

Животноводство и кормопроизводство. 2025. Т. 108. № 4. С. 261-273.
Animal Husbandry and Fodder Production. 2025. Vol. 108. No. 4. P. 261-273.

Научная статья
УДК 639.3.043
doi:10.33284/2658-3135-108-4-261

Сравнительная оценка эффективности использования пробиотика Натупро в кормлении форели и стерляди

Жанна Викторовна Кошак¹, Артур Николаевич Ильяшенко², Светлана Михайловна Дегтярик³, Светлана Васильевна Полоз⁴, Евгения Владимировна Максимьюк⁵

^{1,3,4,5} РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр национальной академии наук Беларуси по животноводству», Минск, Республика Беларусь

² Bioproton Europe Oy, Каарина, Финляндия

¹ koshak.zn@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-8194-8896>

² arturbio@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6755-5180>

³ lavrushnek@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3589-1670>

⁴ lana.poloz@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-6722-3573>

⁵ jenya_maksimjuk@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0004-0497-8679>

Аннотация. Высокая термостабильность и широкий спектр положительного действия обеспечивают возможность применения бациллярных пробиотиков в кормах в качестве инструмента повышения продуктивности рыб. В связи с ограниченным выбором препаратов с доказанной эффективностью применения в аквакультуре изучение потенциальных пробиотических добавок является важной задачей для поддержания и развития отечественных производителей комбикормов. В рамках данной научной работы было изучено влияние многоштабного пробиотика Натупро на показатели выращивания, качество продукции и состояние здоровья молодняка форели и стерляди. Было выявлено, что применение пробиотика в дозировке 500 г/т способствует повышению скорости роста рыб относительно интактного контроля: у двухлеток форели – на 23,8 % ($P \leq 0,05$), стерляди – на 42,5 % ($P \leq 0,05$). У обоих видов рыб, получавших корма с Натупро, наблюдалось снижение затрат корма на 1 кг прироста живой массы: у форели – на 10,0 % ($P \leq 0,05$), у стерляди – на 29,0 % ($P \leq 0,05$).

Ключевые слова: форель, стерлядь, кормление, пробиотик, кормовая добавка, *Bacillus*

Для цитирования: Сравнительная оценка эффективности использования пробиотика Натупро в кормлении форели и стерляди / Ж.В. Кошак, А.Н. Ильяшенко, С.М. Дегтярик, С.В. Полоз, Е.В. Максимьюк // Животноводство и кормопроизводство. 2025. Т. 108. № 4. С. 261-273. [Koshak ZV, Ilyashenko AN, Degtyarik SM, Poloz SV, Maksimjuk EV. Comparative evaluation of the efficiency of the probiotic Natupro in feeding trout and sterlet. Animal Husbandry and Fodder Production. 2025;108(4):261-273. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-108-4-261>

Original article

Comparative evaluation of the efficiency of the probiotic Natupro in feeding trout and sterlet

Zhanna V Koshak¹, Arthur N Ilyashenko², Svetlana M Degtyarik³, Svetlana V Poloz⁴, Evgeniya V Maksimjuk⁵

^{1,3,4,5} RUE "Institute of Fisheries" RUE "Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus on Animal Husbandry", Minsk, Belarus

² Bioproton Europe Oy, Kaarina, Finland

¹ koshak.zn@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-8194-8896>

² arturbio@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6755-5180>

³ lavrushnek@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3589-1670>

⁴ lana.poloz@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-6722-3573>

⁵ jenya_maksimjuk@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0004-0497-8679>

Abstract. High thermal stability and a wide range of positive effects provide the possibility of using bacillary probiotics in feed as a tool for increasing fish productivity. Due to the limited choice of drugs

with proven efficacy in aquaculture, the study of potential probiotic additives is an important task for the maintenance and development of domestic feed producers. Within the framework of this scientific work, the effect of the Natupro multi-strain probiotic on the cultivation, product quality and health status of young trout and sterlet was studied. It was found that the use of a probiotic at a dosage of 500 g/t increases the growth rate of fish relative to intact control: in two-year-old trout - by 23.8% ($P \leq 0.05$), sterlet – by 42.5% ($P \leq 0.05$). In all both fish species fed with Natupro, there was a decrease in feed costs per 1 kg of live weight gain: trout – by 10.0 % ($P \leq 0.05$), sterlet – by 29.0% ($P \leq 0.05$).

Keywords: trout, sterlet, feeding, probiotic, feed additive, *Bacillus*

For citation: Koshak ZV, Ilyashenko AN, Degtyarik SM, Poloz SV, Maksimiyuk EV. Comparative evaluation of the efficiency of the probiotic Natupro in feeding trout and sterlet. Animal Husbandry and Fodder Production. 2025;108(4):261-273. (In Russ.). <https://doi.org/10.33284/2658-3135-108-4-261>

Введение.

Современные требования к качеству рыбных кормов включают следующие аспекты: питательная ценность, органолептические показатели, безопасность, требования к сырью и маркировка. На сегодняшний день в России зарегистрировано 46 кормовых добавок пробиотического типа (Шаабан М., 2023). При этом лишь единицы из них содержат в своих инструкциях рекомендации по использованию в кормлении рыб. Это затрудняет возможность их применения в отрасли аквакультуры. В связи с этим возникает необходимость поиска добавок, отвечающих требованиям изготовления рыбных кормов, и изучения их влияния на показатели выращивания, качество продукции и физиологическое состояние рыб.

Активное внедрение пробиотиков в практику кормления животных, в связи с уходом от использования кормовых антибиотиков в сельском хозяйстве, делает их привлекательным ингредиентом для рыбных комбикормов. Кроме того, было установлено, что добавки на их основе способствуют активизации специфических и неспецифических систем защиты организма, нормализуют и ускоряют течение пищеварительных процессов, повышают иммунный статус и устойчивость организма к заболеваниям (Ильяшенко А.Н., 2022; Зуева М.С., 2022). Их добавление в рыбные корма необходимо для послестрессовой адаптации (после бонитировки, в условиях резкой смены температурного режима, применения антибиотиков, химиопрепаратов, дезинфектантов), снижения кормозатрат и повышения эффективности выращивания объектов аквакультуры (Жандалгарова А.Д. и др., 2018).

Большим потенциалом для использования в рыбных кормах обладают препараты на основе бактерий рода *Bacillus*. Они хорошо изучены, термостабильны, имеют широкий набор функциональных особенностей и положительно влияют на результаты выращивания рыб. В научной литературе встречаются данные о снижении содержания токсических элементов (Al, As, Hg) в мышечной ткани рыбы при скармливании *Bacillus subtilis* (Аринжанов А.Е., 2022).

В ходе своей жизнедеятельности эти бактерии активно продуцируют ферменты, аминокислоты и другие биологически активные субстраты, в том числе бактериоцины (антимикробные пептиды), способствующие подавлению роста патогенных бактерий в пищеварительной системе у рыб (Diabankana RGC et al., 2021; Похиленко В.Д. и др., 2022).

Некоторые представители рода *Bacillus*, находясь в вегетативной форме, способны образовывать микропленки (биоопленки) на поверхности кишечника. Это свойство позволяет им дольше оставаться внутри макроорганизма и защищать полезную микрофлору в условиях воздействия неблагоприятных факторов (Arnaouteli S et al., 2021).

Комбинированное использование нескольких штаммов *Bacillus spp.* в составе одной добавки позволяет снизить их расход и повысить экономическую отдачу за счет эффекта синергизма (Ильяшенко А.Н., 2023).

Цель исследования.

Оценить эффективность применения кормовой добавки Натупро в составе комбикормов для радужной форели и стерляди.

Материалы и методы исследований.

Объект исследования. Двухгодовалая молодь радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*) и стерляди (*Acipenser ruthenus*).

Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями и рекомендациями нормативных актов: Модельный закон Межпарламентской Ассамблеи государств-участников Содружества Независимых Государств "Об обращении с животными", ст. 20 (постановление МА государств-участников СНГ № 29-17 от 31.10.2007 г.). При проведении исследований были предприняты меры для обеспечения минимума страданий рыбы и уменьшения количества исследуемых опытных образцов.

Схема эксперимента. Исследования проведены на базе Лаборатории кормов и Лаборатории болезней рыб РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству» в период с июня по август 2024 года. Рыбу распределили в 4 одинаковых аквариума, водоизмещением 250 л, по 10 экземпляров в каждый (табл. 1).

Таблица 1. Экспериментальные группы и их отличительные особенности
Table 1. Experimental groups and their distinctive features

Группа / Group	Кол-во экз. / Number of copies	Особенности кормления / Feeding features
Контрольная, форель / Control, trout	10	Основной рацион для молоди форели (ОРФ) / Basic diet for juvenile trout (BDT)
Опытная, форель / Experimental, trout	10	ОРФ+Натупро, 500 г/т / BDT+Natupro, 500 g/t
Контрольная, стерлядь / Control, sterlet	10	Основной рацион для молоди стерляди (ОРС) / Basic diet for juvenile sterlet (BDS)
Опытная, стерлядь / Experimental, sterlet	10	ОРС+Натупро, 500 г/т / BDS+ Natupro, 500 g/t

Комбикорма производили на научной линии по производству комбикормов для рыб, производительностью 10 кг/ч. В контрольных группах объекты исследования получали корма с учетом видовых особенностей, изготовленных в соответствии с требованиями ТУ БУ 100035627.025-2020 без внесения дополнительных добавок. В опытных группах рыбам скармливали корма того же типа, что и в видовом контроле, но с добавлением пробиотика Натупро в дозировке 500 г/т. В состав кормовой добавки входят четыре штамма живых культур лиофилизированных спорообразующих бактерий рода *Bacillus*: *B. amyloliquefaciens* (BP-0-11-1) – не менее $1,5 \times 10^8$ КОЕ/г, *B. amyloliquefaciens* (BP-0-14-1) – не менее $1,5 \times 10^8$ КОЕ/г, *B. licheniformis* (BP-0-12-1) – не менее $1,5 \times 10^8$ КОЕ/г, *B. subtilis* (BP-0-13-1) – не менее $1,5 \times 10^8$ КОЕ/г (Ильяшенко А.Н., 2024).

Кормление рыб осуществлялось ежедневно 3 раза в день с интервалом 3 часа по поедаемости комбикорма рыбами. Учет расхода комбикорма велся ежедневно. Продолжительность опыта составила 26 суток.

Оборудование и технические средства. Исследования выполнены с использованием приборной базы лаборатории кормов и лаборатории болезней рыб на базе РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству». Гематологические исследования проводили по стандартным методикам. Уровень содержания гемоглобина определяли с помощью гемометра Сали, общее содержание эритроцитов – с использованием камеры Горяева, общий белок сыворотки крови – с помощью рефрактометра ИРФ – 22 (Казанский оптико-механический завод, г. Казань).

Статистическая обработка. Данные выражаются в виде средних значений \pm стандартной ошибки среднего значения ($M \pm m$). Статистический анализ проводился с помощью офисного пакета

программ «Microsoft Office» с применением «Excel» («Microsoft», США) с обработкой данных в «Statistica 10.0» («StatSoft Inc.», США). Значимость групповых различий оценивали с помощью t-критерия Стьюдента при $P \leq 0,05$, признанного достоверным.

Результаты исследования.

Перед началом проведения опыта экспериментальные комбикорма были проверены на соответствие их качества требованиям ТУ ВУ 100035627.025-2020 «Комбикорм экструдированный производственный для лососевых и осетровых рыб». Результаты анализа представлены в таблице 2.

Таблица 2. Показатели качества комбикормов для форели и стерляди
Table 2. Feed quality indicators for trout and sterlet

Показатель / <i>Indicator</i>	Группы форели / <i>Trout groups</i>		Группы стерлядь / <i>Sterlet groups</i>	
	контрольная / <i>control</i>	опытная / <i>experimental</i>	контрольная / <i>control</i>	опытная / <i>experimental</i>
Влажность, % / <i>Humidity, %</i>	6,9±0,07	6,6±0,09	9,9±0,12	9,6±0,01
Сух. в-во, % / <i>Dry matter, %</i>	93,1±0,07	93,4±0,09	90,1±0,12	90,4±0,01
Сырой протеин, % / <i>Crude protein, %</i>	43,5±0,15	43,8±0,81	41,9±0,25	42,1±0,80
Сырой жир, % / <i>Raw fat, %</i>	22,0±0,06	21,8±0,15	14,3±0,09	14,3±0,09
Сырая клетчатка, % / <i>Raw fiber, %</i>	2,0±0,07	2,0±0,16	2,0±0,04	2,0±0,05
Легкогидролизуемые угле- воды, мкг/мл / <i>Hydrolyzable</i> <i>carbohydrates, mkg/ml</i>	17,6±0,21	17,0±0,05	24,1±0,06	24,0±0,02
Трудногидролизуемые уг- леводы, мкг/мл / <i>Not-</i> <i>hydrolysable carbohydrates,</i> <i>mkg/ml</i>	2,0±0,04	2,0±0,04	2,03±0,02	2,01±0,03
Кислотное число, мг КОН/г / <i>Acid number, mg KOH/g</i>	13,9±0,12	14,4±0,02	14,2±0,09	14,1±0,13
Перекисное число, I ₂ /100 г / <i>Peroxide number, I₂/100 g</i>	0,1±0,01	0,1±0,01	0,1±0,00	0,1±0,03

Данные измерений находились в пределах допустимых значений, прописанных в ТУ ВУ 100035627.025-2020. По показателям кислотного и перекисного числа все проанализированные образцы отвечают нормам безопасности комбикормов для радужной форели и осетра (стерляди) в соответствии с «Ветеринарно-санитарными правилами обеспечения безопасности в ветеринарно-санитарном отношении кормов и кормовых добавок», утвержденных постановлением Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь от 10.02.2011 г № 10.

В ходе проведенных исследований было установлено, что применение пробиотика Натупро способствовало повышению скорости роста рыб из опытных групп. Данные представлены в таблице 3.

В группе радужной форели, где рыба получала корма с Натупро, было отмечено увеличение абсолютного и среднесуточного прироста относительно контроля на 23,8 % ($P \leq 0,05$) и на 23,0 % ($P \leq 0,05$) соответственно. Для достижения этих результатов потребовалось на 15,2 % ($P \leq 0,05$) меньше корма, а его затраты на 1 кг прироста живой массы были на 10,0 % ($P \leq 0,05$) ниже, чем в контроле.

Таблица 3. Основные характеристика выращивания форели и стерляди
 Table 3. The main characteristics of trout and sterlet farming

Показатель / <i>Indicator</i>	Группы форели / <i>Trout groups</i>		Группы стерлядь / <i>Sterlet groups</i>	
	контрольная / <i>control</i>	опытная / <i>experimental</i>	контрольная / <i>control</i>	опытная / <i>experimental</i>
Начальная живая масса, г / <i>Initial body weight, g</i>	1292,3±7,13 ^a	1310,7±7,36 ^a	1718,7±8,97 ^b	1742,0±4,58 ^b
Конечная живая масса, г / <i>Final body weight, g</i>	1498,7±8,21 ^a	1566,0±23,01 ^a	1942,3±8,67 ^b	2061,3±6,77 ^c
Абсолютный прирост (26 дней), г / <i>Absolute weight gain, (26 days), g</i>	206,3±1,76 ^a	255,3±2,19 ^b	224,0±2,31 ^a	319,3±4,33 ^c
Среднесуточный прирост, г / <i>Average daily gain, g</i>	7,4±0,07 ^a	9,1±0,08 ^b	8,0±0,09 ^c	11,4±0,17 ^c
Расход корма (26 дней), г/гол. / <i>Feed costs (26 days), g/head</i>	204,9±1,17 ^a	236,1±0,78 ^b	446,9±1,19 ^c	452,9±0,60 ^c
Затраты корма на 1 кг прироста живой массы, кг / <i>Feed costs per 1 kg of live weight gain, kg</i>	1,0±0,01 ^a	0,9±0,01 ^b	2,00±0,01 ^c	1,42±0,02 ^d

Примечание: здесь и далее, a,b,c,d – разность достоверна при P≤0,05

Note: hereafter, a,b,c,d – the difference is significant at P≤0.05

Абсолютный прирост живой массы стерляди в опытной группе значительно выше, чем в контрольной группе, достоверная разность по показателю составила 42,5 % (P≤0,05). Конечная живая масса стерляди из этой группы была выше контрольных значений на 6,1 % (P≤0,05), а затраты корма на 1 кг прироста живой массы ниже на 29,0 % (P≤0,05).

По прошествии 28 дней с начала проведения опыта из каждой группы было отобрано по 5 рыб для взятия крови, вскрытия, отбора образцов мышц и печени. Анализ крови не выявил достоверных изменений в СОЭ, содержании гемоглобина, количестве эритроцитов и общего белка крови в группах, где в кормах использовали пробиотик Натупро по отношению к контролю (табл. 4).

Таблица 4. Гематологические показатели крови рыб
 Table 4. Hematological parameters of fish blood

Показатель / <i>Indicator</i>	Группы форели / <i>Trout groups</i>		Группы стерлядь / <i>Sterlet groups</i>	
	контрольная / <i>Control</i>	опытная / <i>Experimental</i>	контрольная / <i>Control</i>	опытная / <i>Experimental</i>
СОЭ, мм/ч / <i>ESR, mm/h</i>	4,5±0,50	4,4±0,88	3,0±1,20	2,0±0,00
Гемоглобин, г/л / <i>Hemoglobin, g/l</i>	89,8±8,64	104,0±8,4	70,4±4,88	90,0±24,33
Количество эритроцитов, 10 ¹² /л / <i>RBC number, 10¹²/l</i>	1,4±0,27	2,0±0,26	0,66±0,18	1,49±0,70
Общей белок, г/л / <i>Total protein, g/l</i>	15,0±5,29	23,4±10,3	8,92±2,10	17,3±3,59

Следует отметить тенденцию к снижению СОЭ и увеличению гемоглобина крови, количества эритроцитов и общего белка крови в группах с пробиотиком как у форели, так и у стерляди. Имели место выраженные межвидовые особенности – наибольшей величины исследуемые показатели достигали у форели, а наименьшей, за небольшим исключением, – у стерляди.

У препарированных рыб было нормальное состояние внутренних органов, без каких-либо, заметных невооруженным глазом, патологий.

Биохимический анализ мышечной ткани рыб показал отсутствие влияния пробиотика Натупро на ее состав (табл. 5).

Таблица 5. Состав мышечной ткани радужной форели и стерляди
Table 5. Composition of muscle tissue of rainbow trout and sterlet

Показатель / <i>Indicator</i>	Группы форели / <i>Trout groups</i>		Группы стерлядь / <i>Sterlet groups</i>	
	контрольная / <i>control</i>	опытная / <i>experimental</i>	контрольная / <i>control</i>	опытная / <i>experimental</i>
Влажность, % / <i>Humidity, %</i>	76,0±0,31	75,1±0,20	74,4±0,40	73,4±0,31
Сухое вещество, % / <i>Dry matter, %</i>	24,0±0,31	24,9±0,20	25,6±0,40	26,6±0,31
Сырая зола, % / <i>Raw ash, %</i>	2,5±0,35	2,2±0,13	2,4±0,19	2,3±0,06
Сырой протеин, % / <i>Crude protein, %</i>	16,6±0,27	18,3±0,78	16,0±0,14	17,0±0,11
Сырой жир, % / <i>Raw fat, %</i>	4,9±0,23 ^a	4,4±0,45 ^a	7,2±0,07 ^b	7,4±0,36 ^b

Были обнаружены межвидовые различия. Мышцы стерляди содержали на 2,3-3,0 % ($P \leq 0,05$) больше сырого жира, чем мышцы форели.

Анализ образцов печени и мышц на содержание гликогена показал, отсутствие влияния кормовой добавки Натупро на его концентрацию в тканях форели и стерляди (табл. 6).

Таблица 6. Содержание гликогена в печени и мышцах радужной форели и стерляди
Table 6. Glycogen content in liver and muscles of rainbow trout and sterlet

Показатель / <i>Indicator</i>	Группы форели / <i>Trout groups</i>		Группы стерлядь / <i>Sterlet groups</i>	
	контрольная / <i>control</i>	опытная / <i>experimental</i>	контрольная / <i>control</i>	опытная / <i>experimental</i>
Гликоген печени, % / <i>Liver glycogen, %</i>	1,1±0,03	1,1±0,07	2,2±0,08	2,0±0,06
Гликоген мышц, % / <i>Muscle glycogen, %</i>	9,1±0,07	9,1±0,11	21,0±0,11	21,0±0,20

Следует отметить выраженные межвидовые различия. Содержание гликогена в образцах стерляди было 2,0-2,3 раза выше, чем у радужной форели, причем у обоих видов рыб его концентрация в печени была выше, чем в мышцах в 9,0-10,5 раз.

Обсуждение полученных результатов.

Актуальной задачей современного кормопроизводства является оптимизация рецептур рыбных кормов. Постоянно ведется поиск препаратов, кормовых добавок и иных субстанций, положительно влияющих на физиологическое состояние организма рыб и их устойчивость к небла-

гоприятным факторам среды (Кошак Ж.В. и др., 2024; Полоз С.В. и др., 2023). Благодаря своим биологическим особенностям бациллярные пробиотики обладают большим потенциалом для использования в аквакультуре (Sjofjan O et al., 2021; Jeni RE et al., 2021; Niu K-M et al., 2021). Наиболее перспективными являются кормовые добавки на основе сразу нескольких штаммов. Это усиливает их совокупный эффект и повышает шансы на адаптацию к условиям среды кишечника (Ramlucken U et al., 2020; Reuben RC et al., 2022).

В наших исследованиях было установлено, что пробиотик Натупро стимулирует обменные процессы и повышает скорость роста радужной форели и стерляди. Конечная живая масса (только у стерляди), абсолютный и среднесуточный прирост (только у форели) выросли ($P \leq 0,05$), а расход корма (только у форели) и его затраты на 1 кг привеса были снижены ($P \leq 0,05$). Такой эффект свойственен бациллярным пробиотикам и связан со способностью бактерий вырабатывать ферменты и вещества, сдерживающие рост и негативное влияние патогенных и условно-патогенных микроорганизмов (Ильяшенко А.Н., 2022). Увеличение расхода корма в опытных группах свидетельствует о хорошем аппетите у рыб и указывает на более быструю переваримость кормов по сравнению с контролем.

Полученные данные коррелируют с результатами опытов с применением пробиотика Бацифолин А на основе *B. subtilis* и *B. licheniformis*. Авторы исследований отмечали увеличение массы сеголетков форели на 7,3-10,3 % в сравнении с группой, не получавшей пробиотик (Цицкиева К.Р., 2024).

Научно доказано, что бациллярные пробиотики могут использоваться для профилактики болезней у рыб и смягчать стресс (Ильяшенко А.Н., 2022). Гематологическая картина крови помогает оценить физиологическое состояние объектов исследования и является важной составляющей в комплексной оценке эффективности использования пробиотиков в кормлении (Ma L et al., 2020).

Тот факт, что анализ крови не выявил достоверных различий между опытными и контрольными группами форели и стерляди, свидетельствует о том, что вся рыба, использованная в опыте, была здорова. Этот вывод основан на данных других научно-исследовательских работ. В публикации Nabi N с соавторами (2022) уровень гемоглобина в крови составил $93,0 \pm 5,0$ г/л, а количество эритроцитов – $1,16 \pm 0,08 \times 10^{12}/л$, что очень близко к полученным нами результатам. Гематологические показатели крови подопытной стерляди, также находятся в пределах нормы для физиологически здоровой рыбы и соотносятся с результатами, представленными в работе Ладыш И.А. и соавторов (2024): содержание гемоглобина в сыворотке крови двухлетков стерляди составляло от 60,2 до 71,5 г/л, количество эритроцитов было на уровне $0,7 \pm 0,30 \times 10^{12}/л$.

Незначительное увеличение количества абдоминального жира у форели и стерляди из опытных групп свидетельствует о преобладании анаболических процессов над катаболическими – рыба не голодала и имела возможность запасать питательные вещества в период своего интенсивного развития (Конькова О.В. и др., 2023, Ахмеджанова А.Б. и др., 2021).

Использование комбикормов с высоким содержанием углеводов (более 12 %) может привести к перегрузке печени гликогеном, что вызывает заболевания и гибель рыбы. У здоровых особей радужной форели содержание гликогена в печени составляет 2-4 мг/г сырой массы органа, примерно 0,8-1,6 % в пересчете на сухое вещество (Оразова С.Б. и др., 2016). У молоди стерляди гликоген в печени находится в диапазоне 1,39-5,28 % (Макеева О.В. и др., 2024). Эти значения полностью соотносятся с полученными нами данными и свидетельствуют об отсутствии нарушений в обмене веществ, в частности жировом или энергетическом обмене, у использованной в исследовании рыбы.

Биохимический состав мышечной ткани рыб из контрольных и опытных групп, в которых использовали пробиотик, не имел достоверных различий. По всем исследуемым показателям отобранные образцы соответствуют норме для молоди форели с тенденцией к увеличению доли сырого жира в мышцах у стерляди (Мирошниченко Д.А. и Флерова Е.А., 2018; Сорокина Н.В. и Лозовский А.Р., 2010).

Заключение.

Применение бациллярного полипробиотика Натупро в дозировке 500 г/т корма в кормлении радужной форели и стерляди способствует увеличению темпов роста живой массы рыбы и позволяет снизить затраты корма без снижения качества и питательной ценности продукции аквакультуры.

Список источников

1. Аринжанов А.Е. Влияние ультрадисперсных частиц сплава Cu-Zn и пробиотического штамма *Bacillus subtilis* на элементный статус стерляди // Животноводство и кормопроизводство. 2022. Т. 105. № 4. С. 21-34. [Arinzhanov AE. Effect of ultrafine particles of Cu-Zn alloy and probiotic strain *Bacillus subtilis* on the elemental status of sterlet. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2022;105(4):21-34. (*In Russ.*)]. doi: 10.33284/2658-3135-105-4-21
2. Выделение и характеристика бактериоцина штамма *Bacillus subtilis*, изолированного из пассифлоры / В.Д. Похиленко, Т.А. Калмантаев, И.А. Дунайцев, К.В. Дергушев, А.А. Кисличкина, Т.Н. Мухина, И.А. Чукина // Бактериология. 2022. Т. 7. № 1. С. 9-17. [Pokhilenko VD, Kalmantaev TA, Du naytsev IA, Detushev KV, Kislichkina AA, Mukhina TN, Chukina IA. Isolation and characteristics of bacteriocin from *Bacillus subtilis* strain, isolated from passiflora. *Bacteriology*. 2022;7(1):9-17. (*In Russ.*)]. doi: 10.20953/2500-1027-2022-1-9-17
3. Зуева М.С. Современный опыт включения биологически активных кормовых добавок в рацион рыб (обзор) // Животноводство и кормопроизводство. 2022. Т. 105. № 4. С. 146-164. [Zueva MS. Modern experience of including biologically active feed additives in the diet of fish (review). *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2022;105(4):146-164. (*In Russ.*)]. doi: 10.33284/2658-3135-105-4-146
4. Ильяшенко А.Н. Бациллярные пробиотики в кормлении и содержании гидробионтов (обзор) // Животноводство и кормопроизводство. 2022. Т. 105. № 4. С. 165-180. [Ilyashenko AN. *Bacillus* probiotics in the feeding and maintenance of hydrobionts (review). *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2022;105(4):165-180. (*In Russ.*)]. doi: 10.33284/2658-3135-105-4-165
5. Ильяшенко А.Н. Современные кормовые добавки для повышения качества и снижения себестоимости продукции рыбоводства // Рыболовство и Рыбоводство. 2023. № 10. С. 56-61. [Ilyashenko A.N. Sovremennye kormovye dobavki dlja povysheniya kachestva i snizheniya sebestoimosti produktsii rybovodstva. *Rybolovstvo i Rybovodstvo*. 2023;10:56-61. (*In Russ.*)].
6. Ильяшенко А.Н. Эффективность применения бактерий рода *Bacillus* в составе пробиотика Natupro® против штаммов патогенных бактерий in vitro. Аграрная наука. 2024. № 3. С. 80-84. [Ilyashenko AN. The effect of *Bacillus* in the composition of the probiotic Natupro® against bacterial pathogenic strains in vitro. *Agrarian Science*. 2024;3:80-84. (*In Russ.*)]. doi:10.32634/0869-8155-2024-380-3-80-84
7. Использование пробиотических препаратов с иммуномодулирующим действием в кормах для осетровых рыб при садковом выращивании / А.Д. Жандалгарова, А.В. Поляков, А.А. Бахарева, Ю.Н. Грозеску // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2018. Т. 20. № 2(82). С. 107-111. [Zhandalgarova AD, Polyakov AV, Bakhareva AA, Grozesku YuN. The use of probiotic drugs with immunomodulatory effect in feed for sturgeons at the cage farming. *Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*. 2018;20(2-82):107-111. (*In Russ.*)].
8. Кошак Ж.В. Биологически полноценные комбикорма для рыб: особенности их состава и технологии производства. Минск: Беларуская навука, 2024. 224 с. [Koshak ZhV. Biologicheski polnocennye kombikorma dlja ryb: osobennosti ih sostava i tehnologii proizvodstva. Minsk: Belaruskaja navuka; 2024:224 p. (*In Russ.*)].
9. Ладыш И.А., Кравченко А.С., Бублик В.Н. Гематологические показатели осетровых рыб, выращенных в условиях аквакультуры // Вестник аграрной науки. 2024. № 6 (111). С. 69-74. [Ladysh IA, Kravchenko AS, Bublik VN. Hematological parameters of sturgeon fish grown in the aquaculture conditions. *Bulletin of Agrarian Science*. 2024;6(111):69-74. (*In Russ.*)]. doi: 10.17238/issn2587-666X.2024.6.69

10. Макеева О.В., Козлова Н.В., Никитин Ф. И. Физиолого-биохимические исследования молоди стерляди (*Acipenser ruthenus* L.) в нижнем течении Волги // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2024. Т. 18. № 6(221). С. 420-427. [Makeeva OV, Kozlova NV, Nikitin FI. Physiological and biochemical studies of young sterlet sturgeon (*Acipenser Ruthenus* L.) in the lower reaches of the Volga river. Fish Breeding and Fisheries. 2024;18(6-221):420-427. (In Russ.)]. doi: 10.33920/sel-09-2406-04
11. Мирошниченко Д.А., Флерова Е.А. Опыт выращивания радужной форели в условиях высокогорья Южного Вьетнама: показатели роста и химический состав скелетных мышц // Труды ВНИРО. 2018. Т. 170. С. 116-123. [Miroshnichenko DA, Flerova EA. The experience of growing rainbow trout in high-mountain conditions of South Vietnam: growth and chemical composition of skeletal muscle. Trudy VNIRO. 2018;170:116-123. (In Russ.)].
12. Основные принципы повышения устойчивости пойкилотермных животных – объектов аквакультуры / С.В. Полоз, С.М. Дегтярик, Е.В. Максимьюк, Е.И. Гребнева, И.И. Стрельченя, Г.В. Слободницкая, А.В. Беспалый, Т.А. Говор // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. 2023. № 39. С. 454-469. [Poloz SV, Dziahtsiaryk SM, Maksimyuk EV, Hrebneva EI, Strelthenja II, Slobodnitskaya GV, Biaspaly AV, Hovar TA. Main principles of increasing the resilience of poikilothermal animals — aquaculture objects. Belarus Fish Industry Problems. 2023;39:454-469. (In Russ.)].
13. Особенности физиологического состояния и окраски радужной форели *Oncorhynchus mykiss* (salmonidae) при использовании кормовой добавки «Астапет 10%» в специализированных форелевых кормах / А.В. Конькова, И.А. Богатов, Д.Р. Файзулина, Ю.М. Ширина, Е.Н. Петручек, А.В. Резепова // Вопросы рыболовства. 2023. Т. 24. № 4. С. 136-148. [Konkova AV, Bogatov IA, Fayzulina DR, Shirina YuM, Petruchik EN, Rezepova AV. Features of the physiological state and color of the rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (salmonidae) using the feed additive «Astapet 10%» in specialized trout feed. Fisheries Issues. 2023;4(24):136-148. (In Russ.)]. doi: 10.36038/0234-2774-2023-24-4-136-148
14. Постановление министерства сельского хозяйства и природопользования Республики Беларусь от 10 февраля 2011 г. № 10 «Об утверждении Ветеринарно-санитарных правил обеспечения безопасности в ветеринарно-санитарном отношении кормов и кормовых добавок» [Электронный ресурс] URL: <https://mshp.gov.by/ru/technical-acts-ru/view/veterinarno-sanitarnye-pravila-obespechenija-bezopasnosti-kormov-kormovykh-dobavok-i-syrjja-dlja-proizvodst-4025/?ysclid=mcgoi6r51o179677627> (дата обращения: 01.06.2025). [Postanovlenie ministerstva sel'skogo hozjajstva i prirodopol'zovanija Respubliki Belarus' ot 10 fevralja 2011 g. № 10 «Ob utverzhdenii Veterinarno-sanitarnyh pravil obespechenija bezopasnosti v veterinarno-sanitarnom otnoshenii kormov i kormovykh dobavok» [Elektronnyj resurs] URL: <https://mshp.gov.by/ru/technical-acts-ru/view/veterinarno-sanitarnye-pravila-obespechenija-bezopasnosti-kormov-kormovykh-dobavok-i-syrjja-dlja-proizvodst-4025/?ysclid=mcgoi6r51o179677627> (data obrashhenija: 01.06.2025). (In Russ.)].
15. Сорокина Н.В., Лозовский А.Р. Влияние комбикорма с тыквенным жмыхом на рост и физиологическое состояние стерляди // Естественные науки. 2010. № 4(33). С. 74-80. [Sorokina NV, Lozovskiy AR. Influence of the mixed fodder with pumpkin cake on a growth and physiological state of a sterlet. Natural Sciences. 2010;4(33):74-80. (In Russ.)].
16. Сравнительная оценка морфофизиологических показателей двух- и трехлеток стерляди во время летнего содержания в садковых условиях / А.Б. Ахмеджанова, С.В. Пономарев, Ю.В. Федоровых, О.А. Левина, Е.А. Дутиков, В.В. Вятчин, М.В. Беляева // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2021. № 12. С. 98-109. [Akhmedzhanova AB, Ponomarev SV, Fedorovykh YV, Levina OA, Dutikov EA, Vyatchin VV, Belyaeva MV. Comparative evaluation of morphophysiological indicators of two — and three-year old sterlets during summer hospital in garden conditions. Fish Breeding and Fisheries. 2021;12:98-109. (In Russ.)]. doi: 10.33920/sel-09-2112-02
17. Сравнительный биохимический анализ органов молоди некоторых лососевых рыб при различных условиях выращивания / С.Б. Оразова, Б.К. Кайрат, С.М. Шалгимбаева, К.Б. Ибеков, Г.Б. Джумаханова, Г.Р. Сармолдаева // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2016. № 4. С. 99-107. [Orazova SB, Kairat BK, Shalgimbaeva SM, Isbekov KB, Dzhumakhanova GB, Sarmoldaeva GR. Comparative biochemical analysis of

some juvenile salmonids at different rearing conditions. Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishing industry. 2016;4:99-107. (*In Russ.*).

18. ТУ ВУ 100035627.025-2020. Комбикорм экструдированный производственный для лососевых и осетровых рыб. Введ. 2020-05-07. Минск, 2020. 17 с. [TU ВУ 100035627.025-2020. Kombikorm ekstrudirovannyj produkcionnyj dlja lososevyh i osetrovyyh ryb. Vved. 2020-05-07. Minsk; 2020:17 p. (*In Russ.*)].

19. Цицкиева К.Р., Бетляева Ф.Х., Маркин Ю.В. Использование пробиотика «Бацифолин А» при выращивании радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*) в условиях интенсивного рыбоводства // Рыбное хозяйство. 2024. № 6. С. 83-89. [Tsitskieva KR, Betlyayeva FH, Markin YuV. Use of the probiotic «Bacifolin A» in growing rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) under intensive fish farming conditions. Fisheries. 2024;6:83-89. (*In Russ.*)]. doi: 10.360038/0131-6184-2024-6-83-89

20. Шаабан М. Анализ российского рынка кормовых добавок (обзор) // Животноводство и кормопроизводство. 2023. Т. 106, № 3. С. 76-91. [Shaaban M. Analysis of the Russian feed additives market (review). Animal Husbandry and Fodder Production. 2023;106(3):76-91. (*In Russ.*)]. doi: 10.33284/2658-3135-106-3-76

21. Arnaouteli S, Bamford NC, Stanley-Wall NR, Kovács ÁT. *Bacillus subtilis* biofilm formation and social interactions. Nat Rev Microbiol. 2021;19:600-614. doi: 10.1038/s41579-021-00540-9

22. Diabankana RGC, Afordoanyi DM, Safin RI, Nizamov RM, Karimova LZ, Validov SZ. Antifungal properties, abiotic stress resistance, and biocontrol ability of *Bacillus mojavensis* PS17. Current Microbiology. 2021;78(8):3124-3132. doi: 10.1007/s00284-021-02578-7

23. Jeni RE, Dittoe DK, Olson EG, Lourenco J, Corcionivoschi N, Ricke SC, Callaway TR. Probiotics and potential applications for alternative poultry production systems. Poult Sci. 2021;100(7):101156. doi: 10.1016/j.psj.2021.101156

24. Ma L, Kaneko G, Xie J, Wang G, Li Z, Tian J, Zhang K, Xia Y, Gong W, Li H, Yu E. Safety evaluation of four faba bean extracts used as dietary supplements in grass carp culture based on hematological indices, hepatopancreatic function and nutritional condition. PeerJ. 2020;8:e9516. doi: 10.7717/peerj.9516

25. Nabi N, Ahmed I, Wani GB. Hematological and serum biochemical reference intervals of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* cultured in Himalayan aquaculture: Morphology, morphometrics and quantification of peripheral blood cells. Saudi Journal of Biological Sciences. 2022;29(4):2942-2957. doi: 10.1016/j.sjbs.2022.01.019

26. Niu K-M, Khosravi S, Kothari D, Lee W-D, Lee B-J, Lim S-G, Hur S-W, Lee S-M, Kim S-K. Potential of indigenous *Bacillus* spp. as probiotic feed supplements in an extruded low-fishmeal diet for juvenile olive flounder, *Paralichthys olivaceus*. J World Aquacult Soc. 2021;52:244-261. doi: 10.1111/jwas.12724

27. Ramlucken U, Ramchuran SO, Moonsamy G, Lalloo R, Thantsa MS, Jansen van Rensburg C. A novel *Bacillus* based multi-strain probiotic improves growth performance and intestinal properties of *Clostridium perfringens* challenged broilers. Poult Sci. 2020;99(1):331-341. doi: 10.3382/ps/pez496

28. Reuben RC, Sarkar SL, Ibnat H, Roy PC, Jahid IK. Novel mono- and multi-strain probiotics supplementation modulates growth, intestinal microflora composition and haemato-biochemical parameters in broiler chickens. Vet Med Sci. 2022;8(2):668-680. doi: 10.1002/vms3.709

29. Sjöfjan O, Adli DN, Harahap RP, Jayanegara A, Utama DT, Seruni AP. The effects of lactic acid bacteria and yeasts as probiotics on the growth performance, relative organ weight, blood parameters, and immune responses of broiler: A meta-analysis [version 3; peer review: 2 approved]. F1000Res. 2021;10:183. doi: 10.12688/f1000research.51219.3

References

1. Arinzhanov AE. Effect of ultrafine particles of Cu-Zn alloy and probiotic strain *Bacillus subtilis* on the elemental status of sterlet. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2022;105(4):21-34. doi: 10.33284/2658-3135-105-4-21
2. Pokhilenko VD, Kalmantaev TA, Dunaytsev IA, Detushev KV, Kislichkina AA, Mukhina TN, Chukina IA. Isolation and characteristics of bacteriocin from *Bacillus subtilis* strain, isolated from *passiflora*. *Bacteriology*. 2022;7(1):9-17. doi: 10.20953/2500-1027-2022-1-9-17
3. Zueva MS. Modern experience of including biologically active feed additives in the diet of fish (review). *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2022;105(4):146-164. doi: 10.33284/2658-3135-105-4-146
4. Ilyashenko AN. *Bacillus* probiotics in the feeding and maintenance of hydrobionts (review). *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2022;105(4):165-180. doi: 10.33284/2658-3135-105-4-165
5. Ilyashenko AN. Modern feed additives for improving quality and reducing cost of fish farming products. *Fishery and Fish Farming*. 2023;10:56-61.
6. Ilyashenko AN. The effect of *Bacillus* in the composition of the probiotic Natupro® against bacterial pathogenic strains in vitro. *Agrarian Science*. 2024;3:80-84. doi: 10.32634/0869-8155-2024-380-3-80-84
7. Zhandalgarova AD, Polyakov AV, Bakhareva AA, Grozesku YuN. The use of probiotic drugs with immunomodulatory effect in feed for sturgeons at the cage farming. *News of Samara Research Center of the Russian Academy of Sciences*. 2018;20(2-82):107-111.
8. Koshak ZhV. Biologically complete compound feeds for fish: features of composition and production technology. Minsk: Belarusian Science; 2024:224 p.
9. Ladysh IA, Kravchenko AS, Bublik VN. Hematological parameters of sturgeon fish grown in the aquaculture conditions. *Bulletin of Agrarian Science*. 2024;6(111):69-74. doi: 10.17238/issn2587-666X.2024.6.69
10. Makeeva OV, Kozlova NV, Nikitin FI. Physiological and biochemical studies of young sterlet sturgeon (*Acipenser Ruthenus* L.) in the lower reaches of the Volga river. *Fish Breeding and Fisheries*. 2024;18(6-221):420-427. doi: 10.33920/sel-09-2406-04
11. Miroshnichenko DA, Flerova EA. The experience of growing rainbow trout in high-mountain conditions of South Vietnam: growth and chemical composition of skeletal muscle. *Proceedings of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography*. 2018;170:116-123.
12. Poloz SV, Dziahtsiaryk SM, Maksimuk EV, Hrebneva EI, Strelthenja II, Slobodnitskaya GV, Bispaly AV, Hovar TA. Main principles of increasing the resilience of poikilothermal animals — aquaculture objects. *Belarus Fish Industry Problems*. 2023;39:454-469.
13. Konkova AV, Bogatov IA, Fayzulina DR, Shirina YuM, Petruchik EN, Rezepova AV. Features of the physiological state and color of the rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (salmonidae) using the feed additive «Astapet 10%» in specialized trout feed. *Fisheries Issues*. 2023;4(24):136-148. doi: 10.36038/0234-2774-2023-24-4-136-148
14. Resolution of the Ministry of Agriculture and Nature Management of the Republic of Belarus dated February 10, 2011 No. 10 “On approval of the Veterinary and Sanitary Rules for Ensuring the Safety of Feed and Feed Additives in Veterinary and Sanitary Terms” [Internet] Available from: URL: <https://mshp.gov.by/ru/technical-acts-ru/view/veterinarno-sanitarnye-pravila-obespecheniya-bezopasnosti-kormov-kormovykh-dobavok-i-syrjja-dlja-proizvodst-4025/?ysclid=mcgoi6r51o179677627> (cited: 01.06.2025).
15. Sorokina NV, Lozovskiy AR. Influence of the mixed fodder with pumpkin cake on a growth and physiological state of a sterlet. *Natural Sciences*. 2010;4(33):74-80.
16. Akhmedzhanova AB, Ponomarev SV, Fedorovykh YV, Levina OA, Dutikov EA, Vyatchin VV, Belyaeva MV. Comparative evaluation of morphophysiological indicators of two — and three-year old sterlets during summer hospital in garden conditions. *Fish Breeding and Fisheries*. 2021;12:98-109. doi: 10.33920/sel-09-2112-02

17. Orazova SB, Kairat BK, Shalgimbayeva SM, Isbekov KB, Dzhumakhanova GB, Sarmoldaeva GR. Comparative biochemical analysis of some juvenile salmonids at different rearing conditions. Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishing industry. 2016;4:99-107.
18. Technical specifications BY 100035627.025-2020. Compound feed, extruded production for salmon and sturgeon fish. Introduced 2020-05-07. Minsk, 2020. 17 p.
19. Tsitskiewa KR, Betlyayeva FH, Markin YuV. Use of the probiotic «Bacifolin A» in growing rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) under intensive fish farming conditions. Fisheries. 2024;6:83-89. doi: 10.360038/0131-6184-2024-6-83-89
20. Shaaban M. Analysis of the Russian feed additives market (review). Animal Husbandry and Fodder Production. 2023;106(3):76-91. doi: 10.33284/2658-3135-106-3-76
21. Arnaouteli S, Bamford NC, Stanley-Wall NR, Kovács ÁT. *Bacillus subtilis* biofilm formation and social interactions. Nat Rev Microbiol. 2021;19:600-614. doi: 10.1038/s41579-021-00540-9
22. Diabankana RGC, Afordoanyi DM, Safin RI, Nizamov RM, Karimova LZ, Validov SZ. Antifungal properties, abiotic stress resistance, and biocontrol ability of *Bacillus mojavensis* PS17. Current Microbiology. 2021;78(8):3124-3132. doi: 10.1007/s00284-021-02578-7
23. Jeni RE, Dittoe DK, Olson EG, Lourenco J, Corcionivoschi N, Ricke SC, Callaway TR. Probiotics and potential applications for alternative poultry production systems. Poult Sci. 2021;100(7):101156. doi: 10.1016/j.psj.2021.101156
24. Ma L, Kaneko G, Xie J, Wang G, Li Z, Tian J, Zhang K, Xia Y, Gong W, Li H, Yu E. Safety evaluation of four faba bean extracts used as dietary supplements in grass carp culture based on hematological indices, hepatopancreatic function and nutritional condition. PeerJ. 2020;8:e9516. doi: 10.7717/peerj.9516
25. Nabi N, Ahmed I, Wani GB. Hematological and serum biochemical reference intervals of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* cultured in Himalayan aquaculture: Morphology, morphometrics and quantification of peripheral blood cells. Saudi Journal of Biological Sciences. 2022;29(4):2942-2957. doi: 10.1016/j.sjbs.2022.01.019
26. Niu K-M, Khosravi S, Kothari D, Lee W-D, Lee B-J, Lim S-G, Hur S-W, Lee S-M, Kim S-K. Potential of indigenous *Bacillus* spp. as probiotic feed supplements in an extruded low-fishmeal diet for juvenile olive flounder, *Paralichthys olivaceus*. J World Aquacult Soc. 2021;52:244-261. doi: 10.1111/jwas.12724
27. Ramlucken U, Ramchuran SO, Moonsamy G, Laloo R, Thantsha MS, Jansen van Rensburg C. A novel *Bacillus* based multi-strain probiotic improves growth performance and intestinal properties of *Clostridium perfringens* challenged broilers. Poult Sci. 2020;99(1):331-341. doi: 10.3382/ps/pez496
28. Reuben RC, Sarkar SL, Ibnat H, Roy PC, Jahid IK. Novel mono- and multi-strain probiotics supplementation modulates growth, intestinal microflora composition and haemato-biochemical parameters in broiler chickens. Vet Med Sci. 2022;8(2):668-680. doi: 10.1002/vms3.709
29. Sjöfjan O, Adli DN, Harahap RP, Jayanegara A, Utama DT, Seruni AP. The effects of lactic acid bacteria and yeasts as probiotics on the growth performance, relative organ weight, blood parameters, and immune responses of broiler: A meta-analysis [version 3; peer review: 2 approved]. F1000Res. 2021;10:183. doi: 10.12688/f1000research.51219.3

Информация об авторах:

Жанна Викторовна Кошак, кандидат технических наук, доцент, заведующая лабораторией кормов, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр национальной академии наук Беларуси по животноводству», 220024, г. Минск, ул. Стебенева, д. 22. тел.: +375 29 780-66-08.

Артур Николаевич Ильяшенко, кандидат биологических наук, научный консультант по кормлению животных, Bioproton Europe Oy, Каарина, Финляндия, тел.: +7 909 912-77-31.

Светлана Михайловна Дегтярик, кандидат биологических наук, доцент, заведующая лабораторией болезней рыб, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр национальной академии наук Беларуси по животноводству», 220024, г. Минск, ул. Стебенева, д. 22. тел.: +375 (29) 543-52-92.

Светлана Васильевна Полоз, кандидат ветеринарных наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории болезней рыб, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр национальной академии наук Беларуси по животноводству», 220024, г. Минск, ул. Стебенева, д. 22. тел.: +375 (29) 756-49-51.

Евгения Владимировна Максимюк, старший научный сотрудник лаборатории болезней рыб, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр национальной академии наук Беларуси по животноводству», 220024, г. Минск, ул. Стебенева, д. 22. тел.: +375 (44) 540-92-66.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about the authors:

Zhanna V Koshak, Cand. Sci. (Technical), Associate Professor, Head of the feed Laboratory, RUE "Institute of Fisheries" RUE "Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus on Animal Husbandry", 22 Stebeneva str., Minsk, 220024, tel.: +375 (29) 780-66-08.

Arthur N Ilyashenko, Cand. Sci. (Biology), Scientific consultant on animal feeding, Bioproton Europe Oy, Kaarina, Finland, tel.: +7 (909) 912-77-31.

Svetlana M Degtyarik, Cand. Sci. (Biology), associate professor, head of the laboratory of Fish diseases, RUE "Institute of Fisheries" RUE "Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus on Animal Husbandry", 22 Stebeneva str., Minsk, 220024, tel.: +375 (29) 543-52-92.

Svetlana V Poloz, Cand. Sci. (Veterinary), associate professor, leading researcher of the laboratory of Fish diseases, RUE "Institute of Fisheries" RUE "Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus on Animal Husbandry", 22 Stebeneva str., Minsk, 220024, tel.: +375 (29) 756-49-51.

Evgeniya V Maksimyuk, Senior Researcher of the laboratory of Fish diseases, RUE "Institute of Fisheries" RUE "Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus on Animal Husbandry", 22 Stebeneva str., Minsk, 220024, tel.: +375 (44) 540-92-66.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 03.06.2025; одобрена после рецензирования 01.08.2025; принята к публикации 15.12.2025.

The article was submitted 03.06.2025; approved after reviewing 01.08.2025; accepted for publication 15.12.2025.