



Влияние пробиотиков различного микробиологического состава на рост, интерьерные показатели и микрофлору пищеварительного тракта молоди стерляди (*Acipenser ruthenus* L. 1758)

Научная статья
УДК 639.3(597.2)

<https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-2-91-99>
EDN: OCCVAN

Цицкиева Карина Руслановна – аспирант кафедры зоологии и эволюционной экологии животных, Тюменский государственный университет, Тюмень, Россия
E-mail: kcizczkieva@bk.ru

Бетляева Фания Халитовна – канд. биол. наук, доцент кафедры зоологии и эволюционной экологии животных, Тюменский государственный университет, Тюмень, Россия
E-mail: fanias.betlyeva@mail.ru

Маркин Юрий Викторович – доктор биол. наук, профессор кафедры кормления, Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева, Москва, Россия
E-mail: y.markin@subtilis.ru

Адреса:

1. Тюменский государственный университет – Россия, г. Тюмень; 625043, Россия, г. Тюмень, ул. Пирогова, 3
2. Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева – Россия, 127550, Москва, ул. Тимирязевская, 48

Аннотация. В работе приводятся результаты производственного эксперимента с молодью стерляди (*Acipenser ruthenus* L. 1758), проведённого на базе рыбозаводного предприятия ООО «Новая Аквакультура» Тюменской области в условиях замкнутой системы водообеспечения. Цель работы состояла в оценке влияния пробиотиков на результаты выращивания молоди стерляди

(*Acipenser ruthenus* L. 1758). В рацион молоди стерляди опытных групп вносили пробиотики различного микробиологического состава из расчета 0,5 г на кг корма. Включение в рацион пробиотических организмов обеспечило рост показателя абсолютного прироста молоди опытных групп на 23,29 и на 22,14%, в сравнении с контрольной, способствовало снижению условно-патогенной микрофлоры в спиральном отделе кишечника, что подтверждается уменьшением КОЕ/мл *Bacillus mesentericus*, *Bacillus cereus* и отсутствием *Bacillus mycoides*, *Acinetobacter calcoaceticus*, *Citrobacter freundii*. Профиль интерьерных признаков исследуемых групп находился в пределах допустимых значений. У молоди опытных групп, в сравнении с контролем, отмечена меньшая разница по индексу кишечника – 3-8%, жабр – 7-8% и гонад – 3-10%.

Ключевые слова: стерлядь, аквакультура, пробиотики, индексы органов, микрофлора пищеварительного тракта

Для цитирования: Цицкиева К.Р., Бетляева Ф.Х., Маркин Ю.В. Влияние пробиотиков различного микробиологического состава на рост, интерьерные показатели и микрофлору пищеварительного тракта молоди стерляди (*Acipenser ruthenus* L. 1758) // Рыбное хозяйство. 2025. № 2. С. 91-99. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-2-91-99>

THE INFLUENCE OF PROBIOTICS OF VARIOUS MICROBIOLOGICAL COMPOSITIONS ON THE GROWTH, INTERIOR PARAMETERS AND MICROFLORA OF THE DIGESTIVE TRACT OF JUVENILE STERLET (*ACIPENSER RUTHENUS* L. 1758)

Karina R. Tsitskieva – Postgraduate Student of the Department of Zoology and Evolutionary Ecology of Animals, Tyumen State University, Tyumen, Russia

Faniya K. Betlyayeva – Candidate of biological Sciences, Associate Professor of department of zoology and evolutionary ecology of animals, Tyumen State University, Tyumen, Russia

Yuri V. Markin – Doctor of Biology, Professor of the Department of Feeding, Timiryazev Russian State Agrarian University– Moscow, Russia

Addresses:

1. **Tyumen State University** – Tyumen, Russia; 625043, Russia, Tyumen, Pirogova str., 3
2. **Russian State Agrarian University** – Timiryazev Agricultural Academy – Russia, 127550, Moscow, Timiryazevskaya str., 48

Annotation. The paper presents the results of a production experiment with young sterlet (*Acipenser ruthenus* L. 1758) conducted at the fish-breeding enterprise OOO Novaya Akvakultura in the Tyumen Region in a closed water supply system. The aim of the study was to assess the effect of probiotics on the results of growing young sterlet (*Acipenser ruthenus* L. 1758). Probiotics of various microbiological compositions were added to the diet of young sterlet in the experimental groups at a rate of 0.5 g per kg of feed. The inclusion of probiotic organisms in the diet ensured an increase in the absolute growth rate of juveniles of the experimental groups by 23.29 and 22.14% compared with the control group, contributed to a decrease in opportunistic microflora in the spiral intestine, which is confirmed by a decrease in CFU/ml of *Bacillus mesentericus*, *Bacillus cereus* and the absence of *Bacillus mycoides*, *Acinetobacter calcoaceticus*, *Citrobacter freundii*. The profile of the interior features of the studied groups was within acceptable values. In juveniles of the experimental groups, compared with the control, there was a smaller difference in the intestinal index – 3-8%, gills – 7-8% and gonads – 3-10%.

Keywords: *Acipenser ruthenus*, aquaculture, probiotics, organ indices, microflora of the digestive tract

For citation: Tsitskieva K.R., Betlyayeva F.H., Markin Yu.V. (2025). The influence of probiotics of various microbiological compositions on the growth, interior parameters and microflora of the digestive tract of juvenile sterlet (*Acipenser ruthenus* L. 1758). No. 2. Pp. 91-99. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-2-91-99>

Рисунки и таблицы – авторские / The drawings and tables were made by the author

ВВЕДЕНИЕ

Один из ключевых факторов успешного развития аквакультуры – создание оптимальных условий для поддержания высокой продуктивности гидробионтов и минимизации риска возникновения у них различных заболеваний. В условиях современных интенсивных технологий производства риск появления инфекционных болезней значительно возрастает, вследствие увеличения численности условно-патогенных микроорганизмов, а также – повышения нагрузки на иммунную систему рыб, что приводит к общему ослаблению их организма. В этой связи крайне важно внедрять инновационные и безопасные методы биологической защиты водных гидробионтов, направленные на стимуляцию иммунной системы, поддержание баланса микробиоты желудочно-кишечного тракта и усиление ферментативной активности пищеварительного тракта [1; 2].

Одним из наиболее перспективных направлений в данной области является применение пробиотических организмов, способных оказывать выраженное антагонистическое воздействие на широкий спектр патогенных и условно-патогенных бактерий, усиливать барьерные функции кишечника, продуцировать важные для пищеварения ферменты, аминокислоты и витамины, что способствует повышению интенсивности метаболизма и общей резистентности организма [3; 4].

Несмотря на то, что все пробиотики обладают указанными свойствами, эффективность их применения зависит от множества факторов, среди которых важное значение имеют видовые особенности гидробионта, условия содержания, состав кормовых рационов и состояние окружающей среды. Максимальный положительный эффект, выражающийся в существенном повышении устойчивости гидробионтов к инфекционным заболеваниям, улучшении показателей роста и продуктивности гидробионтов, возможен только при правильном сочетании пробиотических организмов и их дозировки [5; 6].

Цель работы состояла в оценке влияния пробиотиков различного микробиологического состава в дозировке 0,5 г/кг корма

на результаты выращивания молоди стерляди (*Acipenser ruthenus* L. 1758) и состав микрофлоры кишечника.

Задачи:

1. Оценить динамику развития молоди исследуемых групп;
2. Изучить изменчивость профиля интерьерных признаков;
3. Оценить представленность разных видов микроорганизмов в желудочно-кишечном тракте при использовании пробиотиков различного микробиологического состава.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проведены на базе рыбозаводного предприятия ООО «Новая Аквакультура» Тюменской области в условиях замкнутой системы водообеспечения (УЗВ). Объект исследования – молодь стерляди (*Acipenser ruthenus* L. 1758). Вылупление предличинок началось 25.05.2024 года. При выращивании молоди были использованы корма компании COPPENS с содержанием общей энергии 20,9 МДж/кг, протеина – 56%, жира – 15%, золы – 11%, фосфора – 1,85%, клетчатки – 0,3%. Применение пробиотиков «Бацифолин А» и «Басулифор А» начали на 69 сут. после вылупления. Добавки в рацион молоди стерляди вводили из расчета 0,5 г на 1 кг корма. Эксперимент продолжался в течение 34 дней. Предварительно пробиотик растворяли в воде и вносили путем напыления на суточную норму кормо-смеси, задаваемым опытным группам. Контрольной группе корм задавался без пробиотика. Кормление проводили вручную, каждые два часа. Выращивание молоди проводили в рыбоводных лотках площадью 3 м². Показатель расхода воды составлял 1,2 м³/час. Глубина воды в лотках – 30 см. Температура воды и кислородный режим поддерживались на уровне 15,9-19,1 °С и 7,0-10,5 мг/л, соответственно.

В таблице 1 приведена схема исследований.

Пробиотик Бацифолин А содержит штаммы микроорганизмов *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*, *Enterococcus faecium*. Общее количество жизнеспособных бактерий в пробиотике Бацифолин А – не менее $3,0 \times 10^9$ КОЕ/г. Пробиотик Басулифор А содержит штаммы микро-

Таблица 1. Схема исследований / **Table 1.** Scheme of researches

Группа	Возраст, сут.	Плотность посадки, экз./лоток	Характеристика рационов
Контрольная	69-102	600	Основной рацион (ОР)
Опытная группа No 1	69 - 102	600	ОР + пробиотик Бацифолин А; 0,5 г/кг корма.
Опытная группа No 2	69 - 102	600	ОР + пробиотик Басулифор А; 0,5 г/кг корма.

организмов *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus amyloliquefaciens*. Общее количество жизнеспособных бактерий в пробиотике Басулифор А – не менее $3,0 \times 10^9$ КОЕ/г.

Для оценки динамики развития молоди исследуемых групп был применен метод средних навесок [7]. Среднюю массу в исследуемых группах определяли перед началом эксперимента, далее – с интервалом 7 дней.

Учет отхода молоди проводили ежедневно. В возрасте 111 сут. молодь была выпущена в водоемы Обь-Иртышского бассейна.

Для проведения морфофизиологического анализа, отбирали рыб в возрасте 97 сут., определяли массу печени, жабр, сердца, кишечника и гонад. Оценку индексов интерьерных признаков проводили по общепринятым методам [8; 9]. Количество рыб, отобранных для морфологического анализа, составило по 5 экз. из каждой группы.

Отбор микробиологических проб кишечника рыб осуществлён в конце эксперимента (по 3 экз. из каждой группы) в научно-исследовательской лаборатории антимикробной резистентности Института Х-БИО Тюменского государственного университета. При сборе материала, для определения микрофлоры кишечника молоди, руководствовались методикой В.А. Мусселиус (1983) [10]. С соблюдением правил асептики, рыбу вскрывали, изымали спиральный отдел кишечника и помещали в стерильную пробирку. Пробирки с материалом в течение 1 часа доставляли в лабораторию микробиома, регенеративной медицины и клеточных технологий Тюменского государственного медицинского университета. Кишечники с содержимым стерильно взвешивали, готовили гомогенат и разводили в физиологическом растворе в соотношениях от 10^{-1} до 10^{-9} . Изсоответствующегоразведенияделалипосевы на селективные питательные среды в объеме

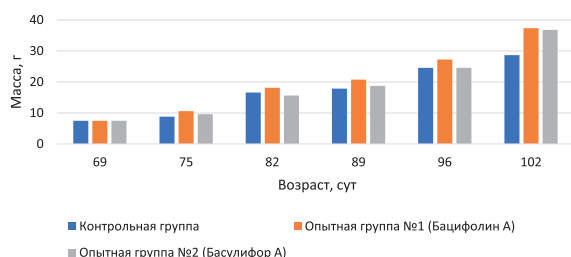


Рисунок 1. Динамика развития массы молоди исследованных групп

Figure 1. Dynamics of development of the mass of juveniles of the studied groups

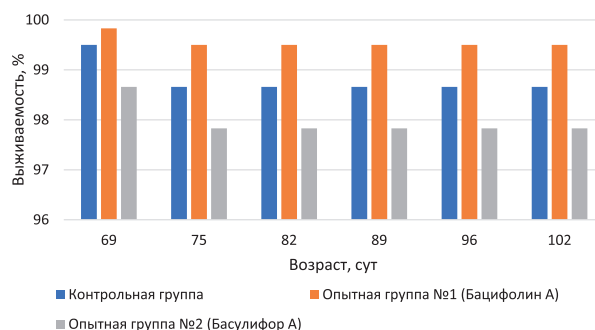


Рисунок 2. Сохранность молоди исследуемых групп

Figure 2. Safety of juveniles of the studied groups

1,0 и 0,1 мл. Для обнаружения бактерий семейства энтеробактерий посев производили на среду Эндо, Плоскирева, Висмут-сульфит агар; *Staphylococcus* – желточно-солевой агар; лактобактерий – среда MRS; рода *Clostridium* – железо-сульфитный агар; бактерии вида *Bacillus* – желточно-солевой агар; *Enterococcus faecium* – энтерококк-агар; грибы рода *Candida* – среда Сабуро; родовую и видовую принадлежность, полученных образцов микроорганизмов, определяли с помощью 96-луночных планшетов для идентификации Грам-положительных и Грам-отрицательных микроорганизмов (GPID, GPALL1F, GNID, GN4F).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Оценка развития молоди исследуемых групп проведена по данным средней массы (рис. 1).

В начале исследований средняя масса молоди стерляди всех трех групп составляла 7,5 граммов. С возраста 69-102 сут. (в течение 5 недель исследований) молодь контрольной группы при выращивании увеличила массу тела до 28,65 г.; опытной группы № 1 – до 37,35 г.; опытной группы № 2 – до 36,8 граммов.

В первые две недели исследований (возраст 69-82 сут.) был отмечен отход молоди: в контроле – 8 экз. (1,33% от общей численности молоди); в опытной группе № 1 – 3 экз. (0,5%); в опытной группе № 2 – 13 экз. (2,16%) (рис. 2).

В возрасте 83-89 сут. (третья неделя исследований) гибель молоди не отмечалась, при этом величина абсолютного прироста была ниже, чем на предыдущей неделе (возраст 76-82 сут.): в контрольной группе в 6,03 раза; в опытной группе № 1 – в 2,87 раза; в опытной группе № 2 – в 1,95 раза. В опытной группе № 2 большая часть отхода была на первой неделе исследования, тогда как на второй неделе отмечено снижение данного показателя.

В возрасте 90-96 сут. (четвертая неделя исследований) величина абсолютного прироста в опытной группе № 1 составила 6,5 г; в опытной группе № 2 – 5,86 г; в возрасте 97-102 сут. – соответственно 10,11 и 12,22 граммов. В контрольной группе эти показатели составили 6,69 г и 4,09 г, соответственно. Контрольная группа стабильного повышения абсолютного прироста не показала.

В ходе раннее проведенных нами исследований на молоди стерляди (*Acipenser ruthenus* L. 1758) 43-65 суточного возраста и массой 0,558-3,511 г. соответственно с использованием пробиотика «Бацифолин А» (0,5 г на 1 кг корма) превышение средней массы опытной группы по сравнению с контрольной было на уровне 1,9-5,4% [11]. Более низкий темп набора массы связан с высокой плотностью посадки – 28,8 тыс. шт. на бассейн площадью 4м².

Во многих исследованиях, с использованием пробиотических препаратов, в аквакультуре отмечается прирост массы тела исследуемых объектов. Так, Н.И. Кочетков с соавторами (2024) к концу 60-суточного эксперимента в условиях УЗВ отмечали увеличение средней массы стерляди (*Acipenser ruthenus* L. 1758) опытной группы, по сравнению с контрольной, на 5,3%, при использовании в кормах пробиотического штамма *Lactobacillus brevis* 47f [11]. При выращивании карпа (*Cyprinus carpio*) и стерляди (*Acipenser ruthenus* L. 1758) в садках, с использованием пробиотических бактерий *Bacillus subtilis* в течение 30 сут., В.А. Зуенко с соавторами (2017) отмечали прирост массы опытных групп над контрольными на 25 и 36% [12].

Оценка изменений внутренних органов была проведена на основе метода морфофизиологических индикаторов (рис. 3). Данный метод позволяет уловить реакцию организмов даже на незначительные изменения условий среды.

При использовании пробиотиков отмечается увеличение индекса сердца на 14-25%, в сравнении с контрольной группой. С.С. Шварц с соавторами (1968) отмечали связь размеров сердца с двигательной активностью организмов. Более подвижные и активные виды имеют более высокие индексы сердца, в связи с повышением уровня метаболизма органа и интенсификации его функции. Кроме того, у рыб, в отличие от наземных позвоночных, снижение индекса сердца с возрастом и увеличением размера рыб не происходит [13]. Так, уже после первой недели исследований молодь опытной группы №1 отличалась высокой подвижностью, по сравнению с молодью опытной группы №2 и контрольной группы.

При одинаковом индексе печени в контрольной и опытной группе №1, отмечается его

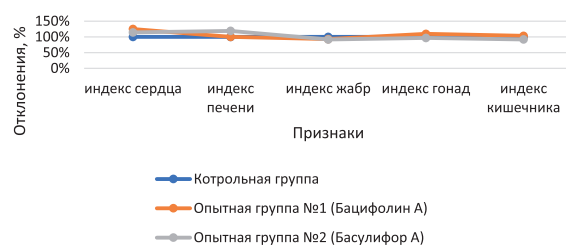


Рисунок 3. Профили интерьерных признаков молоди стерляди в 96-суточном возрасте

Figure 3. Profiles of interior features of 96-day-old sterlet juveniles

увеличение на 19% во второй опытной группе. Известно, что вес печени изменяется преимущественно за счет накопления или расходования жиров, белков и углеводов. Кроме того, С.С. Шварц с соавторами отмечал (1968) высокую вариабельность данного индекса за короткий промежуток времени [13]. Стоит предположить, что применение «Басулифора А» повысило усвояемость корма за счет продукции пробиотическими бактериями пищеварительных ферментов, что, в конечном итоге, привело к синтезу и накоплению в печени основных типов макронутриентов.

В противоположность индексу сердца, индекс жабр снизился у опытных групп № 1 и № 2, по сравнению с контрольной группой, на 7 и 8%, соответственно. Вне всякого сомнения, жабры играют важную физиологическую роль, как орган дыхания. При воздействии стрессоров проявляется защитная функция жабр в виде разрастания и утолщения дыхательного эпителия, что отражается на их массе [14]. В опытных группах превышения данного индекса, в сравнении с контрольной группой, не отмечается, предположительно из-за благотворного влияния пробиотиков на качество воды. Проведенные летом 2024 г. исследования на молоди форели (*Oncorhynchus mykiss*), выращиваемой в бассейне с проточным водоснабжением, и с использованием пробиотика «Бацифолина А» (0,5 г на 1 кг корма) не дали аналогичных результатов [15]. Индекс жабр был увеличен в опытной группе на 21,6%, по сравнению с контрольной. Скорее всего, это связано с быстрой скоростью водообмена. Потому как при выращивании форели водообмен составлял 30 л/сек на бассейн площадью 120 м², и пробиотические микроорганизмы не проявили своего действия в полном объеме. Тогда как УЗВ – более благоприятное место для определения положительного эффекта применения пробиотиков, поскольку в сутки обновляется всего до 10% воды от общего объема.



Индекс гонад у молоди стерляди был больше на 10% в опытной группе № 1 и меньше на 3% в опытной группе № 2, в сравнении с контрольной группой. Стоит отметить, взаимосвязь индексов печени и гонад. Если у молоди опытной группы № 1, при меньшем индексе печени, отмечается увеличение индекса гонад, то у молоди опытной группы № 2, напротив, при большем индексе печени отмечается уменьшение индекса гонад. Это можно объяснить тем, что жировые резервы печени постепенно расходуются на формирование гонад, что и характерно для исследуемого возраста стерляди, потому как Г.М. Персов (1975) указывал на значитель-

ное увеличение числа половых клеток за счет митотических делений гоний у молоди стерляди в трехмесячном возрасте [16].

Желудочно-кишечный тракт молоди был хорошо развит, вследствие регулярного кормления и доступности корма, в связи с этим у всех исследованных групп различия по индексу кишечника незначительны. В сравнении с контрольной, у опытной группы № 1 он был больше на 3%, у опытной группы № 2 – меньше на 8%.

В процессах пищеварения у рыб немаловажную роль играет бактериальная флора. Качественный и количественный состав микроорганизмов в пищеварительном тракте в значительной степени зависит от среды обитания и условий содержания, включая трофические факторы, и меняется под воздействием различных биотических и абиотических факторов [17; 18].

Для пищеварительного тракта стерляди характерно наличие спиральной кишки со спиральным клапаном, состоящей из 7-8 спиральных складок, за счет которых обеспечивается увеличение площади всасывающей поверхности пищеварительного эпителия и замедление продвижения по нему пищи [19]. Исследователи отмечают, что спиральный отдел кишечника у осетровых является областью с самым высоким поглощением питательных веществ [20].

Таблица 2. Микробиологический состав спирального отдела кишечника молоди стерляди контрольной и опытных групп в 103-суточном возрасте, КОЕ/мл /

Table 2. Microbiological composition of the spiral intestine of young sterlet of the control and experimental groups at 103 days of age, CFU/ml

Микроорганизмы			Результаты		
Филум	Семейство	Вид	Контрольная группа (n=3)	Опытная группа No 1 (n=3)	Опытная группа No 2 (n=3)
Proteobacteria	Enterobacteriaceae	<i>E. coli</i> типичные	-	-	< 10 ³
		<i>E. coli</i> лактозонегативные	10 ² -10 ⁵	10 ³ -10 ⁷	10 ³ -10 ⁶
		<i>Citrobacter freundii</i>	< 10 ⁴	-	< 10 ⁴
Firmicutes	Moraxellaceae	<i>Acinetobacter calcoaceticus</i>	< 10 ²	-	-
	Staphylococcaceae	Стафилококки, за исключением золотистого	10 ¹ -10 ³	< 10 ²	< 10 ³
		<i>Lactobacillaceae</i>	< 10 ⁴	< 10 ²	-
	Streptococcaceae	Лактострептококки	< 10 ²	< 10 ²	10 ² -10 ⁴
	Enterococcaceae	<i>Enterococcus faecium</i>	10 ³ -10 ⁵	10 ⁴ -10 ⁵	10 ³ -10 ⁶
	Bacillaceae	<i>Bacillus subtilis</i>	< 10 ¹	< 10 ³	< 10 ¹
		<i>Bacillus licheniformis</i>	-	< 10 ⁴	< 10 ³
		<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	-	-	10 ³ -10 ⁴
		<i>Bacillus cereus</i>	10 ³ -10 ⁴	< 10 ¹	< 10 ⁴
		<i>Bacillus mesentericus</i>	10 ² -10 ⁴	-	< 10 ¹
		<i>Bacillus mycoides</i>	< 10 ³	-	-

Введение в корм пробиотиков вызвало изменение микробиологического состава спирального отдела кишечника молоди стерляди (табл. 2).

Условно-патогенные микроорганизмы семейств *Enterobacteriaceae*, *Moraxellaceae*, *Staphylococcaceae*, а также – *Bacillus cereus*, *Bacillus mesentericus*, *Bacillus mycoides* у молоди контрольной группы в сумме составили $1,34 \times 10^5$ КОЕ/мл, тогда как у молоди опытной группы № 2 – на порядок больше ($1,04 \times 10^6$), а у молоди опытной группы № 1 – больше на два порядка ($1,01 \times 10^7$).

Известно, что условно-патогенная микрофлора в здоровом организме создает конкурентные условия для патогенных микробов, подавляя их рост и размножение, и оказывает стимулирующее влияние на развитие и функционирование иммунной системы. Присущие им потенциально-патогенные свойства, условно-патогенные микробы проявляют при ослаблении защитных сил организма, когда они могут вызывать различные заболевания.

Общее количество молочнокислых бактерий, относящихся к семействам *Lactobacillaceae*, *Streptococcaceae*, *Enterococcaceae* и порядку *Lactobacillales*, составило для контрольной и опытной групп №1 – $1,212 \times 10^5$ и $1,203 \times 10^5$ КОЕ/мл, соответственно, тогда как для молоди опытной группы № 2 этот показатель был на порядок выше – $1,03 \times 10^6$ КОЕ/мл.

Молочнокислые бактерии – представители нормофлоры. Они осуществляют контроль над микробным сообществом в пищеварительном тракте. Обладают способностью нейтрализовать энтеротоксины, образуемые патогенными бактериями; разрушают токсичные вещества; синтезируют органические кислоты, антибактериальные вещества, в том числе бактериоцины. Последние способны ингибировать развитие листерий, стафилококков, некоторых видов энтерококков и бацилл. Еще одно проявление антагонистической активности лактобацилл обеспечивается за счет образования продуктов их жизнедеятельности – молочной и уксусной кислот, способных тормозить развитие патогенных бактерий. Причем, их сочетание сопровождается синергидным эффектом [1; 21].

Представительность пробиотических бацилл была выше в опытных группах. В составе микрофлоры пищеварительного тракта контрольной группы их количество составляло 10^1 КОЕ/мл, тогда как в опытной группе №1 – $1,1 \times 10^4$ КОЕ/мл, в опытной группе № 2 – $2,2 \times 10^4$ КОЕ/мл.

По литературным данным, приведенным в обзоре Г.И. Извековой с соавторами (2007), у большинства пресноводных рыб в желудочно-кишечном тракте присутствуют следующие

таксоны микроорганизмов: род *Aeromonas*, *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Micrococcus* и *Bacillus*, семейства *Enterobacteriaceae* и *Coryneforms* [22]. В некоторых исследованиях, в пищеварительном тракте стерляди отмечают бактерии рода *Acinetobacter* [1]. По данным Х. Суй с соавторами (2022), основу микробиоты рыб составляют аэробные или факультативно-анаэробные микроорганизмы, насчитывающие свыше 500 видов [23]. Среди них преобладающими представителями являются такие типы, как *Proteobacteria*, *Firmicutes*, *Bacteroidetes*, *Actinobacteria*, *Fusobacteria*. При этом представителей типа *Proteobacteria* в образцах насчитывают от 3 до 98%, представителей типа *Firmicutes* – от 1,3 до 45%, в зависимости от вида изучаемых рыб [24]. Изменение баланса между организмом рыб и их микробным сообществом может приводить к снижению темпа роста и увеличению потерь при выращивании в искусственных условиях [25]. При исследовании микробиоты пищеварительного тракта рыб, выращенных в условиях аквакультуры, часто доминируют виды, обсеменяющие корма и воду [1]. Х. Суй с соавторами (2022) указывали на увеличение численности *Proteobacteria* при снижении численности *Firmicutes* с улучшением качества корма и частоты кормления, и – наоборот. Также большое количество представителей типа *Firmicutes* устанавливается при их повышенном содержании в окружающей среде [23]. В этой связи, с целью восстановления симбиотического равновесия в организме животных, применение пробиотиков является залогом повышения темпа роста и выживаемости рыб, поскольку пробиотические штаммы обладают антагонистическими свойствами в отношении патогенной и условно-патогенной микрофлоры [1].

ВЫВОДЫ

1. Использование пробиотических штаммов в рационе молоди стерляди, за счет внесенной энзиматической активности бацилл, позволяет увеличить массу молоди опытной группы № 1 (Бацифолин А) на 23,29 и № 2 (Басулифор А) – на 22,14%. Причем, наличие в составе пробиотического продукта *Enterococcus faecium*, в комбинации с бациллами, повышало сохранность молоди опытной группы на 0,84%, по сравнению с контролем.
2. Выявленные различия профилей интерьерных признаков опытных групп, в сравнении с контрольной, – в пределах допустимых значений, что дает понимание о нормальном развитии молоди всех исследуемых групп. У молоди опытных групп, в сравнении с контролем, отмечена разница в меньшую сто-

рону по индексу кишечника на 3-8%, жабр – на 7-8%, гонад (для опытной группы №2) – 3% и разница в большую сторону по индексу печени – 19% и сердца – 14-25%, гонад (для опытной группы № 1) – 10%.

3. Пробиотические штаммы, входящие в «Бацифолин А», исключают развитие условно-патогенных *Citrobacter freundii*, *Acinetobacter calcoaceticus*, *Bacillus mesentericus*, *Bacillus mycoides* в спиральном отделе кишечника молоди стерляди, а также способствуют снижению количества *Bacillus cereus* на 2-3 порядка; использование пробиотика «Басулифор А» в рационе молоди стерляди способствуют снижению количества условно-патогенного *Bacillus mesentericus* на 1-3 порядка, и исключает развитие *Acinetobacter calcoaceticus*.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

Полученные результаты позволяют дать оценку эффективности использования пробиотика при выращивании стерляди массой от 7,5 до 37,5 г в условиях замкнутой системы водоснабжения.

Рекомендуется использовать пробиотический препарат «Бацифолин А» из расчета 0,5 г/кг корма в целях профилактики бактериальных заболеваний, а также – повышения эффективности использования корма.

Перспективы дальнейшей работы. Выживаемость при применении «Басулифор А» за весь период опыта был ниже на 4%, чем в контроле, в этой связи логично продолжить его исследования для определения оптимальной дозировки.

Финансирование: научно-исследовательская работа выполнена в рамках реализации гранта «Приоритет-2030»

Funding: research work carried out within the framework of the grant “Priority-2030”.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Вклад в работу авторов: **Ю.В.Маркин** – идея статьи, коррективировка текста, и ее окончательна проверка; **Ф.Х.Бетляева**, **К.Р. Цицкиева** – проведение исследований, сбор и анализ данных, подготовка статьи.

The authors declare that there is no conflict of interest. Contribution to the work of the authors: **Yu.V.Markin** – the idea of the article, the correction of the text, and its final verification; **F.H.Betlyeva**, **K.R. Tsitskueva** – conducting research, collecting and analyzing data, preparing the article.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Бурлаченко И.В. Актуальные вопросы безопасности комбикормов в аквакультуре рыб. – М.: Изд-во ВНИРО. 2008. 183 с.
2. Shefat S.H.T. Probiotic strains used in aquaculture // International Research Journal of Microbiology. 2018. Т. 7. No. 2. Pp. 43-55.

3. Sumon M.A.A. et al. Single and multi-strain probiotics supplementation in commercially prominent finfish aquaculture: Review of the current knowledge // Journal of Microbiology and Biotechnology. 2022. Т. 32. No. 6. Pp. 681.
4. Abudurasak B.I. Probiotics use in intensive fish farming // African Journal of Microbiology Research. 2013. № 7(22). Pp. 2701-2711.
5. Borchers A.T., Selmi C., Meyers F.J. [at al.] Probiotics and immunity // Journal Gastroenterol. 2009. 44. Pp. 26-46.
6. Verschuere L., Rombaut G., Sorgeloos P. [at al.] Probiotic bacteria as biological control agents in aquaculture // Microbiol Mol Biol Rev. 2000. № 64 (4). Pp. 655-671.
7. Плотников Г.К. [и др.] Сборник классических методов гидробиологических исследований для использования в аквакультуре // Академическое издательство Даугавпилсского университета «Сауле». 2017. 282 с.
8. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищевая промышленность. 1966. 96 с.
9. Рыжков Л.П., Полина А.В. Морфологические показатели рыб: учеб. пособие для студентов эколого-биологического факультета – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ. 2014. 36 с.
10. Мусселиус В.А. Лабораторный практикум по болезням рыб [Текст] – М.: Легкая и пищевая промышленность. 1983. 296 с.
11. Кочетков Н.И., Никифоров-Никишин Д.Л., Смординская С.В. [и др.] Положительный опыт применения штамма *Lactobacillus brevis* 47f на рыбоводно-биологические, гематологические и гистологические показатели молоди стерляди (*Acipenser ruthenus*) // Рыбное хозяйство. 2024. №4. с. 96-107. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2024-4-96-107>.
12. Зуенко В.А. и др. Влияние кормового пробиотика на основе бактерий *Bacillus subtilis* на пищеварение рыб при садковом выращивании // Вопросы ихтиологии. 2017. Т. 57. No. 1. С. 112-117.
13. Шварц С.С., Смирнов В.С., Добринская Л.Н. Метод морфологических индикаторов в экологии наземных позвоночных. Тр. Ин-та экологии растений и животных УФ АН СССР. 1968. Вып. 58. 387 с.
14. Евграфова Е.М. [и др.] Индексы физиологических признаков белуги и шипа и их межвидовых гибридов в условиях бассейнового хозяйства // Вестник АГТУ. Сер.: Рыбное хозяйство. 2020. № 4. с.154-164
15. Цицкиева К.Р., Бетляева Ф.Х., Маркин Ю.В. Использование пробиотика «Бацифолин А» при выращивании радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*) в условиях интенсивного рыбоводства / и др. // Рыбное хозяйство. 2024. № 6. С. 83-89. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2024-6-83-89>.
16. Персов Г.М. Дифференцировка пола у рыб. – Л.: ЛГУ. 1975. 148 с.
17. Извекова Г.И. Функциональное значение микрофлоры кишечника для рыб и паразитирующих в их пищеварительном тракте цестод. // Успехи современной биологии. 2008. Т. 128. № 5. С. 497-507.
18. Шивокене Я. Симбионтное пищеварение у гидробионтов и насекомых [Текст] – Вильнюс: Мокслас. 1989. 223 с.

19. Симон М.Ю. Особливості травлення осетрових видів риби (*Acipenseridae*) (огляд) / Рибогосподарська наука України. 2016. № 3(3). С. 123-144.
20. Wilson J.M., Castro L.F.C. Fish Physiology, 2010. V. 30. Pp. 1-55.
21. Лаврухина Е.В., Зарубин Н.Ю., Бредихина О.В., Гриневич А.И. Интеграция бактериальных заквасочных культур с рыбным сырьем: подбор и обоснование // Рыбное хозяйство. 2022. № 6. С. 107-114. <https://doi.org/10.37553/0131-6184-2022-6-107-114>.
22. Izvekova G.I., Izvekov E.I. & Plotnikov A.O. Symbiotic microflora in fishes of different ecological groups. // Biol Bull Russ Acad Sci. 2007. № 34. Pp. 610618.
23. Cui X, Zhang Q, Zhang Q, Zhang Y, Chen H, Liu G, Zhu L. Research progress of the gut microbiome in hybrid fish. // Microorganisms. 2022. №10 (5). P. 891.
24. Абросимова К.С. Оптимизация кормов и кормление молоди осетровых рыб для профилактики и лечения тимпании в интенсивной аквакультуре: специальность 06.04.01 «Рыбное хозяйство и аквакультура»: Диссертация на соискание канд. биол. наук – Ростов-на-Дону. 2015. 126 с.
25. Зуева М.С., Мирошникова Е.П., Аринжанов А.Е., Килякова Ю.В. Современные исследования по изучению микробиома кишечника рыб // Животноводство и кормопроизводство. 2023. № 106 (2). С. 198-213.
26. Simon M.Y. (2016). Special features of the etching of sturgeon species of rib (*Acipenseridae*) (oglyad) / Ribogospodarska nauka Ukraini. No. 3(3). Pp. 123-144. (In Russ.)
27. Wilson J.M., Castro L.F. (2010). Fish Physiology. V. 30. Pp. 1-55.
28. Lavrukina E.V., Zarubin N.Yu., Bredikhina O.V., Grinevich A.I. (2022). Integration of bacterial starter cultures with fish raw materials: selection and justification // Fisheries. No. 6. Pp. 107-114. <https://doi.org/10.37553/0131-6184-2022-6-107-114>. (In Russ., abstract in Eng.)
29. Izvekova G.I., Izvekov E.I. & Plotnikov A.O. (2007). Symbiotic microflora in fishes of different ecological groups. // Biol Bull Russ Acad Sci. № 34. Pp. 610618.
30. Cui X, Zhang Q, Zhang Q, Zhang Y, Chen H, Liu G, Zhu L. (2022). Research progress of the gut microbiome in hybrid fish. // Microorganisms. No. 10 (5). P. 891.
31. Abrosimova K.S. (2015). Optimization of feed and feeding of juvenile sturgeon fish for the prevention and treatment of tympania in intensive aquaculture: specialty 06.04.01 "Fisheries and aquaculture": Dissertation for the candidate. Biol. nauk – Rostov-on-Don. 126 p. (In Russ.)
32. Zueva M.S., Miroshnikova E.P., Arinzhonov A.E., Kilyakova Yu.V. (2023). Modern research on the microbiome of fish intestines // Animal husbandry and feed production. No. 106 (2). Pp. 198-213. (In Russ.)
33. Zuenko V.A. [et al.] (2017). The effect of a feed probiotic based on *Bacillus subtilis* bacteria on fish digestion during cage cultivation // Questions of ichthyology. Vol. 57. No. 1. Pp. 112-117. (In Russ.)
34. Schwartz S.S., Smirnov V.S., Dobrinskaya L.N. (1968). Method of morphophysiological indicators in the ecology of terrestrial vertebrates. Tr. Institute of Plant and Animal Ecology, UV Academy of Sciences of the USSR. Issue 58. 387 p. (In Russ.)
35. Evgrafova E.M. [et al.] (2020). Indices of physiological characteristics of beluga and thorn and their interspecific hybrids in basin management // Bulletin of AGTU. Ser.: Fisheries. No. 4. Pp.154-164. (In Russ.)
36. Tsitskieva K.R., Betyaeva F.H., Markin Yu.V. (2024). The use of the probiotic "Bacifolin A" in the cultivation of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in intensive fish farming / et al. // Fisheries. No. 6. Pp. 83-89. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2024-6-83-89>. (In Russ., abstract in Eng.)
37. Persov G.M. (1975). Differentiation of sex in fish. – L.: Leningrad State University. 148 p. (In Russ.)
38. Izvekova G.I. (2008). The functional significance of intestinal microflora for fish and cestodes parasitizing in their digestive tract. // Successes of modern biology. Vol. 128. No. 5. Pp. 497-507. (In Russ.)
39. Shivokene Ya. (1989). Symbiont digestion in aquatic organisms and insects [Text] – Vilnius: Mokslas. 223 p. (In Russ.)
40. Simon M.Y. (2016). Special features of the etching of sturgeon species of rib (*Acipenseridae*) (oglyad) / Ribogospodarska nauka Ukraini. No. 3(3). Pp. 123-144. (In Russ.)
41. Wilson J.M., Castro L.F. (2010). Fish Physiology. V. 30. Pp. 1-55.
42. Lavrukina E.V., Zarubin N.Yu., Bredikhina O.V., Grinevich A.I. (2022). Integration of bacterial starter cultures with fish raw materials: selection and justification // Fisheries. No. 6. Pp. 107-114. <https://doi.org/10.37553/0131-6184-2022-6-107-114>. (In Russ., abstract in Eng.)
43. Izvekova G.I., Izvekov E.I. & Plotnikov A.O. (2007). Symbiotic microflora in fishes of different ecological groups. // Biol Bull Russ Acad Sci. № 34. Pp. 610618.
44. Cui X, Zhang Q, Zhang Q, Zhang Y, Chen H, Liu G, Zhu L. (2022). Research progress of the gut microbiome in hybrid fish. // Microorganisms. No. 10 (5). P. 891.
45. Abrosimova K.S. (2015). Optimization of feed and feeding of juvenile sturgeon fish for the prevention and treatment of tympania in intensive aquaculture: specialty 06.04.01 "Fisheries and aquaculture": Dissertation for the candidate. Biol. nauk – Rostov-on-Don. 126 p. (In Russ.)
46. Zueva M.S., Miroshnikova E.P., Arinzhonov A.E., Kilyakova Yu.V. (2023). Modern research on the microbiome of fish intestines // Animal husbandry and feed production. No. 106 (2). Pp. 198-213. (In Russ.)

LITERATURE AND SOURCES

1. Burlachenko I.V. (2008). Actual issues of compound feed safety in fish aquaculture. Moscow: VNIRO Publishing House. 183 p. (In Russ.)
2. Shefat S.H.T. (2018). Probiotic strains used in aquaculture // International Research Journal of Microbiology. Vol. 7. No. 2. Pp. 43-55.
3. Sumon M.A.A. et al. (2022). Single and multi-strain probiotics supplementation in commercially prominent finfish aquaculture: Review of the current knowledge // Journal of Microbiology and Biotechnology. Vol. 32. No. 6. Pp. 681.
4. Abudurasak B.I. (2013). Probiotics use in intensive fish farming // African Journal of Microbiology Research. № 7(22). Pp. 2701-2711.
5. Borchers A.T., Selmi C., Meyers F.J. [et al.] (2009). Probiotics and immunity // Journal Gastroenterol. 44. Pp. 26-46.
6. Verschuere L., Rombaut G., Sorgeloos P. [et al.] (2000). Probiotic bacteria as biological control agents in aquaculture // Microbiol Mol Biol Rev. № 64 (4). Pp. 655-671.
7. Plotnikov G.K. [et al.] (2017). Collection of classical methods of hydrobiological research for use in aquaculture // Academic Publishing House of the Daugavpils University "Saule". 282 p. (In Russ.)
8. Pravdin I.F. Guide to the study of fish. Moscow: Food Industry. 1966. 96 p. (In Russ.)
9. Ryzhkov L.P., Polina A.V. (2014). Morphophysiological parameters of fish: textbook. a manual for students of the Faculty of Ecology and Biology - Petrozavodsk: Petrus Publishing House. 36 p. (In Russ.)
10. Musselius, V.A. (1983). Laboratory practice on fish diseases [Text] – Moscow: Light and food industry. 296 p. (In Russ.)
11. Kochetkov N.I., Nikiforov-Nikishin D.L., Smorodinskaya S.V. [et al.] (2024). Positive experi-

Материал поступил в редакцию/ Received 24.02.2025
Принят к публикации / Accepted for publication 17.03.2025