

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЭКСТРУДИРОВАННОГО КОРМА ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ГИБРИДА ОСЕТРОВЫХ РЫБ

Резюме. В статье представлены результаты 73-дневного производственного испытания экструдированного корма (гранулы диаметром 4 мм) на молоди гибрида осетра (ленский × калуга) в условиях установки замкнутого водоснабжения (УЗВ). Начальная средняя масса рыбы составила 347 г, конечная — 721 г, общий прирост биомассы — 322,7 кг при затратах корма 300 кг, кормовой коэффициент (FCR) — 0,93, выживаемость — 99,88%. По данным лабораторного анализа, корм содержал 42,5% сырого протеина и 16,4% сырого жира. Гидрохимические показатели в течение всего эксперимента (температура 15,6–19,9°C, растворенный кислород 8,0–14,8 мг/л, pH 5,5–7,0, аммонийный азот 0,2–2,0 мг/л, нитриты 0,1–0,4 мг/л, нитраты 5–20 мг/л) находились в пределах, допустимых для осетровых видов. Отмеченное в последний период выращивания замедление темпа роста обусловлено не качеством корма или гидрохимическими условиями, а методикой эксперимента. Кратковременное снижение температуры воды до 15,6°C в этот период, напротив, способствовало снижению физиологического стресса при голодной выдержке и взвешивании. Фракционный анализ стада показал, что даже мелкая фракция имела высокую среднюю массу (616 г), что подтверждает отсутствие глубоко отстающих особей и хорошую однородность поголовья. Полученные результаты свидетельствуют о высокой эффективности тестируемого корма: низкий кормовой коэффициент, высокая выживаемость и стабильный гидрохимический режим позволяют рекомендовать его для товарного выращивания осетровых в УЗВ при температуре 18–20°C.

Ключевые слова: осетровые, гибрид, УЗВ, экструдированный корм, кормовой коэффициент.

EFFICIENCY OF USING EXTRUDED FEED IN GROWING HYBRID STURGEON

Abstract. The article presents the results of a 73-day production trial of extruded feed (4 mm pellets) on juvenile hybrid sturgeon (Lena sturgeon × Kaluga) in a recirculating aquaculture system (RAS). The initial mean weight of the fish was 347 g, the final weight was 721 g, and the total biomass gain reached 322.7 kg with a total feed consumption of 300 kg. The feed conversion ratio (FCR) was 0.93, and the survival rate was 99.88%. According to laboratory analysis, the feed contained 42.5% crude protein and 16.4% crude fat. Throughout the experiment, water quality parameters (temperature 15.6–19.9°C, dissolved oxygen 8.0–14.8 mg/L, pH 5.5–7.0, ammonium nitrogen 0.2–2.0 mg/L, nitrites 0.1–0.4 mg/L, and nitrates 5–20 mg/L) remained within the range acceptable for sturgeon species. The growth rate slowdown observed during the final period was attributed to the experimental methodology rather than feed quality or hydrochemical conditions. Conversely, a short-term temperature drop to 15.6°C during this period helped reduce physiological stress during fasting and weighing. Fractional analysis of the stock showed that even the small-size fraction had a high mean weight (616 g), confirming the absence of significantly stunted individuals and high stock uniformity. The results demonstrate the high efficiency of the tested feed: the low FCR, high survival rate, and stable hydrochemical regime allow for its recommendation for commercial sturgeon farming in RAS at temperatures of 18–20°C.

Keywords: sturgeon, hybrid, RAS, extruded feed, feed conversion ratio (FCR).

УДК 639.3.043.2

Научная статья

DOI 10.69539/2413-287X-2026-07-3-276

**АЛЕКСАНДР АЛЕКСАНДРОВИЧ
КОРОБОВ^{1, 2},**

главный рыбовод, соискатель кафедры кормления и кормопроизводства

E-mail: sasha.corobov2012@yandex.ru

**АЛЕКСЕЙ АЛЕКСЕЕВИЧ
ВАСИЛЬЕВ²,**

доктор сельскохозяйственных наук, профессор, декан факультета зоотехнологий и агробизнеса, заведующий кафедрой кормления и кормопроизводства

ORCID: 0000-0003-0067-7719

E-mail: alekseyvasiliev@yandex.ru

**ЮЛИЯ АНАТОЛЬЕВНА
ГУСЕВА²,**

доктор сельскохозяйственных наук, доцент, профессор кафедры кормления и кормопроизводства

ORCID: 0000-0002-9604-4280

E-mail: yuliyguseva@yandex.ru

**АЛЕКСЕЙ ИВАНОВИЧ
НИКИТЕНКО³,**

кандидат биологических наук, руководитель группы гидробиологии

ORCID: 0000-0001-8123-5810

E-mail: alexey_nikitenko90@mail.ru

**ДМИТРИЙ ЮРЬЕВИЧ
ТЮЛИН³,**

кандидат биологических наук, главный специалист группы гидробиологии

ORCID: 0000-0002-7979-336X

E-mail: dmityul@mail.ru

**ИЛЬЯ АЛЕКСЕЕВИЧ
ЖЕРНАКОВ³,**

главный специалист группы гидробиологии

ORCID: 0009-0008-2572-911X

E-mail: ilazernakov52010@gmail.com

**АДЕЛИНА ВЛАДИМИРОВНА
СОЛОДОВНИК³,**

младший специалист группы гидробиологии

ORCID: 0009-0005-3921-8562

E-mail: a.solodovnik@vniiprh.vniro.ru

¹ООО «Тамбовский осетр»

392504, Тамбовская область, Тамбовский район, с. Горелое, мкр-н Речной, 1

²ФГОУ ВО МГВМиБ —

МВА им. К.И. Скрябина

109472, г. Москва, ул. Академика Скрябина, 23

³Филиал по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО» (ВНИИПРХ)

141821, Московская область, Дмитровский м.о., пос. Рыбное, 40А

Поступила в редакцию:
10.07.2026

Одобрена после рецензирования:
16.07.2026

Принята в публикацию:
31.07.2026

UDC 639.3.043.2

Research article

DOI 10.69539/2413-287X-2026-07-3-276

ALEXANDER A. KOROBV^{1, 2},Chief fish breeder,
Applicant of the Department of Feeding
and Feed

E-mail: sasha.corobov2012@yandex.ru

ALEXEY A. VASILIEV²,Doctor of Agricultural Sciences, Professor,
Dean of the Faculty of Zootechnology
and Agribusiness, Head of the Department
of Feeding and Feed Production

ORCID: 0000-0003-0067-7719

E-mail: alekseyvasiliev@yandex.ru

YULIA A. GUSEVA²,Doctor of Agricultural Sciences, Associate
Professor, Professor of the Department of
Feeding and Feed Production

ORCID: 0000-0002-9604-4280

E-mail: yuliyguseva@yandex.ru

ALEXEY I. NIKITENKO³,Candidate of Biological Sciences,
Head Group of the Hydrobiology

ORCID: 0000-0001-8123-5810

E-mail: alexey_nikitenko90@mail.ru

DMITRIY YU. TYULIN³,Candidate of Biological Sciences,
Head Specialist of the Hydrobiology

ORCID: 0000-0002-7979-336X

E-mail: dmityul@mail.ru

ILYA A. ZHERNAKOV³,

Chief Specialist of the Hydrobiology

ORCID: 0009-0008-2572-911X

E-mail: ilazernakov52010@gmail.com

ADELINA V. SOLODOVNIK³,

Junior Specialist of the Hydrobiology Group

ORCID: 0009-0005-3921-8562

E-mail: a.solodovnik@vniiprh.vniro.ru

¹Tambovsky Osetr, LLC392504, Tambov Oblast, Tambov District,
Goreloe village, Rechnoy microdistrict, 1²Moscow State Academy of VeterinaryMedicine and Biotechnology —
MVA named after K.I. Skryabin109472, Moscow,
Academician Skryabina Street, 23³Branch of Freshwater Fisheries of VNIRO
(VNIIPRKh)141821, Moscow region, Dmitrov
Municipal District, village Rybnoye, 40A

Received by editor office:

07.10.2026

Approved in revised:

07.16.2026

Accepted for publication:

07.31.2026

ВВЕДЕНИЕ

Развитие индустриальной аквакультуры, в частности, с применением установок замкнутого водоснабжения предъявляет повышенные требования к качеству комбикормов, поскольку именно они являются основным источником питательных веществ и одновременно загрязнителей в системе [1]. Для осетровых рыб, которые представляются одними из наиболее ценных объектов товарного выращивания в России, критически важны такие характеристики кормов, как стабильность гранулы в воде [2] и высокая переваримость питательных веществ [3, 4], так как неусвоенные остатки быстро ухудшают гидрохимический режим.

Современные экструдированные корма обладают улучшенной структурой и степенью желатинизации крахмала, что напрямую влияет на скорость прохождения по желудочно-кишечному тракту и на усвояемость протеина у осетровых [2]. Перспективно использование рационов, обогащенных мультиэнзимными комплексами и пробиотиками. Как показано в работах ряда авторов [5, 6], такие добавки на сибирском осетре достоверно увеличивают переваримость сухого вещества и сырого протеина, улучшают морфологию кишечника (высоту ворсинок и количество бокаловидных клеток), повышают неспецифический иммунитет [7].

Ключевым аспектом работы УЗВ является соотношение углерода и азота (C÷N) в воде. Диеты с высоким содержанием углеводов (высокий C÷N) могут снижать накопление нитратов и нитритов, тогда как высокобелковые корма (низкий C÷N) усиливают азотную нагрузку. При этом исследования показывают, что микробное сообщество в УЗВ часто лимитировано по углероду, и изменение рецептуры корма может напрямую влиять на микробную активность и, следовательно, на стабильность системы [1].

Однако большинство работ выполнено в лабораторных условиях или на стандартных коммерческих кормах. Необходимы регулярные производственные испытания для подтверждения эффективности новых рецептов в реальных условиях конкретных хозяйств.

Цель настоящей работы — оценка продукционных показателей (рост, выживаемость, кормовой коэффициент) и гидрохимического режима при выращивании гибрида осетровых рыб (ленский × калуга) на экструдированном корме, обогащенном ферментированными компонентами, в условиях промышленной УЗВ.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Эксперимент проводили в ООО «Тамбовский осетр» (Тамбовская область) в период с 19 августа по 30 октября 2025 г. Общая продолжительность выращивания составила 73 дня. Применялась установка замкнутого водоснабжения с площадью бассейна 19,4 м². Объект исследования — гибрид осетровых рыб, полученный от скрещивания ленского осетра (*Acipenser baerii*) и калуги (*Huso dauricus*) [8], происходящий из отдела «Конаковский» Филиала по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ») (дата посадки материала 13 января 2025 г.). На начало эксперимента численность рыб составляла 862 шт., средняя масса одной особи — 347 г, общая биомасса — 299,1 кг, плотность посадки — 15,3 кг/м². По завершении эксперимента численность составила 861 шт. (отход — одна особь, что соответствует 0,12% от начального поголовья), средняя масса особи увеличилась до 721 г, общая биомасса достигла 621,8 кг, плотность посадки возросла до 31,7 кг/м².

Для кормления использовался экструдированный корм производства комбикормового завода ИП «Овсянников Д.Ю.» с размером гранул 4 мм, датой выработки 17 июля 2025 г. и сроком годности 6 месяцев. Согласно информации производителя, состав корма включал рыбную (траловую) и кровяную

муку, ферментированные соевый шрот и отруби, пшеничную, кукурузную и гороховую муку, кукурузный глютен, гороховый протеин, зародыши злаковых, личинку черной львинки [9], витаминно-минеральный комплекс, ферменты, пробиотик и рыбий жир (траловый).

Лабораторный анализ корма, выполненный испытательной лабораторией ФГБУ «Государственный центр агрохимической службы «Тамбовский» (протокол испытаний №3967-К от 19 декабря 2024 г.), показал, что массовая доля сырого протеина в пересчете на натуральное вещество составляет 42,49%, сырого жира — 16,41%, сырой клетчатки — 2,07%, сырой золы — 6,85%. Таким образом, корм характеризуется высоким содержанием протеина и жира при относительно низком уровне клетчатки, что соответствует физиологическим потребностям осетровых рыб.

Кормление осуществлялось вручную шесть раз в сутки через равные промежутки времени в течение 24 часов. Норма кормления — от 1,10 до 1,36% от биомассы в зависимости от температуры воды и аппетита рыбы, с корректировкой каждые 14 дней по результатам контрольных взвешиваний. Общий расход корма за весь период эксперимента — 300 кг.

Контрольные взвешивания проводили каждые 14 дней (2, 16, 30 сентября, 14 и 30 октября). Для минимизации влияния корма в желудочно-кишечном тракте на результаты промежуточных взвешиваний рыбу перед процедурой не кормили в течение 4 часов. Финальное взвешивание (30 октября) выполняли после трехсуточной голодной выдержки с целью полного опорожнения кишечника, что позволило получить наиболее точное значение итоговой биомассы и снизить физиологический стресс у рыб за счет одновременного умеренного снижения температуры воды в этот период (см. раздел «Результаты»).

На основе полученных данных рассчитывали:

- абсолютный и среднесуточный прирост (*AGR*) — по формуле $(m_2 - m_1)/t$;
- удельную скорость роста (*SGR*) — по формуле $(\ln m_2 - \ln m_1)/t \times 100$;
- кормовой коэффициент (*FCR*) — как отношение массы потребленного корма к приросту биомассы, а также выживаемость.

По окончании эксперимента был проведен фракционный анализ стада с разделением на крупных, средних и мелких особей. Ввиду производственного характера испытания статистическая обработка данных не проводилась, контрольная группа (рыба на другом корме) отсутствовала.

В течение всего эксперимента ежедневно контролировали гидрохимические показатели воды, включая температуру, концентрацию растворенного кислорода, водородный показатель (pH), содержание аммонийного азота ($\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$), нитритов (NO_2^-) и нитратов (NO_3^-).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Динамика роста гибрида осетровых рыб за 73 дня эксперимента показала устойчивое увеличение массы тела (рис. 1). В первый период (19 августа — 2 сентября) средняя масса возросла с 347 до 416 г, абсолютный прирост составил 69 г, среднесуточный — 4,93 г, удельная скорость роста (УСР) — 1,30%/сут (рис. 2).

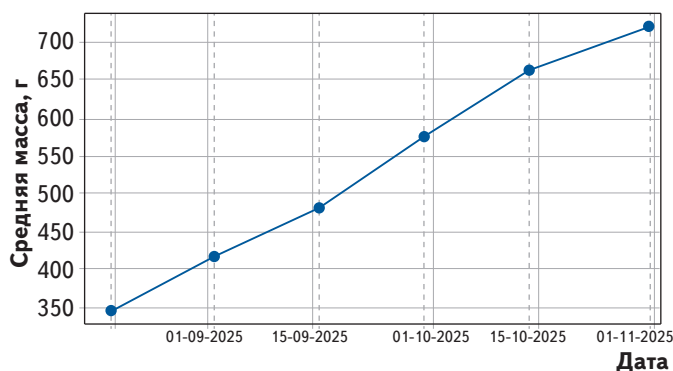


Рис. 1. Динамика массы тела

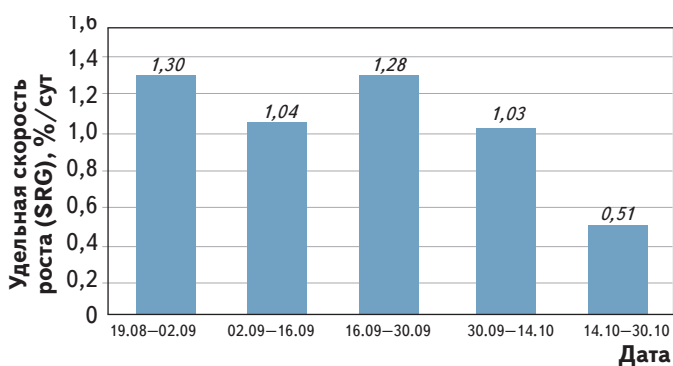


Рис. 2. Динамика удельной скорости

Во втором периоде (2–16 сентября) масса достигла 481 г, абсолютный прирост снизился до 65 г, среднесуточный — до 4,64 г, УСР — до 1,04%/сут. Наиболее интенсивный рост отмечен в третьем периоде (16–30 сентября): масса увеличилась до 575 г, абсолютный прирост составил 94 г, среднесуточный — 6,71 г, УСР — 1,29%/сут. В четвертом периоде (30 сентября — 14 октября) масса выросла до 664 г, абсолютный прирост — 89 г, среднесуточный — 6,36 г, УСР — 1,04%/сут. В последнем, пятом периоде (14–30 октября, 16 дней) масса достигла 721 г, абсолютный прирост — 57 г, а среднесуточный снизился до 3,56 г при УСР 0,52%/сут. При интерпретации этих данных важно учитывать разницу в процедуре взвешиваний: все предыдущие контрольные взвешивания проводили через 4 часа после последнего кормления, тогда как финальное взвешивание — после трехсуточной голодной выдержки, что закономерно дает более низкие значения прироста в последний период ввиду отсутствия корма в желудочно-кишечном тракте (см. раздел «Материалы и методы»).

Завесь опытная средняя масса увеличилась на 374 г, среднесуточный прирост в среднем равнялся 5,12 г, а УСР — 1,03%/сут, общий прирост биомассы за время эксперимента достиг 322,7 кг. При затратах 300 кг корма кормовой коэффициент составил 0,93, что является высоким показателем для осетровых рыб в условиях УЗВ. Выживаемость — 99,88%, погибла только одна особь из 862, что находится в пределах нормы для данного вида и типа хозяйства.

Фракционный анализ стада по окончании эксперимента показал следующее распределение: *крупные особи* (93 шт., 10,8% от численности) весили в сумме 90,8 кг, в среднем 976 г; *средняя фракция* (394 шт., 45,8%) — 299,7 кг и 760 г, соответственно; *мелкие особи* (374 шт., 43,4%) — 230,7 кг и 616 г (рис. 3).

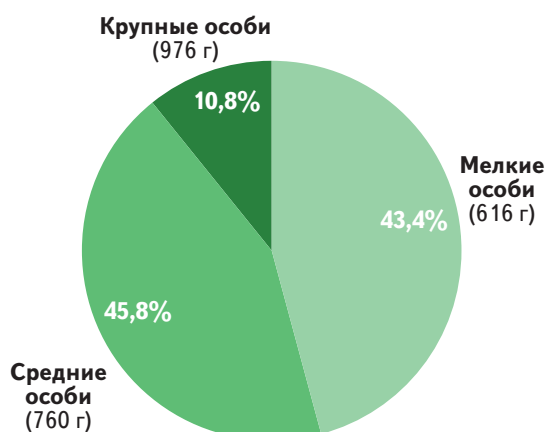


Рис. 3. Фракционный состав стада

Обращает на себя внимание высокий средний вес особей даже в мелкой фракции (616 г), что подтверждает отсутствие глубоко отстающих в росте рыб. При средней массе по группе 721 г разница между средней массой мелкой и крупной фракций составляет 360 г, что при групповом выращивании без индивидуальной сортировки является обычным для осетровых. Фактически все поголовье достигло товарной массы (более 600 г), а доля особей с массой выше 760 г (средняя и крупная фракции вместе) составила 56,6%.

Гидрохимические показатели в течение всего эксперимента оставались в пределах, допустимых для ленского осетра. Температура воды варьировала от 15,6 до 19,9°C, в среднем — 18,5°C (норма 17–19°C). Кратковременное снижение до 15,6°C наблюдалось в период с 6 по 10 октября. В сочетании с трехсуточной голодной выдержкой перед финальным взвешиванием это снижение температуры сыграло положительную роль, уменьшив физиологический стресс у рыб при проведении контрольных мероприятий. Концентрация растворенного кислорода находилась в диапазоне от 8,0 до 14,8 мг/л при среднем значении около 10,5 мг/л, что значительно выше критического уровня для осетровых (6 мг/л). Водородный показате-

ль (pH) колебался от 6,5 до 7,0, составляя в среднем 6,8. Содержание аммонийного азота ($\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$) в большинстве измерений не превышало 1,0 мг/л, хотя в отдельные дни (26 августа) отмечалось кратковременное повышение до 2,0 мг/л, которое не привело к гибели рыбы или ухудшению аппетита. Концентрация нитритов (NO_2^-) равнялась в среднем 0,15 мг/л, имела максимальные значения 0,4 мг/л в отдельные дни (22 августа и 5 октября), что также не выходило за пределы толерантности осетровых. Содержание нитратов (NO_3^+) варьировало от 5 до 20 мг/л, в среднем — 9 мг/л, что значительно ниже предельно допустимого уровня для УЗВ (100 мг/л). Важно отметить, что гидрохимические показатели, несмотря на рост плотности посадки с 15,3 до 31,7 кг/м², не вышли за пределы нормы [10] (таблица). Кратковременные колебания некоторых гидрохимических показателей быстро нивелировались работой биологического фильтра. Все это указывает на хорошую усвояемость корма и отсутствие его избыточного разложения в воде.

Гидрохимические показатели воды в период выращивания гибрида осетровых рыб ($n = 74$ измерения)

Показатель	Значение		
	<i>min</i>	<i>max</i>	среднее $\pm$ SD
Температура, °C	15,60	20,00	18,72 $\pm$ 1,10
Кислород (O_2), мг/л	8,00	14,84	10,55 $\pm$ 1,32
pH	6,50	7,00	6,48 $\pm$ 0,33
$\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$, мг/л	0,20	2,00	0,74 $\pm$ 0,25
NO_2^- , мг/л	0,10	0,40	0,16 $\pm$ 0,08
NO_3^- , мг/л	5,00	20,00	9,45 $\pm$ 2,42

ОБСУЖДЕНИЕ

Полученный в настоящем исследовании кормовой коэффициент 0,93 является высоким показателем для осетровых видов рыб, выращиваемых в УЗВ. В большинстве публикаций он составляет от 1,0 до 1,4 в зависимости от температуры, плотности посадки и гидрохимических условий. FCR ниже 1,0 означает, что прирост биомассы превысил массу потребленного корма, что возможно только при очень высокой усвояемости корма и оптимальных условиях содержания. Такой результат может быть объяснен особенностями состава комбикорма, а именно высоким содержанием животного белка за счет ввода рыбной и кровяной муки. Кроме того, использование ферментированных компонентов, в частности соевого шрота и отрубей, должно способствовать повышению усвояемости питательных веществ и улучшению состояния желудочно-кишечного тракта рыб [11], что в совокупности с добавлением ферментов и пробиотика создает предпосылки для эффективной конверсии корма [12, 13, 14]. Содержание сырого протеина в корме (42,5%) находится в оптимальном диапазоне для осетровых в товарный период выращивания

[15], когда избыточное содержание протеина экономически нецелесообразно и может приводить к повышенной нагрузке на азотный цикл УЗВ. Содержание сырого жира (16,4%) достаточно высоко, что обеспечивает рыбу доступными источниками энергии и позволяет использовать протеин преимущественно на пластические цели. Высокое содержание жира также положительно сказывается на вкусовых качествах готовой продукции.

Замедление темпа роста в последний период эксперимента (*AGR* снизился с 6,36 до 3,56 г, *SGR* — с 1,04 до 0,52 %/сут) требует специального пояснения. Как указано в разделе «Материалы и методы», все предыдущие контрольные взвешивания проводили через 4 часа после кормления, что неизбежно приводит к некоторому завышению массы рыбы за счет корма в желудочно-кишечном тракте. Финальное же взвешивание выполняли после трехсуточной голодной выдержки для полного опорожнения кишечника, что дает более точное, но закономерно более низкое значение «чистой» массы тела. Следовательно, рассчитанное снижение темпа роста в последнем периоде в значительной степени является артефактом, связанным с разной методикой взвешиваний, и не отражает реального ухудшения продукционных качеств корма или физиологического состояния рыбы. Кратковременное снижение температуры воды до 15,6°C, наблюдавшееся в этот же период (6–10 октября), могло оказать дополнительное, но не определяющее влияние на метаболизм рыб. Более того, умеренное снижение температуры сыграло положительную роль, снизив физиологический стресс от трехсуточной голодной выдержки и последующего взвешивания, так как у осетровых, как и у многих других рыб, чувствительность к стресс-факторам при пониженной температуре уменьшается. Таким образом, температурный режим в конце эксперимента не ухудшал, а, скорее, способствовал благополучному проведению контрольных мероприятий. Основной же причиной различий в расчетной скорости роста стала процедура голодной выдержки перед финальным взвешиванием.

Выживаемость 99,88% свидетельствует о высоком качестве корма и его санитарно-гигиенической безопасности. Даже кратковременное повышение аммонийного азота до 2,0 мг/л (превышает рекомендуемую норму для чувствительных видов) не привело к гибели рыбы, что может быть следствием как хорошей общей резистентности гибрида, так и возможным положительным эффектом пробиотика, введенного в корм. Фракционный состав стада показал, что около 55% рыбы (средняя и крупная фракции) имели массу выше среднего по группе, а доля мелких особей, отстающих в росте, составила 43,4%, что является обычным для осетровых при групповом выращивании без индивидуальной сортировки. Стабильность гидрохимических показателей на фоне удвоения плотности посадки (с 15,3 до 31,7 кг/м²) свидетельствует о том, что корм не загрязняет воду избытком органики и хорошо переваривается рыбой. Отсутствие

значительного накопления нитратов (среднее 9 мг/л при пиковых 20 мг/л) также говорит об эффективной работе биофильтрации УЗВ и отсутствии перекорма. Это особенно важно для товарных хозяйств, где качество воды является лимитирующим фактором продуктивности.

Комплексный анализ продукционных показателей, гидрохимических параметров и фракционного состава стада в совокупности с сопоставлением с литературными данными позволяет заключить, что использованный корм с добавлением ферментов и пробиотика — эффективный и физиологически адекватный корм для товарного выращивания гибрида осетровых рыб в условиях УЗВ.

ВЫВОДЫ

В результате производственных испытаний установлено, что экструдированный корм (гранулы диаметром 4 мм) обеспечивает высокие продукционные показатели при выращивании гибрида осетровых рыб (ленский × калуга) в условиях УЗВ. За 73 дня средняя масса рыбы увеличилась с 347 до 721 г при среднесуточном приросте 5,12 г и удельной скорости роста 1,03% в день. Кормовой коэффициент 0,93 — один из лучших показателей для осетровых в индустриальной аквакультуре. Выживаемость достигла 99,88%, что подтверждает биологическую полноценность и санитарную безопасность корма. Лабораторный анализ выявил оптимальное для товарного выращивания осетровых содержание сырого протеина (42,5%) и сырого жира (16,4%).

Зафиксированное в последний период выращивания замедление темпа роста обусловлено не качеством корма или гидрохимическими условиями, а методикой эксперимента: финальное взвешивание проводили после трехсуточной голодной выдержки для полного опорожнения кишечника, тогда как предыдущие взвешивания — через 4 часа после кормления. Кратковременное снижение температуры воды до 15,6°C в этот период способствовало снижению физиологического стресса при голодной выдержке и взвешивании, что является дополнительным положительным фактором.

Фракционный анализ стада показал, что даже мелкая фракция имела высокую среднюю массу — 616 г. Доля особей с массой более 760 г (средняя и крупная фракции вместе) составила 56,6%. Все поголовье достигло товарной массы (более 600 г), что свидетельствует о хорошей однородности стада и отсутствии негативного влияния корма на рост отдельных особей.

Гидрохимический режим на протяжении всего эксперимента оставался в пределах нормы. Стабильность показателей на фоне удвоения плотности посадки (с 15,3 до 31,7 кг/м²) косвенно подтверждает высокую усвояемость корма и отсутствие его избыточного разложения в воде.

Полученные результаты позволяют рекомендовать данный комбикорм для товарного выращивания осетровых видов рыб в установках замкнутого водоснабжения при температуре воды 18–20°C.

Литература / Literature

1. Huang, X. Can dietary C:N ratio influence water quality and microbiology in recirculating aquaculture systems? / X. Huang, S. L. Aalto, J. Dalsgaard, P. B. Pedersen // *Aquacult Int* 32. — 2024. — P. 7789–7805. — <https://doi.org/10.1007/s10499-024-01541-0>.
2. Bogevik, A. S. Disintegration stability of extruded fish feed affects gastric functions in Atlantic salmon (*Salmo salar*) / A. S. Bogevik, T. A. Samuelsen, T. A., O. H. Romarheim, T. S. Aas, T. Kalanathan, I. Rønnestad // *Aquaculture*. 2021. — V. 543. — 737006. — <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.737006>.
3. Mirzakhani, M. K. Apparent digestibility coefficients of crude protein, amino acids, crude lipid, dry matter and gross energy of ten feedstuffs for yearling Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*, Brandt 1869) / M. K. Mirzakhani, A. Abedian Kenari, A. Motamedzadegan, A. Banavreh // *Iranian Journal of Fisheries Sciences*. — 2020. — V. 19. — P. 1500–1516 — <https://doi.org/10.22092/ijfs.2020.120754>.
4. Sharma, B. Advances in Sturgeon Nutrition for Sustainable Aquaculture / B. Sharma // *Aquatic Life and Ecosystems* 2026. — 2 (1). — 4. — <https://doi.org/10.53941/ale.2026.100004>.
5. Shekarabi, S. P. H. The multi-enzymes and probiotics mixture improves the growth performance, digestibility, intestinal health, and immune response of Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*) / S. P. H. Shekarabi, M. Ghodrati, A. S. Masouleh, A. F. Roudbaraki // *Annals of Animal Science*. — 2022. — V. 22. — №.3. — P. 1063–1072. — <https://doi.org/10.2478/aoas-2022-0006>.
6. Su, Q. Isolation, characterization of *Bacillus subtilis* and *Bacillus amyloliquefaciens* and validation of the potential probiotic efficacy on growth, immunity, and gut microbiota in hybrid sturgeon (*Acipenser baerii* ♀ × *Acipenser schrenckii* ♂) / Q. Su, X. Peng, Z. Zhang, Z. Xiong, B. He, P. Chu, Ch. Zhu // *Fish and Shellfish Immunology*. — 2025. — V. — 157. — 110081. — <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2024.110081>.
7. Семькина, А. С. Эффективность использования иммуномодулирующего препарата в кормлении осетровых рыб при выращивании в установке замкнутого водоснабжения / А. С. Семькина, А. А. Васильев, И. В. Поддубная // *Аграрный научный журнал*. — 2018. — № 9. — С. 47–49.
8. Кочетков, Н. И. Гематологический и биохимический профиль молоди гибрида сибирского осетра и калуги (*Acipenser baerii* ♀ × *Huso dauricus* ♂) при выращивании в установках замкнутого водоснабжения / Н. И. Кочетков, А. А. Климук, М. Д. Царьков, С. В. Смородинская, А. А. Бахарева // *Рыбоводство и рыбное хозяйство*. — 2026. — № 4. — <https://doi.org/10.33920/sel-09-2604-04>.
9. Rawski, M. Black Soldier Fly Full-Fat Larvae Meal as an Alternative to Fish Meal and Fish Oil in Siberian Sturgeon Nutrition: The Effects on Physical Properties of the Feed, Animal Growth Performance, and Feed Acceptance and Utilization / M. Rawski; J. Mazurkiewicz; B. Kierończyk, D. Józefiak // *Animals*. — 2020. — V. 10. — 2119. — <https://doi.org/10.3390/ani10112119>.
10. Lorena, D. Effects of Stocking Density on Growth Performance and Stress Responses of Bester and Bester ♀ × Beluga ♂ Juveniles in Recirculating Aquaculture Systems / D. Lorena, A. Docan, M. Cretu, I. Grecu, Antache A. Mogodan, M. Maereanu, L. Oprea // *Animals*. — 2021. — V. 11. — 2292. — <https://doi.org/10.3390/ani11082292>.
11. Rawski, M. Black Soldier Fly Full-Fat Larvae Meal Is More Profitable Than Fish Meal and Fish Oil in Siberian Sturgeon Farming: The Effects on Aquaculture Sustainability, Economy and Fish GIT Development / M. Rawski, J. Mazurkiewicz, B. Kierończyk, D. Józefiak // *Animals*. — 2021. — V. 11. — 604. — <https://doi.org/10.3390/ani11030604>.
12. Вилутис, О. Е. Эффективность использования комбикормов ленским осетром при различных уровнях йода / О. Е. Вилутис, И. В. Поддубная, А. А. Васильев, П. С. Тарасов // В сборнике: *Аграрная наука в XXI веке: проблемы и перспективы. Материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции. Под редакцией И.Л. Воротникова*. — 2014. — С. 163–166.
13. Вилутис, О. Е. Изучение действия йодсодержащего препарата на продуктивность ленского осетра / О. Е. Вилутис, А. А. Васильев, И. В. Акчурина, И. В. Поддубная, П. С. Тарасов // В сборнике: *Ресурсосберегающие экологически безопасные технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции. материалы IX Международной научно-практической конференции «Лапшинские чтения»*. — 2013. — С. 58–61.
14. Тарасов, П. С. Эффективность использования добавки «Абиопептид с йодом» в кормлении ленского осетра при выращивании в УЗВ / П. С. Тарасов, И. В. Поддубная, А. А. Васильев, М. Ю. Кузнецов // *Аграрный научный журнал*. — 2015. — № 4. — С. 41–44.
15. Wang, C. Dietary Protein Optimization for Growth and Immune Enhancement in Juvenile Hybrid Sturgeon (*Acipenser baerii* × *A. schrenckii*): Balancing Growth Performance, Serum Biochemistry, and Expression of Immune-Related Genes / C. Wang, E. Liu, H. Zhang, H. Shi, G. Qiu, S. Lu, S. Han, H. Jiang, H. Liu // *Biology*. — 2024. — V. 13. — 324. — <https://doi.org/10.3390/biology13050324>. ■

