стимуляции внутренних ресурсов организма [2, 3].

Предлагаемая модернизация биотехнологии основана на принципах комплексности экологических и гормональных воздействий: резервирование производителей в среде «критической» солености в соответствии с видоспецифическими преднерестовыми экологическими условиями, последующая физиологически адекватная стимуляция овуляции и получение потомства и его выращивание при экологических условиях, способствующих акселерации. Данный метод управления размножением представлен в виде новых препаратов, способов стимуляции и торможения полового созревания производителей. Торможение полового созревания осуществляется в среде критической солености, что позволяет осуществлять воспроизводство осетровых рыб с разными сроками захода на нерест в оптимальные для воспроизводства сроки.

Стимуляция жизненных ресурсов может осуществляться разными путями: применением искусственных стимуляторов, например, применением лазерно-оптических приборов [2], стимулирующими добавками в корма [4] или естественных факторов абиотической среды [5]. В качестве стимулирующих добавок использовали кормовые ингредиенты из каракатицы, кальмаров и криля, богатые высоконенасыщенными жирными кислотами, способствующими улучшению условий оплодотворения ооцитов и повышению плодовитости. Кроме того, для улучшения репродуктивных показателей красного окуня в качестве источников полиненасыщенных жирных кислот использовали диатомовые водоросли рода *Grammatophora* [4]. Полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК) у рыб не синтезируются, вследствие этого они должны включаться в корма, используемые рыбой, для улучшения качества икры [6]. При этом они дают возможность организму рыб быстро адаптироваться к изменениям факторов внешней среды.

В ранний период онтогенеза важное значение приобретают условия, в которых формируется организм рыб. Это связано с высокой фенотипической изменчивостью рыб, в том числе и осетровых [7, 3]. Она проявляется в различиях темпа роста и формирования организма. У большинства рыб наибольший прирост в массе и длине проявляется в период раннего онтогенеза и может далее закрепляться в онтогенетическом развитии, как это выявлено у кижуча (*Oncorhynchus kisutch*) [8]. Особи, имеющие высокий темп роста, обладают в дальнейшем преимуществом в сравнении с медленно растущими особями. Они лучше выживают за счет большей устойчивости к голоданию и экстремальным условиям окружающей среды [9]. Влияние на скорость роста оказывает внешняя среда, в которой происходит рост и развитие молоди рыб. Так, наибольшее влияние на скорость роста и выживаемость личинок белого осетра (*Acipenser transmontanus*) оказывают температура воды и присутствие субстрата [10]. Отметим при этом, что фенотипическая пластичность рыб может проявляться вне зависимости от вариаций генома и в дальнейшем оказывать влияние на выживаемость особей, которая выражается в конкурентоспособности и способности противостоять экстремальным факторам внешней среды. То есть условия выращивания молоди в раннем онтогенезе определяют и их различия в фенотипе.

Таким образом, увеличение темпа роста в раннем онтогенезе на уровне популяции может сказываться на эффективности искусственного воспроизводства за счет увеличения выживаемости на последующих этапах развития рыб вплоть до достижения половой зрелости вследствие лучшей способности добывать корм, избегать хищников и регулировать водно-солевой баланс организма [11, 12].

Исходя из приведенных выше литературных данных, существенного повышения выживаемости осетровых до стадии половой зрелости и соответственно результативности искусственного воспроизводства можно добиться, используя эффект фенотипической пластичности, свойственный и осетровым рыбам. Одним из признаков этого эффекта является увеличение выживаемости молоди в первые годы жизни. Она, как правило, в этот период жизни невысока.

Более ранние исследования [13] показали достаточно высокую способность к выживанию молоди, выпускаемой из ОРЗ, в условиях Северного Каспия при достаточной обеспеченности кормами. Это подтверждало готовность такой молоди к ее переходу в слабосоленые воды моря, обусловленную сформированностью физиологических систем для адаптации к условиям среды Северного Каспия, примерно через месяц после перехода на активное питание. Обоснованием стали многолетие и всесторонние исследования [14], которые показали формирование важнейших физиологических систем организма. Одной из таких систем является система обеспечения организма кислородом. У молоди к этому возрасту происходит смена гемоглобиновой системы [15], обеспечивающей оптимальное ее функционирование в условиях слабой солености, при полной сформированности жаберного аппарата [16], что позволяет в полной мере снабжать организм кислородом в новой обстановке. Можно добавить и завершение к этому сроку морфологических преобразований [17], в результате которых молодь становится по внешнему виду не отличающейся от половозрелых рыб. Кроме того, полностью сформированными к моменту выпуска в морскую среду становятся нервная и эндокринная системы, играющие важную роль в адаптациях организма к изменениям в среде обитания [14, 17], а также система пищеварения. К тому же необходимо отметить и функциональную зрелость обонятельной системы, которая проявляется в адекватных реакциях на пищевые и химические раздражители [18].

Способность к активному поиску и добыванию пищи, оптимизация условий обитания в Северном Каспии, стимулирующая активность щитовидной железы [19], а значит и обмена веществ [20], позволяют осетровым расти и развиваться более высокими темпами, формировать фенотипы с высокой жизнестойкостью [9]. В последние годы выращенную на ОРЗ молодь осетровых рыб выпускают непосредственно в реку, потери в этом случае существенны [21]. По неопубликованным данным, подводные наблюдения, проводимые нами ранее за скатывающейся молодью русского осетра, показали, что в местах выпуска собиралось большое количество хищников, которые выедали в значительных количествах эту молодь. Сама молодь практически не проявляла реакции на течение, хаотично двигаясь в придонном слое, плохо реагировала на хищников, не проявляя защитного поведения. Это происходило, по всей вероятности, из-за стресса, вызванного разницей температур в реке и выростных прудах. Большие потери численности молоди в реке были присущи и естественной молоди осетровых при их скате [22]. Большое влияние на выживаемость, кроме всего прочего, оказывает обеспеченность рыб кормом, опыт поведенческих реакций при его добыче. Для формирования фенотипов с высокой способностью к выживанию необходимы не только оптимальные условия обитания, но и сформированные поведенческие реакции, в том числе приобретенный опыт поиска кормовых объектов. Скорость образования условных рефлексов, в число которых входят и пищевые, значительно ниже в информационно обедненной среде [14], например, в условиях выращивания в бассейнах. Длительное пребывание мальков в информационно обедненной среде приводит к ухудшению поведенческих реакций, а значит и способности адаптации к различным условиям.

Материалы и методы исследований

Материалом исследования служила молодь русского осетра возрастом 40 суток с момента выклева, выращенная на ОРЗ Астраханской области стандартным методом, готовая к выпуску в естественный водоем. Исследовались поведенческие реакции молоди в естественных условиях путем

прямых подводных наблюдений с помощью легководолазной техники. Изучалось реагирование молоди на различные факторы внешней среды. Для этого применялась видеосъемка, в том числе без присутствия человека. Исследования проводились на специально созданном полигоне, оконтуренном полипропиленовыми ершами высотой 30 см, разделенном на три зоны, что позволяло удерживать молодь осетровых внутри акватории дна полигона (рис. 1). Между зонами и в конце полигона в контуре были небольшие разрывы, благодаря чему молодь имела возможность перемещаться внутри контура и выходить в открытое море. Экспериментальный полигон был оборудован в Северном Каспии, в прибрежной части острова Малый Жемчужный (рис. 2), изобилующем естественными кормами. Молодь русского осетра вывозилась в Северный Каспий на живорыбном судне, оборудованном выпускными шлюзами, и высаживалась в контур в зону «А» (рис. 1, 2).

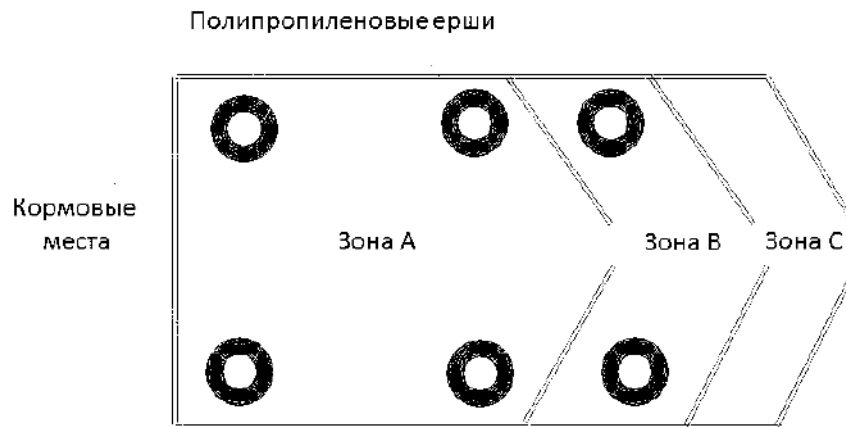


Рис. 1. Полигон для адаптации молоди осетровых рыб к условиям моря (вид сверху)

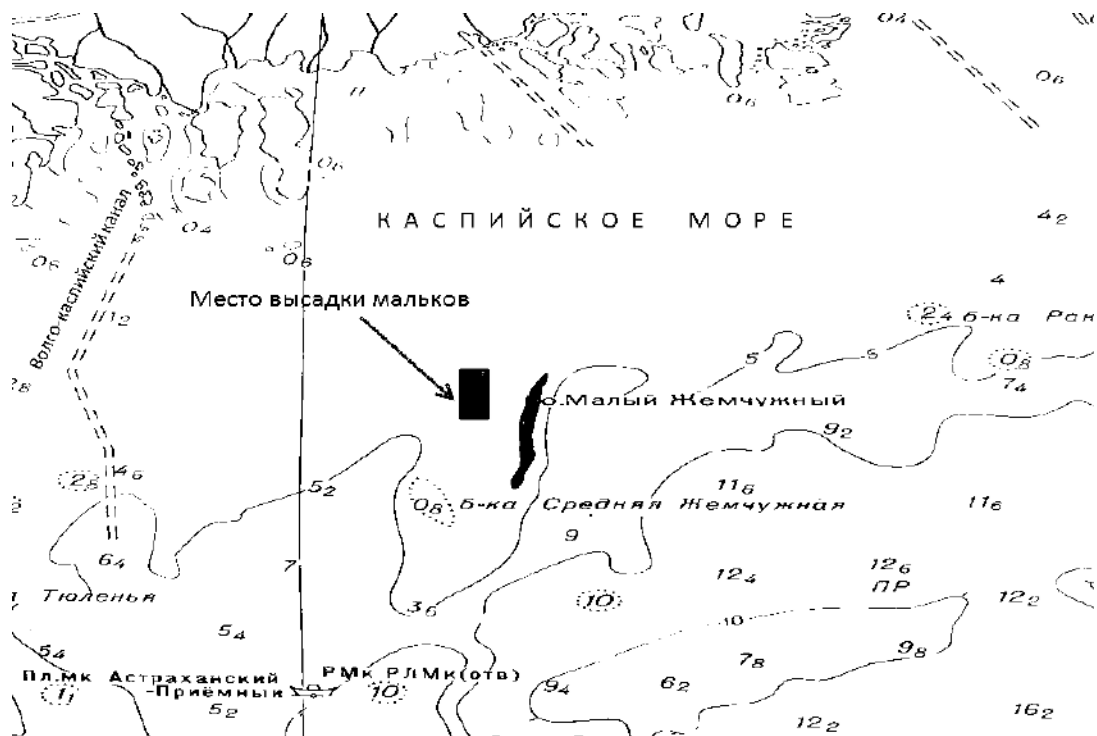


Рис. 2. Район расположения экспериментального полигона

Условия водной среды в период проведения эксперимента соответствовали оптимальным для молоди русского осетра: $t - 22-23^{\circ}\text{C}$, $S - 3,5\text{‰}$, $\text{O}_2 - 7,1 \text{ мг/л}$.

Результаты исследований

Подводные наблюдения показали, что после выпуска из шлюзовых камер молодь, не задерживаясь в пелагиали, быстро опускалась к поверхности дна и далее хаотично двигалась в придонном слое воды. В целом через 20 минут после начала выпуска скопление мальков образовало на дне пятно диаметром более 50 метров. Наиболее активные особи находились на периферии скопления, а центр пятна образовывали более ослабленные рыбы. Передвижение молоди осуществлялось только в придонном слое воды. Через полипропиленовое ограждение полигона молодь не переплывала. Реакция молоди, выпускаемой в морскую среду, на различные раздражители не была одинаковой и различалась поведенческими особенностями. Около 30% выпускаемых в море мальков проявляли высокую активность как в поисках пищи, так и в ответных реакциях на акустические раздражители, исходящие от водолазов. Такие мальки активно двигались в поисках кормовых объектов, захватывали корм с поверхности грунта. На звуковые раздражители реагировали стремительно с возрастающей двигательной активностью, уходя из зоны действия источника. В целом движения этой молоди можно охарактеризовать как адекватные, с четкой реакцией на раздражитель.

Поведенческие проявления другой группы мальков, составляющих около 65% выпускаемой молоди, в течение первого часа после выпуска характеризовались ослабленной реакцией. Мальки слабо реагировали на акустические раздражители, медленно и хаотично плавали у поверхности грунта, не проявляли реакций, характерных для поведения при обнаружении и захвате пищи. Через час адаптации и стимулирующего воздействия солёности на активность щитовидной железы и, соответственно, повышения уровня метаболизма [19, 20] поведенческие реакции молоди изменялись. Хаотичность в плавании исчезала, возрастала активность как в поисках пищи, так и в реакциях на раздражители, что позволяло им достаточно активно осваивать акваторию выпуска. Еще около 5% выпускаемых в море мальков – это ослабленные особи или получившие в процессе перевозки или выпуска из шлюзов различные травмы. Они, как правило, лежали на поверхности грунта, ритмично двигали жаберными крышками и изредка передвигались на небольшие расстояния. Не реагировали на сильные раздражители. Таким образом, только третья часть (30%) от выпускаемой в море молоди показала возможность выживания и высокого темпа роста. Для этого были все основания: оптимальные экологические условия в районе расположения экспериментального полигона [21], высокая обеспеченность этой группы рыб пищей и высокая активность при поиске кормовых объектов.

Для создания условий формирования фенотипов с высокой выживаемостью для второй группы рыб (65%) с менее активными поведенческими реакциями были оборудованы кормовые площадки в двух зонах полигона (рис. 1), которые дополнительно насыщались живыми кормовыми объектами в виде гаммарид. Живые корма собирались в прибрежной части острова Малый Жемчужный, где они обитают в огромных количествах. По мере адаптации этой молоди к новым экологическим условиям и активизации обмена веществ в результате воздействия на них оптимальной солёности и температуры [19–21] молодь начинала активно потреблять пищевые объекты на кормовых площадках с постепенной миграцией в другие зоны и далее в открытые участки моря. Обилие кормовых объектов в сочетании с оптимальными условиями внешней среды позволяли создать необходимый энергетический баланс между пластическим обменом и накоплением энергетических веществ. Это существенно повышает вероятность выживания молоди. Что касается наиболее ослабленных и травмированных особей, то, к сожалению, большая их часть погибала. Лишь отдельные экземпляры адаптировались к морским условиям и начинали потреблять корм.

Заключение

Изучение поведенческих реакций при выпуске молоди русского осетра на полигон, расположенный в районе о. Малый Жемчужный, показало, что около 30% выпущенной молоди проявляли высокую двигательную активность как в поисках корма, так и в реакциях на внешние раздражители. Такая молодь активно питалась, постепенно двигаясь из зоны выпуска экспериментального полигона, через откормочные площадки последующих двух зон, к выходу в открытое пространство моря. Другая часть выпущенной молоди – около 65% нуждалась в адаптации и стимулирующем воздействии солености, активизирующей обменные процессы у этой молоди. Реакции этой молоди на начальном этапе на внешние раздражители были слабыми, как и поисковая активность в отношении кормовых объектов. Данная часть молоди спустя некоторое время адаптировалась к морским условиям и мигрировала к откормочным площадкам, расположенным во второй и третьей зонах полигона, где начинала активно питаться. Небольшая часть выпускаемой молоди – около 5% была очень слабой, а в некоторых случаях травмированной. Большая часть из этой молоди погибала, а оставшая адаптировалась к новым условиям. Благодаря оптимальным условиям внешней среды и высокой обеспеченности кормом были созданы условия для формирования фенотипов с высокой жизнестойкостью. Экологический подход с использованием фенотипической пластичности осетровых на ранних стадиях онтогенеза дает возможность формировать рыб с высоким потенциалом выживания уже на более поздних этапах онтогенеза, что повышает, в конечном счете, эффективность искусственного воспроизводства осетровых.

По результатам этого исследования предлагается осуществить проект по увеличению жизнестойкости молоди осетровых, используя эффект фенотипической пластичности осетровых рыб. На равнинном участке вблизи о. Малый Жемчужный предлагается соорудить адаптационную зону, состоящую из трех участков, оконтуренных полипропиленовыми ершами высотой 30 см, которые удерживают молодь в зоне адаптации. На первом участке, где предполагается производить выпуск молоди, устанавливаются 4 откормочные площадки, на втором участке две аналогичные площадки. Площадки периодически пополняются живыми кормами. Корм собирается в прибрежной зоне острова. В ходе миграции по зонам полигона и до выхода в море молодь адаптируется к условиям среды и приобретает опыт поиска и захвата живых кормов в естественных условиях моря. Выход из полигона направлен в сторону района моря с богатой кормовой базой.

Работа выполнена в рамках госзадания Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН (тема № FMWE-2021 0004).

ЛИТЕРАТУРА

1. Разработка инновационной биотехнологии заводского воспроизводства популяций рыб на основе полносистемных научных исследований / П.Е. Гарлов, Н.М. Аршаница, М.Р. Гребцов, А.А. Стекольников, Б.С. Бугримов // Международный вестник ветеринарии. 2021. № 1. С. 137–148.
2. Лиман М.С., Барулин Н.В. Влияние оптического излучения низкой интенсивности на эмбрионы и личинки радужной форели // Учен. зап. Петрозаводского государственного университета. 2018. № 3 (172). С. 72–80.
3. Effects of rearing temperature on yolk sac volume and growth rate in Lake Sturgeon, *A. fulvescens*, from hatch to age-1 / C. Brandt, L. Groening, C. Klassen, W.G. Anderson // Aquaculture. 2022. Vol. 546. P. 737–752.
4. Reproductive performance of the Pacific red snapper *Lutjanus peru* supplemented with microalgae (*Gracilaria* sp.) / M. Spanopoulou, V. López, J. Pacheco-Vega, J. Estrada-Godinez, S.D. Gonzalez, A. Omont, M. Maldonado-García // Journal of Applied Phycology. 2022. Vol. 34. P. 395–402.
5. Boucher M.A., McAdam S.O., Shrimpton J.M. The effect of temperature and substrate on the growth, development and survival of larval white sturgeon // Aquaculture. 2014. Vol. 430. P. 139–148.
6. Egg diameter as a predictor for egg quality of California yellowtail (*Serioladorsalis*) / K. Stuart, L. Armbruster, R. Johnson, M. Drawbridge // Aquaculture. 2020. Vol. 522. P. 1–6.

7. Auer S. Phenotypic plasticity in adult life-history strategies compensates for poor start in life in Trinidadian guppies (*Poecilia reticulata*) // *Am. Nat.* 2010. Vol. 176. P. 818–829.
8. Growth and behavioural consequences of introgression of a domesticated aquaculture genotype into a native strain of coho salmon // *W.E. Tymchuk, C.B. Biagi, R. Withler, R.H. Devlin* // *Trans. Am. Fish. Soc.* 2006. Vol. 135. P. 442–445.
9. Sogard S.M. Size-selective mortality in the juvenile stage of teleost fisheries: a review *Bull. // Mar. Sci.* 1997. Vol. 60. P. 1129–1157
10. Boucher M.A., McAdam S.O., Shrimpton J.M. The effect of temperature and substrate on the growth, development and survival of larval white sturgeon // *Aquaculture.* 2014. Vol. 430. P. 139–148.
11. McCairns R.J.S., Bernatchez L. Adaptive divergence between freshwater and marine sticklebacks: insights into the role of phenotypic plasticity from an integrated analysis of candidate gene expression // *Evolution.* 2009. Vol. 64. P. 1029–1047.
12. Stobutzki I.C., Bellwood D.R. Sustained swimming abilities of the late pelagic stages of coral reef fishes // *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 1997. Vol. 149. P. 35–41.
13. Левин А.В., Кокоза А.А. Итоги исследований проблемы повышения эффективности осетроводства на Каспии // *Формирование запасов осетровых в условиях комплексного использования водных ресурсов.* Астрахань, 1986. С. 181–184.
14. Лукьяненко В.И., Касимов Р.Ю., Кокоза А.А. Возрастно-весовой стандарт заводской молоди каспийских осетровых. Волгоград: Ин-т биологии внутренних вод, 1984. 229 с.
15. Лукьяненко В.И., Гераскин П.П., Захаров А.Б. Динамика формирования фракционного состава гемоглобина в раннем онтогенезе. Глава VII // *Гетерогенность и полиморфизм гемоглобинов рыб.* СПб.: Наука, 1991. С. 216–268.
16. Тимофеев О.Б. Кровеносная система осетровых на ранних стадиях онтогенеза // *Осетровые СССР и их воспроизводство: Труды ЦНИОРХ.* М.: Пищевая промышленность, 1971. Т. 3. С. 306–316.
17. Яковлева И.В. Гистофизиологическая характеристика преоптикогипофизарной нейросекреторной системы молоди волжского осетра // *Становление эндокринных функций в зародышевом развитии.* М.: Наука, 1966. С. 198–209.
18. Касумян А.О., Кажлаев А.А. Поисковая поведенческая реакция молоди русского осетра и севрюги на пищевые запахи // *Осетровое хозяйство водоемов СССР.* Астрахань, 1989. С. 137–138.
19. Лагунова В.С. Щитовидная железа и нейрогипофиз молоди севрюги в период миграции из реки в море // *Материалы к объединенной сессии ЦНИОРХ и АзНИРХ.* Астрахань, 1971. С. 62–63.
20. Сомкина Н.В., Асланян М.Э. Влияние солености на жизнестойкость и физиологическое состояние севрюги в раннем онтогенезе // *Экологическая физиология рыб / АН СССР, М-во рыбного хоз-ва СССР, Моск. гос. ун-т.* М., 1973. С. 46–47.
21. Комплексный подход к проблеме сохранения и воспроизводства осетровых рыб Каспийского моря / *Г.Г. Матишов, А.А. Кокоза, Г.Ф. Металлов, П.П. Гераскин.* Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2017. 352 с.
22. Лагунова В.С. Миграция осетровых в дельте Волги // *Разработка биологических основ и биотехники развития осетрового хозяйства в водоемах СССР.* Астрахань, 1968. С. 15–17.

Поступила в редакцию 15.09.2023 г.
Принята к печати 28.11.2023 г.

Галактионова Майя Львовна, научный сотрудник, Институт океанологии им. П.П. Ширинова РАН, Каспийский филиал; 414056, г. Астрахань, ул. Савушкина, б, корп. 27; e-mail: caspy@bk.ru

Maya L. Galaktionova, researcher, Shirshov Institute of Oceanology of the Russian Academy of Sciences, Caspian Branch; 27 bldg., 6, Savushkin st., Astrakhan, 414056; e-mail: caspy@bk.ru

Гераскин Петр Петрович, доктор биологических наук, старший научный сотрудник, Астраханский государственный технический университет; 414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 16; e-mail: caspy@bk.ru

Petr P. Geraskin, Doctor of Biology, senior researcher, Astrakhan State Technical University; 16, Tatishchev st., Astrakhan, 414056; e-mail: caspy@bk.ru

Ушивцев Владимир Борисович, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, Институт океанологии им. П.П. Шириова РАН, Каспийский филиал; 414056, г. Астрахань, ул. Савушкина, 6, корп. 27; e-mail: v_ushivtsev@mail.ru

Vladimir B. Ushivtsev, Candidate of Biology, leading researcher, Shirshov Institute of Oceanology of the Russian Academy of Sciences, Caspian Branch; 27 bldg., 6, Savushkin st., Astrakhan, 414056; e-mail: v_ushivtsev@mail.ru

Сеницына Татьяна Александровна, научный сотрудник, Институт океанологии им. П.П. Шириова РАН, Каспийский филиал; 414056, г. Астрахань, ул. Савушкина, 6, корп. 27, e-mail: caspy@bk.ru

Tatjana A. Sinitsyna, researcher, Shirshov Institute of Oceanology of the Russian Academy of Sciences, Caspian Branch; 27 bldg., 6, Savushkin st., Astrakhan, 414056; e-mail: caspy@bk.ru

Котеньков Сергей Анатольевич, кандидат исторических наук, старший научный сотрудник, Институт океанологии им. П.П. Шириова РАН, Каспийский филиал; 414056, г. Астрахань, ул. Савушкина, 6, корп. 27; e-mail: s_kotenkov@mail.ru

Sergey A. Kotenkov, Candidate of History, senior researcher, Shirshov Institute of Oceanology of the Russian Academy of Sciences, Caspian Branch; 27 bldg., 6, Savushkin st., Astrakhan, 414056; e-mail: s_kotenkov@mail.ru