Научные труды Дальрыбвтуза. 2026. Том 77, № 3. С. 137–145.

РЫБНОЕ ХОЗЯЙСТВО, АКВАКУЛЬТУРА И ПРОМЫШЛЕННОЕ РЫБОЛОВСТВО

Научная статья
УДК 639.3 DOI: doi.org/10.48612/dalrybvtuz/2026-77-12 EDN: OVEIAR

Индекс формы желточного мешка предличинок шипа как критерий оценки выживаемости предличинки

Виктория Бекбергенова [1], Юлия Анатольевна Гусева [2], Алексей Алексеевич Васильев [3], Михаил Дмитриевич Качалин [4]

[1] Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону, Россия
[2-4] Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии — МВА имени К. И. Скрябина, Москва, Россия
[1] vveritas18@gmail.com, ORCID: 0000-0001-8595-3545
[2] yuliyguseva@yandex.ru, ORCID 0000-0002-9604-4280
[3] alekseyvasiliev@yandex.ru, ORCID: 0000-0003-0067-7719
[4] kachalinmd@gmail.com, ORCID: 0000-0001-5942-8771

Аннотация. Желточный мешок предличинок осетровых рыб служит единственным источником энергетических и пластических ресурсов вплоть до перехода на экзогенное питание, а его размерная и качественная неоднородность, наряду с темпом линейного роста тела, отражается на жизнеспособности молоди на данном этапе. Цель работы — предложить морфометрический индекс формы желточного мешка (hj/lj) и соотношения тела к желточному мешку (lj/L) в качестве ранних диагностических критериев выживаемости предличинок осетровых на примере шипа (*Acipenser nudiventris*) при выдерживании и переходе на активное питание. Материалом послужили предличинки шипа, исследованные на трёх этапах вылупления (начало, массовый, конец). Измеряли высоту (hj) и длину (lj) желточного мешка, общую длину тела (L) и длину хвостового отдела, рассчитывали индексы hj/lj и lj/L. Установлено, что общая длина тела предличинок достоверно возрастает от начала к концу выклева (с 9,24±0,14 до 9,79±0,21 мм; $p<0,001$), опережающий рост хвостового отдела сопровождается закономерным снижением относительной доли желточного мешка (lj/L снижается с 0,332 до 0,308; $p<0,001$). Среднее значение hj/lj по выборке составило 0,545±0,006 при диапазоне 0,450–0,655; 93,1 % предличинок соответствовали нормативным значениям индекса (0,50–0,69), тогда как 6,9 % особей имели значения ниже 0,50. У предличинок с уплощённым желточным мешком и низкими значениями lj/L документированы сопутствующие морфологические аномалии — деформации желточного мешка разной степени тяжести, укорочение хвостового отдела и краниальные нарушения, вплоть до комплексных полиморфных дефектов с нулевым прогнозом выживания. Полученные результаты рекомендуется использовать при производственном мониторинге качества посадочного материала на предприятиях, занимающихся сохранением и разведением осетровых рыб.

Ключевые слова: шип, *Acipenser nudiventris*, желточный мешок, индекс hj/lj, предличинки, линейный рост, соотношение тела и желтка, аномалии развития, выживаемость, осетровые рыбы

Для цитирования: Бекбергенова В., Гусева Ю. А., Васильев А. А., Качалин М. Д. Индекс формы желточного мешка предличинок шипа как критерий оценки выживаемости предличинки // Научные труды Дальрыбвтуза. 2026. Т. 77, № 3. С. 137–145.

© Бекбергенова В., Гусева Ю. А., Васильев А. А., Качалин М. Д., 2026

Scientific Journal of the Far Eastern State Technical Fisheries University. 2026. Vol. 77, no. 3. P. 137–145.

FISHERIES, AQUACULTURE AND INDUSTRIAL FISHERIES

Original article

Yolk sac shape index of ship sturgeon prelarvae as a criterion for assessing prelarval survival

Victoria Bekbergenova [1], Yulia A. Guseva [2], Alexey A. Vasiliev [3], Mikhail D. Kachalin [4]

[1] Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russia

[2-4] Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology — MVA named after K. I. Skryabin, Moscow, Russia

[1] vveritas18@gmail.com, ORCID: 0000-0001-8595-3545

[2] yuliyguseva@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-9604-4280

[3] alekseyvasiliev@yandex.ru, ORCID: 0000-0003-0067-7719

[4] kachalinmd@gmail.com, ORCID: 0000-0001-5942-8771

Abstract. The yolk sac of prelarval sturgeon fish serves as the sole source of energy and plastic resources until the transition to exogenous feeding; its size and quality heterogeneity, along with the rate of linear body growth, affects the viability of the young fish at this stage. The aim of the study is to propose a morphometric index of the yolk sac shape (hj/lj) and the body-to-yolk sac ratio (lj/L) as early diagnostic criteria for the survival of sturgeon prelarvae, using the ship sturgeon (*Acipenser nudiventris*) as an example, during rearing and the transition to active feeding. The material consisted of ship sturgeon prelarvae studied at three stages of hatching (early, peak, late). The height (hj) and length (lj) of the yolk sac, the total body length (L), and the length of the caudal region were measured; the hj/lj and lj/L indices were calculated. It has been established that the total body length of prelarvae significantly increases from the beginning to the end of hatching (from 9.24 ± 0.14 to 9.79 ± 0.21 mm; $p < 0.001$); the accelerated growth of the caudal region is accompanied by a consistent decrease in the relative proportion of the yolk sac (lj/L decreases from 0.332 to 0.308; $p < 0.001$). The average hj/lj value for the sample was 0.545 ± 0.006, with a range of 0.450–0.655; 93.1 % of the prelarvae met the standard index values (0.50–0.69), while 6.9 % of the individuals had values below 0.50. In prelarvae with a flattened yolk sac and low lj/L values, accompanying morphological anomalies have been documented — deformations of the yolk sac of varying severity, shortening of the caudal region, and cranial disorders, up to complex polymorphic defects with a zero survival prognosis. The obtained results are recommended for use in the industrial monitoring of the quality of stocking material at enterprises engaged in the conservation and breeding of sturgeon fish.

Keywords: ship sturgeon, *Acipenser nudiventris*, yolk sac, hj/lj index, prelarvae, linear growth, body-to-yolk ratio, developmental anomalies, survival rate, sturgeon fish

For citation: Bekbergenova V., Guseva Yu. A., Vasiliev A. A., Kachalin M. D. Yolk sac shape index of ship sturgeon prelarvae as a criterion for as-sessing prelarval survival. *Scientific Journal of the Far Eastern State Technical Fisheries University*. 2026; 77(3):137–145. (In Russ.).

Введение

Шип (*Acipenser nudiventris* Lovetsky, 1828) – редкий полупроходной вид осетровых рыб, включённый Международным союзом охраны природы в категорию видов, находящихся в критической опасности. Естественное воспроизводство вида в границах исторического ареала практически прекращено, поэтому искусственное разведение остаётся фактически единственным способом сохранения его генофонда [1, 2].

Период вылупления и предличиночного развития осетровых сопровождается быстрым линейным ростом тела и одновременной резорбцией желточного мешка – единственного источника энергетических и пластических ресурсов предличинки вплоть до момента, когда пищеварительная система оказывается достаточно сформированной для перехода на экзогенное питание [3, 4].

Ряд авторов указывает, что соотношение высоты к длине желточного мешка (индекс hj/lj) может служить интегральным диагностическим показателем при мониторинге качества потомства осетровых рыб в условиях искусственного воспроизводства, при этом нормативные значения индекса для разных видов рода Acipenser заметно различаются в зависимости от исходной формы желточного мешка [5]. Помимо формы желточного мешка, диагностическую ценность имеет и его размер относительно тела предличинки (индекс lj/L): по данным зарубежных источников, особи с пониженным относительным желточным резервом составляют группу риска, быстрее достигающую «точки невозврата» – состояния необратимого истощения при переходе к экзогенному питанию [4, 6].

Цель настоящей работы – оценить динамику морфометрических показателей предличинок осетра (рода Acipenser) в ходе вылупления – общей длины тела, длины хвостового отдела, относительных индексов желточного мешка (lj/L и hj/lj) – для определения изменчивости размерно-пропорциональных характеристик на разных этапах выклева, выявления группы риска с пониженным желточным резервом и разработки нормативных критериев оценки качества предличинок к моменту перехода на экзогенное питание.

Объекты и методы исследований

Объектом исследования являлись предличинки шипа северокаспийской популяции заводского воспроизводства (поколение F2), полученные от икры маточного стада F1, сформированного в условиях установки замкнутого водоснабжения (УЗВ) научно-экспериментальной базы «Кагальник» Южного научного центра Российской академии наук (Ростов-на-Дону). Морфометрическое обследование выполнено на трёх последовательных этапах стадии выклева: в начале выклева (n = 31), при массовом выклеве (n = 35) и в конце выклева (n = 35); суммарный объём выборки составил 101 предличинку.

У каждой предличинки под бинокулярным микроскопом с использованием видеокамеры измеряли следующие линейные промеры: общую длину тела (L, мм), длину хвостового отдела (lхв, мм), высоту (hj, мм) и длину (lj, мм) желточного мешка согласно рекомедациями Snyder D.E. [4] На основании измерений рассчитывали индекс относительной длины хвостового отдела (lхв/L), индекс относительного желточного резерва (lj/L, отношение длины желточного мешка к общей длине тела) и индекс формы желточного мешка (hj/lj). Для оценки качества предличинок использованы литературные нормативные диапазоны индекса hj/lj: 0,55–0,69 – для белуги, русского осетра и севрюги; расширенный нижний порог 0,50 – для шипа и осетра, обладающих более округлой формой желточного мешка.

Статистическая обработка данных включала расчёт средних значений, стандартных ошибок среднего, минимальных и максимальных значений, коэффициентов вариации (CV). Различия между этапами выклева оценивали методом однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) с апостериорным тестом Тьюки. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение

Динамика линейного роста тела предличинок в период выклева

Известно, что у осетровых рыб динамика линейного роста в раннем постэмбриогенезе характеризуется неравномерностью: разные отделы тела развиваются с неодинаковой скоростью, что отражает видоспецифические закономерности морфогенеза и адаптации к условиям среды [4, 7]. Хвостовой отдел, обеспечивающий локомоторную функцию, относится к структурам, претерпевающим наиболее интенсивные изменения на ранних этапах развития,

поскольку от его сформированности напрямую зависит способность предличинок к активному перемещению, поиску пищи и избеганию хищников.

Вместе с тем характер изменчивости линейных промеров и пропорций тела предличинок осетровых в процессе вылупления изучен недостаточно. Большинство опубликованных работ посвящено либо эмбриональному развитию, либо более поздним личиночным стадиям, тогда как морфометрическая характеристика предличинок в динамике выклева – от первых до последних вылупившихся особей – остаётся малоисследованной областью. Отсутствие чётких данных о том, как меняются длина тела, размеры отдельных отделов и их соотношение в течение периода вылупления, затрудняет объективную оценку качества партий посадочного материала и выделение групп риска.

Проведенные нами измерения отражают общую морфометрическую характеристику выклева, данные представлены в табл. 1.

Таблица 1

Динамика линейного роста тела и относительных индексов предличинок шипа по этапам выклева (M±m)

Table 1

Dynamics of linear body growth and relative indices of ship sturgeon pre-larvae across hatching stages (M±m)

Показатель	Начало (n = 31)	Массовый (n = 35)	Конец (n = 35)	F; p (ANOVA)
L, мм (общая длина тела)	9,24±0,14	9,51±0,30	9,79±0,21	F=15,06 p<0,001
lхв, мм (длина хвостового отдела)	2,77±0,07	3,03±0,14	3,30±0,09	F=63,29 p<0,001
lхв/L (доля хвостового отдела)	0,300±0,002	0,318±0,002	0,336±0,002	F=57,56 p<0,001
lj/L (доля желточного мешка)	0,332±0,003	0,329±0,002	0,308±0,004	F=15,06 p<0,001

Общая длина тела предличинок закономерно и статистически достоверно увеличивалась с начала к концу вылупления: 9,24±0,14 мм в начале, 9,51±0,30 мм при массовом и 9,79±0,21 мм в конце (ANOVA, $F = 15,06$; $p < 0,001$); апостериорный тест Тьюки подтвердил значимость различий между всеми тремя группами. Наиболее выраженный и статистически значимый прирост среди всех линейных промеров показала длина хвостового отдела (lхв): от 2,77±0,07 мм в начале вылупления до 3,30±0,09 мм в конце ($F = 63,29$; $p < 0,001$), при этом все попарные различия между этапами статистически значимы ($p < 0,001$). Соответственно возрастала и относительная доля хвостового отдела у предличинки (lхв/L): с 0,300±0,002 в начале до 0,336±0,002 в конце вылупления ($F = 57,56$; $p < 0,001$). Столь выраженный и стабильный (CV = 2,4–4,7%) прирост lхв/L отражает динамику увеличение длины тела за счет хвостового отдела.

Соотношение тела и желточного мешка (lj/L)

Традиционно для оценки обеспеченности предличинок желточным резервом используют относительные индексы, отражающие соотношение размеров желточного мешка и тела. Одним из наиболее распространённых является индекс lj/L – отношение длины желточного мешка к общей длине тела, который характеризует долю желточного резерва в общей массе организма. Этот показатель широко применяется в сравнительных исследованиях разных видов осетровых и позволяет сопоставлять полученные данные с известными видоспецифическими диапазонами. Однако индекс lj/L, взятый изолированно, отражает лишь линейные пропорции и не учитывает форму желточного мешка, которая может существенно изменяться по мере резорбции желтка и нести дополнительную диагностическую информацию.

Особенность нашего исследования заключается в комплексном подходе: для характеристики энергетической обеспеченности предличинок одновременно используются два взаимодополняющих индекса – lj/L (относительный размер желточного резерва) и hj/lj

(индекс формы желточного мешка, отражающий соотношение его высоты и длины). Такое сочетание позволяет, с одной стороны, оценить объём остаточного желтка относительно размеров тела, а с другой – выявить качественные изменения формы мешка, связанные с прогрессирующей резорбцией. Подобный двухпараметрический подход даёт более полную и дифференцированную картину состояния предличинок, чем каждый из показателей в отдельности. Результаты измерений и полученных индексов представлены в табл. 2.

Дополнительная ценность применяемого подхода состоит в возможности выявления групп риска внутри партии потомства. Наличие особей с пониженным желточным резервом (lj/L ниже видовой нормы), обнаруживаемых на фоне общей однородности выборки, свидетельствует о внутренней гетерогенности партии по качеству предличинок [8]. Идентификация таких особей на ранней стадии – до перехода к экзогенному питанию – имеет прямое практическое значение, поскольку позволяет своевременно корректировать условия содержания и кормления, дифференцировать предличинок по степени готовности к смешанному питанию и минимизировать потери в критический период онтогенеза.

Таблица 2

Морфометрические показатели желточного мешка предличинок шипа по этапам выклева (M±m, min–max)

Table 2

Morphometric parameters of the yolk sac of ship sturgeon pre-larvae at hatching stages (M±m, min–max)

Показатель	Начало выклева (n = 31)	Массовый выклев (n = 35)	Конец выклева (n = 35)	Вся выборка (n = 101)
hj, мм	1,67±0,03 (1,43–1,90)	1,65±0,02 (1,41–1,81)	1,79±0,03 (1,63–1,94)	1,68±0,01 (1,41–1,94)
lj, мм	3,07±0,03 (2,87–3,18)	3,13±0,02 (2,91–3,34)	3,02±0,04 (2,78–3,32)	3,09±0,02 (2,78–3,34)
hj/lj	0,546±0,010 (0,490–0,646)	0,528±0,006 (0,450–0,597)	0,594±0,009 (0,531–0,655)	0,545±0,006 (0,450–0,655)
lj/L	0,332±0,003 (0,316–0,347)	0,329±0,002 (0,314–0,348)	0,308±0,004 (0,288–0,337)	0,326±0,002 (0,288–0,348)
CV hj/lj, %	6,9	6,7	5,2	7,9
CV lj/L, %	2,9	3,1	4,7	4,3

Опережающий рост тела предличинок по сравнению с желточным мешком закономерно отражается в динамике индекса lj/L, характеризующего относительный размер желточного резерва: его значение статистически достоверно снижалось от 0,332±0,003 в начале выклева до 0,308±0,004 в конце ($F = 15,06$; $p < 0,001$), что соответствует нарастающей резорбции желтка у более физиологически зрелых поздних предличинок. Все полученные значения lj/L (0,288–0,348) укладываются в видовой диапазон, характерный для рода Acipenser (0,30–0,35), и сопоставимы с данными по персидскому осетру (*A. persicus*, 0,32–0,35) и лопатоносому осетру (*Scaphirhynchus platorynchus*, около 0,33) [4].

Вместе с тем в группе массового и позднего вылупления отмечено присутствие отдельных особей со значением lj/L < 0,30 (левосторонняя асимметрия распределения признака), что по данным зарубежных источников указывает на подгруппу с пониженным желточным резервом – группу риска при переходе к экзогенному питанию, характеризующуюся ускоренным достижением «точки невозврата» при недостаточности трофических запасов. Таким образом, соотношение тела и желточного мешка (lj/L) в сочетании с индексом его формы (hj/lj) позволяет более полно охарактеризовать

обеспеченность предличинки энергетическими резервами к моменту перехода на активное питание, чем каждый из показателей в отдельности.

Индекс формы желточного мешка (hj/lj)

Индекс hj/lj, рассматриваемый как ключевой диагностический показатель качества предличинок, варьировал по всей выборке от 0,450 до 0,655, составляя в среднем 0,545±0,006. Наиболее высокие значения индекса отмечены в конце выклева (0,594±0,009) относительно массового выклева (0,528±0,006), что указывает на более округлую форму желточного мешка у поздно вылупившихся предличинок. Коэффициент вариации индекса hj/lj закономерно снижался от начала выклева (6,9 %) к его завершению (5,2 %), что свидетельствует об уменьшении морфологической разнокачественности партии предличинок по данному признаку по мере продвижения выклева.

Распределение предличинок по нормативным диапазонам индекса hj/lj представлено в табл. 3. В целом по выборке 82,2 % предличинок имели значения hj/lj в базовом нормативном диапазоне (0,50–0,64), ещё 10,9 % – в расширенном диапазоне (0,65–0,69). Таким образом, суммарно 93,1 % предличинок могут быть отнесены к нормально развивающимся по форме желточного мешка, что согласуется с ранее опубликованными данными по маточному стаду шипа, где в аналогичный диапазон укладывалось порядка 87,8 % предличинок (Бекбергенова, 2018).

Таблица 3

Распределение предличинок шипа по значениям индекса hj/lj на разных этапах выклева

Table 3

Distribution of ship sturgeon pre-larvae according to hj/lj index values at different hatching stages

Диапазон hj/lj	Начало выклева	Массовый выклев	Конец выклева	Всего
< 0,50 (ниже нормы)	2 (6,45 %)	5 (14,3 %)	0 (0 %)	7 (6,9 %)
0,50–0,64 (норма)	23 (74,2 %)	28 (80,0 %)	32 (91,4 %)	83 (82,2 %)
0,65–0,69 (расширенная норма)	6 (19,4 %)	2 (5,7 %)	3 (8,6 %)	11 (10,9 %)
≥ 0,70 (выше нормы)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
Итого норма (≥ 0,50)	**29 (93,6 %)**	**30 (85,7 %)**	**35 (100 %)**	**94 (93,1 %)**

Ниже нормативного диапазона (hj/lj < 0,50) оказались 7 предличинок, что составило 6,9 % выборки, причём 5 из них (71 %) выявлены именно в группе массового выклева – наиболее многочисленной и морфологически неоднородной по составу. Такая концентрация особей с пониженным индексом в срединной по времени группе выклева согласуется с представлением о том, что группа массового выклева объединяет предличинок из икринок с исходно неодинаковыми условиями питания и созревания в яичнике самки, что и определяет её повышенную гетерогенность по сравнению с крайними по времени группами.

Морфологические аномалии развития, ассоциированные со сниженными индексами

У части предличинок со значениями hj/lj ниже 0,50 и lj/L < 0,30 зарегистрирован широкий спектр морфологических аномалий развития, что согласуется с представлением об уплощённой форме и малом объёме желточного мешка как факторе, сопряжённом с нарушениями раннего онтогенеза [8, 9]. Наиболее многочисленную группу составили аномалии самого желточного мешка, которые по степени тяжести подразделяются на три категории: лёгкую (мелкие тёмные пигментные вкрапления на поверхности желточного мешка при сохранении его основной жёлтой окраски, занимающие не более 20–30 % видимой площади), умеренную (диффузная зернистая желтовато-коричневая дегенерация

значительной части поверхности, нередко сочетающаяся с деформацией плавниковой складки, рисунок) и тяжёлую (тотальный некроз с полным замещением жёлтой окраски желтка коричнево-бурой, как правило, сочетающийся с краниальными нарушениями).



Предличинка шипа с аномалиями: 1 – гидроцефалия; 2 – деформированный и увеличенный желточный мешок с пигментными вкраплениями на поверхности; 3 – нарушение целостности плавниковой складки; 4 – искривление и укорочение тела. Фото сделано авторами
Ship sturgeon (*Acipenser nudiventris*) pre-larva with anomalies: 1 – hydrocephaly; 2 – deformed and enlarged yolk sac with pigment spots on the surface; 3 – disruption of the fin fold integrity; 4 – curvature and shortening of the body. Photo by the authors

Таким образом, снижение индексов hj/lj и lj/L ниже нормативных значений сопряжено не только с дефицитом трофических резервов как таковым, но и с повышенной частотой сопутствующих морфологических аномалий разной степени тяжести – от условно благоприятных лёгких нарушений желточного мешка до полиморфных дефектов с нулевым прогнозом выживания. Это позволяет рассматривать морфометрические индексы желточного мешка в сочетании с показателями линейного роста тела как доступный неинвазивный инструмент раннего прогноза жизнестойкости партии предличинок и обоснования дифференцированного подхода к дальнейшему выращиванию при переходе на активное питание.

Заключение

Проведённая оценка линейного роста и морфометрических показателей желточного мешка предличинок шипа северокаспийской популяции показала, что общая длина тела предличинок достоверно возрастает от начала к концу вылупления (с 9,24±0,14 до 9,79±0,21 мм; $p<0,001$) преимущественно за счёт роста хвостового отдела (lхв/L возрастает с 0,300 до 0,336; $p<0,001$), что сопровождается закономерным снижением относительной доли желточного мешка (lj/L снижается с 0,332 до 0,308; $p<0,001$).

Индекс формы желточного мешка (hj/lj) варьирует в диапазоне 0,450–0,655 при среднем значении 0,545±0,006, а 93,1 % предличинок соответствуют нормативным значениям индекса, принятым для видов осетровых с округлой формой желточного мешка. Доля предличинок с пониженными значениями индексов hj/lj и lj/L закономерно возрастает в группе массового выклева и сопряжена с повышенной частотой и тяжестью сопутствующих морфологических аномалий развития.

Совместный анализ динамики линейного роста, соотношения тела и желточного мешка (lj/L) и индекса его формы (hj/lj) рекомендуется использовать в качестве дополнительного инструмента производственного мониторинга качества посадочного материала на предприятиях, занимающихся искусственным воспроизводством осетровых, для раннего выявления партий повышенного риска и планирования их дальнейшего выращивания.

Список источников

1. Бекбергенова В. Анализ данных по биологии и воспроизводству шипа (Acipenser nudiventris) / В. Бекбергенова // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2020. № 3. С. 50–60. DOI: 10.24143/2073-5529-2020-3-50-60. EDN: BQBSOI.

2. Hu G., Chen F., Zhang Y., Luan P., Luo Z., Niu J., Zheng P., Wang S., Zhang T., Shu Y., Ji F. Estimates of the Effective Population Size and Genetic Structure of the Critically Endangered Ship Sturgeon (Acipenser nudiventris) in the Chinese Section of the Ili River // Fishes. 2023. Vol. 8, № 7. Art. 354. DOI: 10.3390/fishes8070354.

3. Детлаф Т. А., Гинзбург А. С., Шмальгаузен О. И. Развитие осетровых рыб. М. : Наука, 1981. 224 с.

4. Snyder D. E. Invited overview: conclusions from a review of larval fish identification method literature // Fish and Fisheries. 2002. Vol. 2, № 4. P. 261–285.

5. Чебанов М. С., Галич Е. В. Руководство по искусственному воспроизводству осетровых рыб. Рим : ФАО, 2013. 325 с.

6. Shah M. A., Xie X., Rodina M., Stundl J., Braasch I., Šindelka R., Rzepkowska M., Saito T., Pšenička M. Sturgeon gut development: a unique yolk utilization strategy among vertebrates // Frontiers in Cell and Developmental Biology. 2024. Vol. 12. Art. 1358702. DOI: 10.3389/fcell.2024.1358702.

7. Сытина Л. А., Шагаева В. Г. Изменчивость и разнокачественность потомства осетровых рыб в раннем онтогенезе // Вопросы ихтиологии. 1986. Т. 26, № 5. С. 815–826.

8. Deslauriers D., Svendsen J. C., Genz J., Wall A. J., Baktoft H., Enders E. C., Anderson W. G. Environmental calcium and variation in yolk sac size influence swimming performance in larval lake sturgeon (Acipenser fulvescens) // Journal of Experimental Biology. 2018. Vol. 221, № 7. Art. jeb164533. DOI: 10.1242/jeb.164533.

9. Богданова Л. С. Влияние обеспеченности желтком на дальнейшее развитие личинок осетровых рыб // Труды ЦНИОРХ. 1972. Т. 4. С. 112–120.

Сведения об авторах

В. Бекбергенова – старший преподаватель кафедры технических средств аквакультуры.

Ю. А. Гусева – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, профессор кафедры кормления и кормопроизводства, SPIN-код: 4091-2052, AuthorID: 717272.

А. А. Васильев – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, декан факультета зоотехнологий и агробизнеса, заведующий кафедрой кормления и кормопроизводства, SPIN-код: 7833-2852, AuthorID: 683295.

М. Д. Качалин – доктор ветеринарных наук, доцент, профессор кафедры ветеринарной хирургии, SPIN-код 3890-1481, AuthorID: 830338.

Information about the authors

V. Bekbergenova – Senior Lecturer of the Department of Technical Means of Aquaculture.

Yu. A. Guseva – Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Feeding and Feed Production, SPIN-code: 4091-2052, AuthorID: 717272.

A. A. Vasiliev – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Dean of the Faculty of Zootechnology and Agribusiness, Head of the Department of Feeding and Feed Production, SPIN-code: 7833-2852, AuthorID: 683295.

M. D. Kachalin – Doctor of Veterinary Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Veterinary Surgery, SPIN-code: 3890-1481, AuthorID: 830338.

Статья поступила в редакцию 08.09.2026; одобрена после рецензирования 18.09.2026; принята к публикации 21.09.2026.

The article was submitted 08.09.2026; approved after reviewing 18.09.2026; accepted for publication 21.09.2026.

© Бекбергенова В., Гусева Ю. А., Васильев А. А., Качалин М. Д., 2026.

«Индекс формы желточного мешка предличинок шипа как критерий оценки выживаемости предличинки» [Бекбергенова В., Гусева Ю. А., Васильев А. А., Качалин М. Д.] распространяется под лицензией Creative Commons Attribution (CC BY 4.0).