

## Результаты применения нового стартерного рыбного корма для осетровых рыб

**Д. А. Юрин**<sup>1✉</sup>, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела «Технологии животноводства»

**Е. А. Максим**<sup>1,2</sup>, кандидат биологических наук, заведующая инновационно-технологическим центром аквакультуры

**А. А. Свистунов**<sup>1</sup>, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела «Кормление и физиология сельскохозяйственных животных»

**З. Г. Джалавян**<sup>1,2</sup>, научный сотрудник

<sup>1</sup>ФГБНУ «Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии»

350055, Россия, г. Краснодар, пос. Знаменский, ул. Первомайская, 4

✉4806144@mail.ru

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина». 350044, Россия, г. Краснодар, ул. Калинина, 13

**Резюме.** Изучено воздействие нового рыбного корма на показатели роста молоди стербела. Цель проведенных исследований – изучить влияние использования корма «Manana Fish» с 10 % добавкой живых олигохет на показатели роста и развития молоди стербела. Работа проведена в Ленинградском районе Краснодарского края. Опыт проведен в бассейнах. Продолжительность опыта составляла 60 дней. Количество рыб в каждой группе –150 особей. Исследование химического состава тела молоди стербела и аминокислотного состава корма проводили в Ейском морском рыбопромышленном техникуме. Было произведено сравнение ранее использованного комбикорма, произведенного в хозяйстве, с комбикормом для осетров «Manana Fish» ОСЕТР Y 50/18. Изучение влияния нового корма проводили при массе рыбы 4 г. Контрольная группа получала основной рацион (ОР); 2 группа поедала 90 % ОР + 10 % живых кормов (олигохет – энхитрей *Enchytraeus sp*); 3 группа поедала 100 % корма «Manana Fish»; 4 группа поедала 90 % корма «Manana Fish» + 10 % живых кормов (олигохет). Корма «Manana Fish» положительно влияют на показатели роста и развития стербела. В сравнении с контролем в группах, которые получали корм «Manana Fish» в различном соотношении с основным рационом, масса рыбы увеличилась на 10,0...53,3 %, длина тела возросла на 4,5...9,0 %, коэффициент упитанности стал больше на 9,8...18,2 %. Наиболее эффективным стало использование корма «Manana Fish» в сочетании с живыми олигохетами (энхитрей *Enchytraeus sp*).

**Ключевые слова:** стербел, аквакультура, живой корм, прирост, аминокислоты, коэффициент упитанности, длина тела.

**Для цитирования:** Юрин Д. А., Максим Е. А., Свистунов А. А., Джалавян З. Г. Результаты применения нового стартерного рыбного корма для осетровых рыб / Д. А. Юрин., Е. А. Максим, А. А. Свистунов, З. Г. Джалавян // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. №1 (69). С. 158-163. doi:10.18286/1816-4501-2025-1-158-163

## Results of using a new starter fish feed for sturgeons

**D. A. Yurin**<sup>1✉</sup>, **E. A. Maksim**<sup>1,2</sup>, **A. A. Svistunov**<sup>1</sup>, **Z. G. Dzhalavyan**<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Federal State Budgetary Scientific Institution "Krasnodar Scientific Center of Animal Science and Veterinary Medicine".

350055, Russia, Krasnodar, Znamensky settlement, Pervomayskaya str., 4

✉4806144@mail.ru

<sup>2</sup>Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin".

350044, Russia, Krasnodar, Kalinina str., 13

**Abstract.** The effect of new fish feed on growth rates of sturgeon juveniles was studied. The aim of the research was to study the effect of using Manana Fish feed with 10% of live oligochaetes on growth and development rates of sturgeon juveniles. The work was carried out in Leningradsky District of the Krasnodar Territory. The experiment was conducted in pools. The duration of the experiment was 60 days. The number of fish in each group was 150 individuals. The study of chemical composition of the body of sturgeon juveniles and the amino acid composition of the feed was carried out at Yeisk Marine Fishing College. A comparison was made between the previously used compound feed produced on the farm and the compound feed for sturgeons "Manana Fish" STURGEON Y 50/18. The effect of the new feed was studied at a fish weight of 4 g. The control group received the main ration (MR); the 2nd group was given 90% of MR + 10% of live feed (oligochaetes - *enchytraeus sp*); the 3rd group was given 100% of "Manana Fish" feed; the 4th group received

90% of "Manana Fish" feed + 10% of live feed (oligochaetes). "Manana Fish" feed has a positive effect on growth and development of the sturgeon. Comparison to the control, the fish weight increased by 10.0...53.3%, the body length increased by 4.5...9.0%, the fatness factor increased by 9.8...18.2% in the groups that received "Manana Fish" feed in different ratios to the main ration. The most effective was to use Manana Fish feed in combination with live oligochaetes (enchytraeus sp).

**Keywords:** sturgeon, aquaculture, live feed, gain, amino acids, fatness coefficient, body length.

**For citation:** Results of using a new starter fish feed for sturgeons / D. A. Yurin, E. A. Maksim, A. A. Svistunov, Z. G. Dzhalyavan // Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy. 2025;1(69): 158-163 doi:10.18286/1816-4501-2025-1-158-163

**Исследование выполнено при финансовой поддержке Кубанского научного фонда в рамках научно-инновационного проекта № НИП-20.1/22.32.**

**Введение**

Компании, производящие акваорма, стремятся предлагать решения различных проблем, связанных с питанием и здоровьем рыб в аквакультуре. Решения для повышения эффективности корма и роста, а также улучшения здоровья рыб могут включать пищевые добавки, такие как пребиотики и пробиотики [1-3].

Регулирование питания оказывает влияние на микробный метаболизм и иммунные функции хозяина несколькими путями, которые могут включать избирательную бактериальную ферментацию питательных веществ, снижение барьерной функции кишечника, сверхэкспрессию генов, связанных с нарушениями, и нарушения как врожденного, так и адаптивного иммунитета [4-6].

В постоянно расширяющейся аквакультуре состав кормов определен как один из ключевых факторов, обеспечивающих экономическую и экологическую устойчивость этого сектора. Переход на корма с меньшим количеством неустойчивых ингредиентов животного происхождения, таких как рыбная мука, сложнее осуществить, особенно когда для их замены используются источники растительного белка [7-9].

Необходимость разработки нового поколения устойчивых, полноценных и экономически эффективных рецептов аквакормов привела к поиску альтернативных ингредиентов, способных заменить ингредиенты животного происхождения и, возможно, способных смягчить недостатки, связанные с источниками растительного белка, даже при низком содержании в рационе [10-12].

Кормление осетровых рыб – это ответственный процесс в их выращивании. Это требует соблюдения определенных правил и условий для обеспечения здоровья и интенсивного роста. Осетровые рыбы (например, осетр, белуга, стерлядь, севрюга) являются хищниками или всеядными, и их рацион зависит от возраста, вида и условий содержания.

Молодь осетровых рыб часто кормят живыми организмами, такими как артемия, дафния, мотыль или трубочник в дополнение к гранулированным стартерным комбикормам. Это особенно важно на ранних этапах развития осетровых рыб [13-15].

Олигохеты широко распространены в водной среде. Эти кольчатые черви являются жизненно важным компонентом водных систем. Они известны как

источник пищи для других беспозвоночных, рыб, земноводных и птиц. Некоторые виды имеют экономическое значение, поскольку они используются в качестве корма для выращиваемой рыбы. В связи с этим перспективным является изучение использования олигохет в качестве живых кормов для осетровых рыб [16-18].

Отмечены полезные результаты с точки зрения физиологических реакций рыб от использования живых кормов (червей и членистоногих в акваормах) [19, 20].

Цель проведенных исследований – изучить влияние использования корма «Manana Fish» и живых олигохет на показатели роста и развития молоди стербела для выявления их оптимального соотношения с основным рационом.

Поставленные задачи: провести анализ комбикормов для молоди стербела; установить влияние скармливания корма на показатели массы; выживаемость; затраты кормов на приросты мальков; установить экономическую эффективность.

**Материалы и методы**

Опыты были проведены в ООО «Албаши» Ленинградского района Краснодарского края.

Комбикорма ООО «Албаши» полностью соответствовали общепринятым нормам кормления для осетровых рыб (стербела).

Представленные в данной статье корма «Manana Fish» производит компания «Модус Гранум» по шведской технологии на немецком оборудовании. Данные корма обладают повышенным содержанием рыбной муки с низким перекисным и кислотным числом, гемоглобиновой муки с высокой степенью усвояемости. Производство данного экструдированного корма «Manana Fish» включает этапы:

1. Подготовка сырья.
2. Дозирование микроэлементов.
3. Экструдирование подготовленной смеси. Применение гравиметрического дозатора сырья позволяет контролировать скорость подачи сырья и регулировать остальные показатели работы экструдера, такие как:
  - количество подачи пара и воды в прекодиционер экструдера;
  - количество подачи воды в сам экструдер;
  - скорость узла нарезки стренга.
4. Уменьшение влажности гранул до требуемых значений.

#### 4.2.6. Рыбное хозяйство, аквакультура и промышленное рыболовство (биологические науки)

5. Вакуумное нанесение жиров:
- гранулы корма попадают в вакуумный смеситель, происходит снижение давления;
  - через форсунки в миксер поступает жир, который через поры попадает внутрь гранулы корма;
  - после впитывания жира давление в смесителе поднимается до атмосферного.
6. Охлаждение полученных гранул.
7. Упаковка корма в фасовочном цеху.
- Питательная и энергетическая ценность сравниваемых кормов представлена в таблице 1.

**Таблица 1. Характеристика изучаемых стартовых кормов**

Показатель	Основной рацион ООО «Албаши»	«Manana Fish»
Сырой протеин	46 %	50 %
Жир	14 %	18 %
Влажность	9 %	9 %
Сырая клетчатка	1,4 %	1,4 %
Фосфор	2,0 %	1,9 %
Зола	5,9 %	6 %
Углеводы	9,8 %	11,7 %
Витамин А	22500 МЕ	22500 МЕ
Витамин D3	5250 МЕ	5250 МЕ
Витамин Е	300 мг	300 мг
Витамин С	550 мг	550 мг
Энергия (в 1 кг корме):		
Общая энергия	4990 ккал	5050 ккал
Усвояемая энергия	4380 ккал	4440 ккал

По содержанию незаменимых аминокислот «Manana Fish» максимально приближен к норме потребности осетровых рыб.

Было произведено сравнение используемого в хозяйстве полнорационного стартового комбикорма с комбикормом для осетров «Manana Fish» ОСЕТР У 50/18 (табл. 1).

Рекомендуемая норма кормления для осетровых на 100 кг рыбы представлена в таблице 2.

**Таблица 2. Рекомендуемая норма кормления**

Рекомендуемая норма кормления для осетра на 100 кг рыбы в день								
Вес рыб, г	Размер гранул, мм	Температура воды (°C)						
		14	16	18	20	22	24	26
6-10	1,6	0,9	1,8	2,0	2,5	3,0	3,2	3,4
10-35	2	0,8	1,6	1,8	2,6	2,8	3,0	3,2
35-80	3	0,7	-	1,6	2,5	2,7	2,9	3,1

Изучение влияния корма «Manana Fish» проводили при массе рыбы 4 г.

Процент внесения корма в опыте на стербеле был следующим: 1 контрольная группа получала основной рацион (ОР). Группе 2 давали 90 % ОР и 10 % по массе корма живых кормов (олигохет энхитрей *Enchytraeus sp*). Группа 3 поедала корм, на 100 % состоящий из корма «Manana Fish». Группа 4 поедала корм, на 90 % состоящий из кормов «Manana Fish» +

10 % живых кормов (олигохет энхитрей *Enchytraeus sp*) (табл. 3).

Корм задавали в количестве 103,5 г на группу в сутки

**Таблица 3. Схема опыта**

Группа	Корм
1	Основной рацион хозяйства
2	90 % ОР + 10 % живой корм (олигохеты)
3	«Manana Fish» 100 %
4	«Manana Fish» - 90 % от ОР + 10 % живой корм (олигохеты)

Введение живых кормов в рацион молоди осетровых рыб обусловлено повышенной усвояемостью белка в их составе (за счет высокого содержания низкомолекулярных пептидов и свободных аминокислот). Увеличиваются приросты и выживаемость благодаря тому, что молодь рыб способна использовать ферменты, содержащиеся в поедаемых беспозвоночных [1, 8].

Опыт проведен в бассейнах. Водоснабжение в бассейнах осуществляли из скважин. Продолжительность опыта составляла 60 дней. Количество рыб в каждой группе - 150 шт. Исследование химического состава тела молоди стербела по содержанию влаги, протеина, жира и золы проводили в Ейском морском рыбопромышленном техникуме. На анализ было отправлено по 5 рыб из каждой группы.

Определяли валовой и среднесуточные приросты по периодам.

Длину рыбы измеряли от вершины рыла до вертикали конца наиболее длинной лопасти хвостового плавника при горизонтальном положении рыбы.

Коэффициент упитанности определяли как отношение массы к длине тела по формуле Т. Фультона.

Выживаемость определяли в процентном соотношении выжившей рыбы к исходному количеству.

Потребление и затраты кормов определяли ежедневно.

Экономическую эффективность рассчитывали в соответствии с рекомендациями В.Е. Федяева (Федяев В. Е. *Методические рекомендации по нормированию потребности сырья и основных материалов при выращивании рыбы в прудовых хозяйствах* // Известия. ВНИИПРХ. 2013. С.26.)

Результаты обработаны методом вариационной статистики по методам Лакин, 1990. Для оценки достоверности различий применяли t – критерий Стьюдента. Различия считали статистически достоверными при \* – P<0,05; \*\* – P<0,01; \*\*\* – P<0,001.

#### Результаты

Корм «Manana Fish» задавали в количестве 0,69 г на голову в сутки, его поедаемость была равна 100 %.

Показатели выращивания стербела приведены в таблице 4.

Таблица 4. Рыбоводно-биологические показатели молоди стербела

Группа	Показатель						
	Средняя масса рыб, г:		Длина конечная, см	Валовой прирост 1 рыбы, г	Средне-суточный прирост, г	Выживаемость, %	Коэффициент упитанности
	начальная	конечная					
1	4,0±0,1	30±1	11,0±0,2	26,0±1,0	0,43±0,01	92	2,25±0,03
2	4,0±0,2	33±1*	11,0±0,2	29,0±1,2	0,48±0,02*	93,6	2,47±0,02*
3	4,0±0,1	40±2***	11,5±0,2	36,0±1,3***	0,60±0,01***	98,0**	2,63±0,04*
4	4,0±0,1	46±2***	12,0±0,3*	42,0±1,7***	0,70±0,02***	99,0***	2,66±0,02*

Примечание: различия с контрольной группой \* - при  $P<0,05$ ; \*\* - при  $P<0,01$ ; \*\*\* - при  $P<0,001$ .

Начальная масса стербела между группами не отличалась. В конце выращивания в опыте на молоди стербела масса рыбы увеличилась в группах, потреблявших корма «Manana Fish» в различном соотношении с ОР на 10,0...53,3 %.

Длина тела у молоди стербела, потреблявшей корма «Manana Fish» в различном соотношении с ОР, превышала контроль на 4,5...9,0 %. Коэффициент упитанности у рыб, потреблявших корма «Manana Fish» в различном соотношении с ОР, превышал контроль на 9,8...18,2 %. Выживаемость рыбы в опытных группах увеличилась в сравнении с контрольной: во 2 – на 1,6 %; в 3 – на 6 %; в 4 – на 7 %.

Потребление корма во всех группах не отличалось (табл. 5).

Таблица 5. Потребление и затраты кормов молодь стербела

Группа	Показатель		
	Потреблено корма на 1 голову, г	Затраты кормов, кг/кг прироста	В % к контролю
1	41,3	1,6	100
2	41,3	1,4	87,5
3	41,3	1,1	68,7
4	41,3	1	62,5

Сокращение затрат кормов на 1 кг прироста по сравнению с контролем отмечено во 2 группе на 12,5 %; в 3 – на 31,3 %; в 4 – на 37,5 %.

Таблица 6. Химический состав тела молоди стербела

Группа	Показатель			
	Влага	Протеин	Жир	Зола
1	79,2	16,2	3,3	1,1
2	79,6	16,3	3,1	1
3	72,6	22,8	3,4	1,2
4	71,4	24,1	3,4	1,1

Содержание белка во 2 группе увеличилось по сравнению с контролем на 0,1 %; в 3 – на 6,6 %; в 4 – на 7,9 % (табл. 6). Количество жира по сравнению с контролем меньше на 0,2 % во 2 группе. В 3 и 4 группах произошло увеличение содержания жира на 0,1 %. Количество влаги во 2 группе возросло на 0,4 %. В 3 группе содержание влаги уменьшилось на

6,6 %, в 4 группе – на 7,8 %. Содержание золы уменьшилось на 0,1 % во 2 группе. В 3 группе содержание золы увеличилось на 0,1 %, а в 4 группе не отличалось от контроля.

Содержание аминокислот в кормах «Manana fish» в мелких и крупных гранулах представлено в таблице 7.

Таблица 7. Содержание аминокислот в кормах «Manana fish», %

Аминокислота	Крупная гранула	Мелкая гранула
Лизин	3,60±0,05	3,60±0,05
Метионин	1,30±0,02	1,30±0,01
Цистин	0,46±0,01	0,42±0,01*
Триптофан	0,15±0,01	0,15±0,01

Примечание: различия с контрольной группой \* - при  $P<0,05$

По аминокислотному составу в комбикормах «Manana fish» между крупной и мелкой фракцией не выявлено достоверных различий за исключением цистина – на 9,5 % при  $P<0,05$ .

Валовой прирост, в сравнении с контролем во 2 группе, был больше на 4,50 кг; в 3 – на 13,50 кг; в 4 – на 14,25 кг.

Наибольший экономический эффект был в 4 группе. Он составил 17984,38 рубля дополнительной прибыли в сравнении с контролем.

#### Обсуждение

Использование корма «Manana fish» в сочетании с живыми олигохетами показало наибольшую эффективность. В группе, получавшей такой рацион, установлена наибольшая выживаемость рыбы, самые высокие приросты и наименьшие затраты корма на 1 кг прироста. Полученные данные согласуются с результатами исследований Т. В. Портной и Т. Gebauer и др. Отечественные и зарубежные авторы обосновывают введение живых кормов в рацион молоди осетровых рыб повышенной усвояемостью белка в их составе (за счет высокого содержания низкомолекулярных пептидов и свободных аминокислот). Увеличиваются приросты и выживаемость благодаря тому, что молодь рыб способна использовать ферменты, содержащиеся в поедаемых беспозвоночных [1, 8].

##### Заключение

Корма «Manana fish» положительно влияют на показатели роста и развития стербела. В конце выращивания в опыте на молоди стербела масса рыбы увеличилась в группах, потреблявших корма «Manana Fish» в различном соотношении с основным рационом, на 10,0...53,3 %. Длина тела у молоди стербела, потреблявшей корм «Manana Fish» в

различном соотношении с основным рационом превышала контроль на 4,5...9,0 %. Коэффициент упитанности у рыб, потреблявших корма «Manana Fish» в различном соотношении с основным рационом, превышал контроль на 9,8...18,2 %. Наиболее эффективным стало использование корма «Manana fish» в сочетании с живыми олигохетами (энхитрей *Enchytraeus sp.*).

##### Литература

1. Портная Т. В., Другакова А. Д. Живые корма в стартовом кормлении молоди осетровых // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. 2018. № 21-1. С. 180-186.
2. Feed, Microbiota, and Gut Immunity: Using the Zebrafish Model to Understand Fish Health / A. D. Nadal, W. Ikeda-Ohtsubo, D. Sipkema, et al. // Front Immunol. 2020. Vol. 11. P. 12-25.
3. Effects of low-protein-high-starch diet on growth performance, glucose and lipid metabolism of Amur sturgeon (*Acipenser schrenckii*) during feeding and starvation phases // X. Zhang, Y. Zhu, H. Wei, et al. // Aquaculture. 2023 Vol. 562. P. 73-87.
4. Анализ состояния и перспективные направления развития аквакультуры: научный аналитический обзор / Н. А. Головина, Н. Н. Романова, П. П. Головин и др. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. 88 с.
5. Юрина Н. А., Максим Е. А., Мачнева Н. Л. Оптимизация кормовых рационов молоди осетра при использовании споросодержащих пробиотиков // Аграрная Россия. 2017. № 3. С. 30-33.
6. Leeper A. Enhancement of Soybean Meal Alters Gut Microbiome and Influences Behavior of Farmed Atlantic Salmon (*Salmo salar*) // Animals (Basel). 2023. Vol. 52. P. 45-50.
7. Effects of dietary raffinose on growth, non-specific immunity, intestinal morphology and microbiome of juvenile hybrid sturgeon (*Acipenser baeri* Brandt ♀ × *A. schrenckii* Brandt ♂) / X. Guanling, W. Xing, L. Tieliang, et al // Animals (Basel). 2018. Vol. 72. P. 237-246.
8. The Effect of Different Feeding Applications on the Swimming Behaviour of Siberian Sturgeon: A Method for Improving Restocking Programmes / T. Gebauer, R. Gebauer, P. Císař, et al // Biology (Basel). 2021. Vol. 10ю No. 11. P. 1162.
9. Li D, Du L. Recent advances of deep learning algorithms for aquacultural machine vision systems with emphasis on fish // Artificial Intelligence Review. 2021. Vol. 13 P. 66-90. doi: 10.1007/s10462-021-10102-3
10. Singh A. K. Emerging scope, technological up-scaling, challenges and governance of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) production in Himalayan region // Aquaculture. 2020. Vol. 518. P. 734-826 doi: 10.1016/j.aquaculture.2019.734826
11. Katopodis C. Sturgeon survival: the role of swimming performance and fish passage research / C. Katopodis, L. Cai, D. Johnson // Fish. Res. 2019. Vol. 212. P. 162-171 doi: 10.1016/j.fishres.2018.12.027.
12. Overfeeding-Induced Obesity Could Cause Potential Immunophysiological Disorders in Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) / H. Roh, J. Park, A. Kim, et al. // Animals, 2020. Vol. 10. P. e1499.
13. Anti-foodborne enteritis effect of galantamine potentially via acetylcholine anti-inflammatory pathway in fish / N. Wu, X. Xu, B. Wang et al. // Fish Shellfish. Immunol, 2020. Vol. 97. P. 204-215.
14. Kuoyao L. Effects of raw material extrusion and steam conditioning on feed pellet quality and nutrient digestibility of growing meat rabbits / L. Kuoyao, C. Jingyi, S. Zhujun, et al. // Animal Nutrition, 2017. № 3. P. 151-155.
15. Hamre, K. Fish larval nutrition and feed formulation: knowledge gaps and Bottlenecks for advances in larval rearing / K. Hamre, M. Yuyfera, I. Rynnestad // Reviews in Aquaculture. 2013. № 5. P. 26-58.
16. Effects of heating duration on the digestibility of fish protein powders at 99 °C in vitro using yellowtail *Seriola quinqueradiata* digestive enzymes / A. Tadashi, Y. Motoshige, I. Kenji, et al. // Fisheries Science, 2023. Vol. 89. doi: 10.1007/s12562-023-01709-2.
17. Zhu S. J., Goodhill G. J. From perception to Behavior: The neural circuits underlying prey hunting in larval zebrafish // Frontiers in Neural Circuits, 2023. Vol. 17. doi: 10.3389/fncir.2023.1087993.
18. Ruban G. I. Exogenous Feeding in the Early Life Stages of Sturgeon (*Acipenseridae*) (Review) // Inland Water Biology, 2020. Vol. 13. No. 4. P. 613-619.
19. Different animal metabolism markers for *Artemia nauplii* in crude protein digestibility assay for *Lophiosilurus alexandri* larvae / J. Saliba, F. Santos, E. Saliba, et al. // Fishes. 2023. No. 8. P.110.
20. Lee S., Zhai S., Deng D. F. Feeding strategies for adapting lake sturgeon (*Acipenser fulvescens*) larvae to formulated diets at early life stages // Animals, 2022. № 12. P. 3128. doi: 10.3390/ani12223128.

##### References

1. Portnaya T. V., Drugakova A. D. Live feed in the starter feeding of sturgeon juveniles // Current problems of intensive development of animal husbandry. 2018. No. 21-1. P. 180-186.

2. Feed, Microbiota, and Gut Immunity: Using the Zebrafish Model to Understand Fish Health / A. D. Nadal, W. Ikeda-Ohtsubo, D. Sipkema, et al. // *Front Immunol.* 2020. Vol. 11. P. 12-25.
3. Effects of low-protein-high-starch diet on growth performance, glucose and lipid metabolism of Amur sturgeon (*Acipenser schrenckii*) during feeding and starvation phases // X. Zhang, Y. Zhu, H. Wei, et al. // *Aquaculture.* 2023 Vol. 562. P. 73-87.
4. Analysis of the state and promising directions of aquaculture development: scientific analytical review / N. A. Golovina, N. N. Romanova, P. P. Golovin et al. Moscow: Federal State Budgetary Scientific Institution "Rosinformagrotech", 2019. 88 p.
5. Yurina N. A., Maxim E. A., Machneva N. L. Improvement of feed rations for juvenile sturgeon using spore-containing probiotics // *Agricultural Russia.* 2017. No. 3. P. 30-33.
6. Leeper A. Enhancement of Soybean Meal Alters Gut Microbiome and Influences Behavior of Farmed Atlantic Salmon (*Salmo salar*) // *Animals (Basel).* 2023. Vol. 52. P. 45-50.
7. Effects of dietary raffinose on growth, non-specific immunity, intestinal morphology and microbiome of juvenile hybrid sturgeon (*Acipenser baeri* Brandt ♀ × *A. schrenckii* Brandt ♂) / X. Guanling, W. Xing, L. Tieliang, et al // *Animals (Basel).* 2018. Vol. 72. R. 237-246.
8. The Effect of Different Feeding Applications on the Swimming Behavior of Siberian Sturgeon: A Method for Improving Restocking Programs / T. Gebauer, R. Gebauer, P. Císař, et al // *Biology (Basel).* 2021. Vol. 10th No. 11. P. 1162.
9. Li D, Du L. Recent advances of deep learning algorithms for aquacultural machine vision systems with emphasis on fish // *Artificial Intelligence Review.* 2021. Vol. 13 P. 66-90. doi: 10.1007/s10462-021-10102-3
10. Singh A. K. Emerging scope, technological up-scaling, challenges and governance of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) production in the Himalayan region // *Aquaculture.* 2020. Vol. 518. P. 734-826 doi: 10.1016/j.aquaculture.2019.734826
11. Sturgeon survival: the role of swimming performance and fish passage research / C. Katopodis, L. Cai, D. Johnson et al. // *Fish. Res.* 2019. Vol. 212. P. 162-171 doi: 10.1016/j.fishres.2018.12.027
12. Overfeeding-Induced Obesity Could Cause Potential Immunophysiological Disorders in Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) / N. Roh, J. Park, A. Kim, et al. // *Animals,* 2020. Vol. 10. R. e1499
13. Anti-foodborne enteritis effect of galantamine potentially via acetylcholine anti-inflammatory pathway in fish / N. Wu, H. Xu, B. Wang et al. // *Fish Shellfish. Immunol,* 2020. Vol. 97. R. 204-215.
14. Kuoyao L. Effects of raw material extrusion and steam conditioning on feed pellet quality and nutrient digestibility of growing meat rabbits / L. Kuoyao, C. Jingyi, S. Zhujun, et al. // *Animal Nutrition.* 2017. No. 3. P. 151-155.
15. Fish larval nutrition and feed formulation: knowledge gaps and Bottlenecks for advances in larval rearing / K. Hamre, M. Yuyfera, I. Rynnestad et al. // *Reviews in Aquaculture.* 2013. No. 5. P. 26-58.
16. Effects of heating duration on the digestibility of fish protein powders at 99 °C in vitro using yellowtail *Seriola quinqueradiata* digestive enzymes / A. Tadashi, Y. Motoshige, I. Kenji, et al. // *Fisheries Science.* 2023. Vol. 89. doi: 10.1007/s12562-023-01709-2
17. Zhu S. I., Goodhill G. J. From perception to Behavior: The neural circuits underlying prey hunting in larval zebrafish // *Frontiers in Neural Circuits,* 2023. Vol. 17. doi: 10.3389/fncir.2023.1087993.
18. Ruban G. I. Exogenous Feeding in the Early Life Stages of Sturgeon (*Acipenseridae*) (Review) // *Inland Water Biology.* 2020. Vol. 13. No. 4. P. 613-619.
19. Different animal metabolism markers for *Artemia nauplii* in crude protein digestibility assay for *Lophiosilurus alexandri* larvae / J. Saliba, F. Santos, E. Saliba, et al. // *Fishes.* 2023. No. 8. P.110.
20. Lee S., Zhai S., Deng D. F. Feeding strategies for adapting lake sturgeon (*Acipenser fulvescens*) larvae to formulated diets at early life stages // *Animals,* 2022. No. 12. P. 3128. doi: 10.3390/ani12223128.