

DOI 10.33920/sel-09-2311-04

УДК 639.3.09

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВЛИЯНИЯ ПРОБИОТИКОВ «ВЕТОМ 2» И «ЛИКВАФИД» ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ В ИП РОМАНОВ (ЛЕНИНГРАДСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Т.А. Нечаева¹, Л.А. Ильина¹, В.А. Назаров², М.И. Ковальчук², В.А. Заикин³

¹ Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, Россия, Санкт-Петербург, Пушкин

² ИП Романов, Россия, Ленинградская область, Ломоносовский район, Лопухинка

³ ООО «Биотроф», Россия, Ленинградская область, Колпино

E-mail: tamara.73@list.ru

Аннотация. В условиях современных рыбоводных индустриальных хозяйств разного типа возрастает опасность бактериальных болезней. В современной аквакультуре активно применяются различные пробиотические и иммуномодулирующие препараты. Особенно популярны пробиотики на основе *Bacillus subtilis*, которые используются при выращивании карпов, осетровых и лососевых рыб. За последнее время был накоплен большой положительный опыт использования в рыбоводстве препарата «Ветом 1.1» (производства НПФ «Исследовательский центр», Новосибирск). В то же время рыбоводные хозяйства активно применяют «Ветом 2», созданный на основе высушенной споровой биомассы бактерий *Bacillus subtilis* и *Bacillus licheniformis*. Для применения в аквакультуре представляется перспективным «ЛикваФид», содержащий в качестве действующих веществ живые культуры бактерий *Bacillus megaterium* и *Bacillus subtilis* (производства ООО «Биотроф», Санкт-Петербург). Экспериментальные работы по применению пробиотиков отечественного производства «ЛикваФид» и «Ветом 2» были проведены на рыбоводном предприятии ИП Романов (Ленинградская область, п. Лопухинка). В качестве объекта исследований была выбрана радужная форель в возрасте годовика. Препараты «Ветом 2» и «ЛикваФид» вводили перорально с кормом путем орошения в дозировке 5 и 2 г/кг соответственно двумя курсами, продолжительность каждого курса — 10 дней, перерыв между ними составил 40 дней. Анализ результатов экспериментальной работы показал статистически достоверное увеличение массы и длины тела в подопытных группах, а также значительное увеличение скорости роста. Абсолютный прирост в опыте в 1,4–1,7 раза выше, чем в контроле. При этом максимальные показатели практически по всем значимым морфобиологическим показателям выявлены у рыб, получавших пробиотик «ЛикваФид». Относительная скорость роста в этой группе выше, чем в контроле, в 1,2 раза. Исследовательская работа подтверждает благоприятное воздействие данных препаратов на процессы пищеварения рыб. Штаммы *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis* и *Bacillus megaterium* за счет своей пробиотической активности стимулируют рост нормальной кишечной микрофлоры. Улучшение всасываемости питательных веществ в желудочно-кишечном тракте, угнетение развития патогенных и условно-патогенных микроорганизмов, стимуляция иммунной системы способствуют более активному росту радужной форели.

Ключевые слова: пробиотики; радужная форель; морфобиологические показатели; скорость роста; абсолютный прирост; кишечная микрофлора; иммунитет.

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF THE EFFECT OF PROBIOTICS VETOM 2 AND LIQUAFED IN GROWING RAINBOW TROUT IN ST ROMANOV (LENINGRAD REGION)

T.A. Nechaeva¹, L.A. Ilyina¹, V.A. Nazarov², M.I. Kovalchuk², V.A. Zaikin³

¹ St. Petersburg State Agrarian University, Russia, St. Petersburg, Pushkin

² ST Romanov, Russia, Leningrad region, Lomonosovsky district, village Lopukhinka

³ LLC "Biotrof", Russia, Leningrad region, Kolpino

E-mail: tamara.73@list.ru

Abstract. *In the conditions of modern industrial fish farms of various types, the risk of bacterial diseases increases. Various probiotic and immunomodulatory preparations are actively used in modern aquaculture. Especially popular are probiotics based on Bacillus subtilis, which are used in the cultivation of carp, sturgeon and salmon fish. Recently, a large positive experience has been accumulated in the use of Vetom 1.1 in fish farming (manufactured by the Scientific and Production Company Research Center, Novosibirsk). At the same time, fish farms actively use Vetom 2, created on the basis of dried spore biomass of Bacillus subtilis and Bacillus licheniformis bacteria. For use in aquaculture, LikvaFid seems to be promising, containing as active ingredients live cultures of the bacteria Bacillus megaterium and Bacillus subtilis (manufactured by LLC BIOTROF, St. Petersburg). Experimental work on the use of probiotics of domestic production LikvaFid and Vetom 2 was carried out at the fish-breeding enterprise Sole Trader Romanov (Leningrad region, Lopukhinka village). A one-year-old rainbow trout was chosen as the object of research. Vetom 2 and LikVafid were administered orally with food by irrigation at a dosage of 5 g/kg and 2 g/kg, respectively, in two courses, the duration of each course was 10 days, the interval between them was 40 days. An analysis of the results of the experimental work showed a statistically significant increase in body weight and length in the experimental groups, as well as a significant increase in the growth rate. The absolute increase in the experiment is 1.4–1.7 times higher than in the control. At the same time, the maximum indicators for almost all significant morpho-biological indicators were found in fish treated with the LiquaFeed probiotic. The relative growth rate in this group is 1.2 times higher than in the control. Research work confirms the beneficial effect of these preparations on the processes of fish digestion. Strains of Bacillus subtilis, Bacillus licheniformis and Bacillus megaterium, due to their probiotic activity, stimulate the growth of normal intestinal microflora. Improving the absorption of nutrients in the gastrointestinal tract, inhibiting the development of pathogenic and opportunistic microorganisms, and stimulating the immune system contribute to a more active growth of rainbow trout.*

Keywords: *probiotics; rainbow trout; morphological parameters; growth rate; absolute gain; intestinal microflora; immunity.*

Введение

В условиях современных рыбоводных промышленных хозяйств разного типа возрастает опасность бактериальных болезней. В современной аквакультуре активно используются различные пробиотические и иммуномодулирующие препараты [2–6; 8–10; 12; 13; 15–20]. Особенно популярны препараты на основе *Bacillus subtilis*, которые используются при выращивании карпов, осетровых и лососевых рыб [5; 7; 10; 11; 14].

подавляющее большинство возбудителей бактериозов — условно-патогенные микроорганизмы, которые вызывают болезни при ухудшении условий

выращивания и ослаблении иммунитета хозяина. Высокие плотности посадки в современной аквакультуре способствуют распространению высококонтагиозных инфекционных болезней. Частое применение антибиотиков приводит к возникновению новых, устойчивых к используемым препаратам штаммов бактерий. Таким образом, все более возрастает потребность в препаратах, которые поддерживают оптимальный баланс между организмом хозяина и его микробиотой при воздействии негативных факторов внешней среды. Этим требованиям в полной мере удовлетворяют пробиотики. Они способны оптимизировать кишечные микробиоценозы, подавлять рост и развитие патогенной и условно-патогенной микрофлоры, повышать обменные процессы и защитные реакции организма, активизируя клеточный и гуморальный иммунитет.

Пробиотики — это стабилизированные культуры микроорганизмов и продуктов их ферментации. Основное преимущество пробиотиков — физиологичность. Данные препараты способствуют максимальному использованию биологического потенциала организма [6].

К группе пробиотиков относятся препараты серии «Ветом», созданные на основе спорообразующих бактерий *Bacillus subtilis* и *Bacillus licheniformis* в НПФ «Исследовательский центр» (Новосибирск). За последнее время нами накоплен большой положительный опыт использования в рыбоводстве препарата «Ветом 1.1». По результатам многолетних исследований были составлены «Методические рекомендации по применению пробиотического препарата «Ветом 1.1» при выращивании лососевых рыб» (2009). При применении данного препарата у молоди радужной форели при токсикозах и бактериальных заболеваниях наблюдали повышение выживаемости, восстановление нормальной картины крови, регенерацию поврежденных плавников и достоверное увеличение массы тела [7; 8; 11].

В то же время рыбоводные хозяйства наравне с препаратом «Ветом 1.1» активно применяют «Ветом 2». Это пробиотик, в основе которого содержится высушенная споровая биомасса бактерий *Bacillus subtilis* и *Bacillus licheniformis*. Препарат рекомендуют при лечении и профилактике заболеваний и патологических состояний, связанных с нарушением баланса микрофлоры кишечника. Препарат оказывает выраженное иммуномодулирующее действие, повышает сопротивляемость организма животного к неблагоприятным факторам окружающей среды, улучшает процессы регенерации тканей. «Ветом 2» оказывает благоприятное воздействие на процессы пищеварения, улучшает всасываемость питательных веществ в желудочно-кишечном тракте, угнетает рост и развитие патогенных и условно-патогенных микроорганизмов в кишечнике животного, оказывает антиоксидантное действие. Препарат способствует улучшению обмена веществ, оказывает противовоспалительное действие. Однако его воздействие при выращивании объектов аквакультуры еще не было изучено.

Пробиотик «ЛикваФид» производства ООО «Биотроф» (Санкт-Петербург) представляет собой комплекс дополнительного питания для нормализации микробиоценоза желудочно-кишечного тракта, содержащий в качестве действующих веществ живые культуры бактерий *Bacillus megaterium* не менее $1,0 \times 10^8$ КОЕ и *Bacillus subtilis* не менее $1,0 \times 10^8$ КОЕ. Штамм *B. subtilis* способен к синтезу бактериоцинов, органических кислот, антибиотических веществ, стимулирует иммунную систему кишечника путем увеличения уровней цитокинов и хемокинов, обладает широкой ферментативной активностью и принимает участие в процессах мета-

близма различных питательных субстратов. Штамм *B. megaterium* характеризуется выраженной пробиотической активностью: стимулирует рост нормальной кишечной микрофлоры (бактерий родов *Lactobacillus* и *Bifidobacterium*), синтезирует противомикробные вещества за счет выделения рибосомально и нерибосомально синтезируемых пептидов и непептидных веществ, активных в отношении грамположительных и грамотрицательных бактерий, а также вирусов и грибов, усиливает неспецифическую и специфическую резистентность за счет активации макрофагов, Т- и В-лимфоцитов, выделяет ферменты (амилазы, липазы, протеазы, пектиназы и целлюлазы). Данные ферменты, кроме улучшения функции переваривания корма, разрушают аллергенные вещества, содержащиеся в нем.

Исследование воздействия препаратов «ЛикваФид» и «Ветом 2» при выращивании лососевых представляет большой интерес с точки зрения практического применения, а также научного обоснования воздействия пробиотиков на организм рыб.

Цель работы: изучение применения пробиотиков «ЛикваФид» и «Ветом 2» при выращивании радужной форели в холодноводном бассейновом хозяйстве.

Материал и методика исследований

Радужная форель — самый массовый объект холодноводной аквакультуры в России. Для нее характерна способность адаптироваться к различным условиям выращивания — от садковых хозяйств до предприятий с замкнутым водоснабжением. Это предоставляет возможности для ведения активной селекционной работы по разным направлениям.

Экспериментальные работы по применению пробиотиков отечественного производства «ЛикваФид» и «Ветом 2» были проведены на рыбоводном предприятии ИП Романов (Ленинградская область, п. Лопухинка). Это бассейновое холодноводное хозяйство, условия выращивания в котором соответствуют требованиям лососевых рыб. Температура воды в течение года держится в диапазоне 4–12 °С. Данный температурный режим идеально подходит для холодноводных объектов аквакультуры. Показатель кислорода даже в летний период не опускается ниже уровня 9,0 мг/л.

В качестве объекта исследований была выбрана радужная форель в возрасте годовика. По происхождению данная группа представляет собой гибрид форели породы росталь (самцы) и датской форели (самки). Росталь (ропшинский стальноголовый лосось) — порода радужной форели отечественной селекции, выведенная в Федеральном селекционно-генетическом центре рыбководства (Ленинградская область, п. Ропша). Отличается высоким темпом роста, порода предназначена преимущественно для культивирования в условиях холодноводных хозяйств с преимущественно ключевым водоснабжением [1]. Самки датской форели происходят из однополой популяции, посадочный материал изначально был завезен для товарного выращивания.

Исследования проведены с июня по июль 2023 года. Рыб содержали в бассейнах выростного цеха. В двух подопытных и контрольной группе было задействовано по 150 экз. рыб средней массой 44 г. Форель кормили полноценным продукционным кормом для рыб фирмы АКІМА (Россия, Кабардино-Балкария), размером гранул 2,2 мм. Плотность посадки в начале опыта составляла 7,0 кг/м³, в конце опыта — 12,0 кг/м³ в контрольном бассейне и 14,0–15,0 кг/м³ в бассей-

нах с подопытными группами. В течение эксперимента условия выращивания были относительно стабильными: температура воды составляла 10–12 °С, содержание кислорода — 9,0–12,0 мг/л.

Первый курс кормления проведен с 08.06.2023 по 17.06.2023, второй курс кормления — с 20.07.2023 по 29.07.2023. Препарат «Ветом 2» вводили перорально с кормом путем орошения в дозировке 5 г/кг корма курсом 10 дней. Препарат «ЛикваФид» также вводили перорально с кормом путем орошения в дозировке 2 г/кг корма курсом 10 дней. Были проведены последовательно два курса профилактического кормления, перерыв между курсами составлял 40 дней.

В начале и в конце экспериментальных работ была проведена бонитировка форели по стандартной методике, принятой для лососевых. Для анестезии использовали эфирное масло гвоздики. Это позволило провести взвешивание и промеры, не травмируя рыб.

При первой и второй бонитировке, а также через две недели профилактического кормления сотрудниками ООО «Биотроф» был проведен отбор проб для исследования микрофлоры. При каждом обследовании отбирали по 5 экз. рыб из каждой группы. Изучение микрофлоры было проведено посредством метода qPCR (ПЦР в реальном времени), который используется для количественного анализа содержания конкретного микроорганизма, группы микроорганизмов или общего числа всех бактерий в пробах.

В последующем результаты морфобиологических исследований были подвергнуты статистической обработке с определением по каждому показателю средней арифметической с ошибкой и достоверности различий по критерию Стьюдента.

Результаты

Первая бонитировка особей контрольной и подопытных групп была проведена 07.06.2023 в количестве 25 экз. в каждой. Статистическая обработка полученных данных позволяет представить морфобиологическую характеристику обследованных рыб в начале эксперимента (табл. 1, 2 и 3).

Таблица 1

Морфобиологические показатели годовиков радужной форели контрольной группы в начале эксперимента (n = 25)

Table 1

Morphological and biological parameters of rainbow trout yearlings of the control group at the beginning of the experiment (n = 25)

Показатели	max	min	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	σ	Cv, %
Масса, г	71,0	25,0	39,0±1,53	7,60	19,4
Длина туловища L, см	17,0	11,5	14,0±0,18	0,91	6,5
Длина по Смитсу L _s , см	19,0	12,5	15,3±0,21	1,08	7,0
Высота в области спинного плавника H, см	6,0	3,0	4,8±0,10	0,50	10,4
Обхват тела O, см	11,0	6,5	8,5±0,15	0,75	8,8
Коэффициент упитанности по Фультону	1,6	1,4	1,5±0,01	0,03	2,0
Индекс прогонистости	3,8	2,8	2,9±0,03	0,16	5,5
Индекс обхвата	64,7	56,5	60,6±0,28	1,40	2,3

Как видим, коэффициент вариаций не превышает 25%, при этом наибольшая вариабельность наблюдается по массе тела.

Таблица 2

**Морфобиологические показатели годовиков радужной форели
подопытной группы в начале эксперимента («Ветом 2») (n = 25)**

Table 2

**Morphological and biological parameters of rainbow trout yearlings of the
experimental group at the beginning of the experiment (Vetom 2) (n = 25)**

Показатели	max	min	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	σ	Cv, %
Масса, г	83,0	27,0	46,5±1,80	9,00	19,3
Длина туловища L, см	17,5	12,5	14,9±0,17	0,85	5,7
Длина по Смитсу Ls, см	19,0	13,5	15,8±0,18	0,92	5,8
Высота в области спинного плавника H, см	6,0	3,5	5,7±0,08	0,41	8,7
Обхват тела O, см	11,0	6,0	9,0±0,16	0,83	9,2
Коэффициент упитанности по Фультону	1,5	1,4	1,4±0,01	0,02	1,4
Индекс прогонистости	3,5	2,9 3	3,2±0,02	0,10	3,1
Индекс обхвата	62,8	48,0	59,4±0,46	2,30	3,8

Рыбы в экспериментальной группе отобраны из той же партии, что и в контроле, поэтому не имеют больших отличий. Коэффициент вариаций по всем представленным морфобиологическим показателям не превышает 25% при наибольшей вариабельности по массе тела.

Таблица 3

**Морфобиологические показатели годовиков радужной форели
подопытной группы в начале эксперимента («ЛикваФид») (n = 25)**

Table 3

**Morphological and biological parameters of rainbow trout yearlings of the
experimental group at the beginning of the experiment (LikVafid) (n = 25)**

Показатели	Max	min	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	σ	Cv, %
Масса, кг	76,0	25,0	46,8±1,70	8,50	18,2
Длина туловища L, см	17,5	12,0	14,5±0,18	0,92	6,3
Длина по Смитсу Ls, см	19,0	13,0	15,9±0,20	1,00	6,2
Высота в области спинного плавника H, см	6,5	3,0	5,0±0,12	0,60	12,0
Обхват тела O, см	10,5	6,5	8,9±0,14	0,70	7,8
Коэффициент упитанности по Фультону	1,5	1,4	1,5±0,01	0,02	1,3
Индекс прогонистости	2,9	4,0	3,4±0,03	0,18	5,2
Индекс обхвата	60,0	54,1	58,0±0,20	0,98	1,7

По результатам первой бонитировки установлено, что все три группы в начале эксперимента не имеют значимых отличий по всем морфобиологическим показателям. Наибольшее разнообразие наблюдается по массе тела — коэффициент вариаций составляет от 18,2 до 19,4%.

Вторая бонитировка радужной форели контрольной и подопытной групп была проведена 01.08.2023. Морфобиологическая характеристика форели подопытных и контрольной групп представлена в таблицах 4, 5 и 6.

Таблица 4

**Морфобиологические показатели годовиков радужной форели
контрольной группы в конце эксперимента (n = 25)**

Table 4

**Morphological and biological parameters of rainbow trout yearlings of the
control group at the end of the experiment (n = 25)**

Показатели	max	min	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	σ	Cv, %
Масса, кг	136,0	50,0	86,6±2,80	14,00	16,1
Длина туловища L, см	22,0	16,0	18,8±0,20	1,00	5,3
Длина по Смитсу Ls, см	23,0	17,0	20,8±0,22	1,10	5,2
Высота в области спинного плавника H, см	8,5	6,0	7,0±0,12	0,60	8,5
Обхват тела O, см	14,0	10,0	11,8±0,13	0,68	5,7
Коэффициент упитанности по Фультону	1,3	1,2	1,3±0,01	0,02	1,5
Индекс прогонистости	2,7	2,6	2,5±0,01	0,02	0,8
Индекс обхвата	63,6	62,5	63,0±0,04	0,19	0,3

Абсолютный прирост в контрольной группе за время эксперимента составил 39,8 г при относительной скорости роста 71%.

Таблица 5

**Морфобиологические показатели годовиков радужной форели
подопытной группы в конце эксперимента («Ветом 2») (n = 25)**

Table 5

**Morphological and biological parameters of rainbow trout yearlings of the
experimental group at the end of the experiment (Vetom 2) (n = 25)**

Показатели	max	min	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	σ	Cv, %
Масса, кг	162,0	51,0	103,8±3,70	18,50	17,8
Длина туловища L, см	22,5	15,0	19,7±0,25	1,25	6,3
Длина по Смитсу Ls, см	24,0	16,0	21,0±0,28	1,40	6,6
Высота в области спинного плавника H, см	8,5	5,5	7,1±0,12	0,60	8,4
Обхват тела O, см	14,5	9,5	12,5±0,17	0,85	6,8
Коэффициент упитанности по Фультону	1,4	1,5	1,4±0,01	0,02	1,4
Индекс прогонистости	2,6	2,7	2,7±0,01	0,02	0,7
Индекс обхвата	64,4	63,3	63,4±0,04	0,20	0,3

В экспериментальной группе, получавшей «Ветом 2», абсолютный прирост составил 57,3 г, что в 1,4 раза выше, чем в контроле. При этом в данной группе относительная скорость роста достигла 76%.

Максимальный абсолютный прирост наблюдали в экспериментальной группе, получавшей «ЛикваФид», — 70,4 г, что в 1,7 раза выше, чем в контроле. В этой группе зафиксирована максимальная скорость роста — 85%, что в 1,2 раза выше, чем контроле, и в 1,1 раза выше, чем в группе, получавшей «Ветом 2».

Анализ микрофлоры содержимого кишечника рыб в начале эксперимента показал, что, помимо наличия представителей нормофлоры, во всех исследованных образцах были обнаружены условно-патогенные микроорганизмы — энтеробактерии в количестве до $6,3 \times 10^3$ клеток/г. К концу опыта в контрольной

Таблица 6

Морфобиологические показатели годовиков радужной форели подопытной группы в конце эксперимента («ЛикваФид») (n = 25)

Table 6

Morphological and biological parameters of rainbow trout yearlings of the experimental group at the end of the experiment (LikVafid) (n = 25)

Показатели	max	min	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	σ	Cv, %
Масса, кг	187,0	65,0	117,2±3,80	19,0	16,2
Длина туловища L, см	24,5	14,0	20,4±0,36	1,80	8,8
Длина по Смиту Ls, см	25,5	15,0	21,4±0,36	1,80	8,4
Высота в области спинного плавника H, см	9,0	5,0	7,5±0,16	0,80	6,7
Обхват тела O, см	16,0	9,5	13,2±0,22	1,10	8,3
Коэффициент упитанности по Фультону	2,3	1,3	1,4±0,04	0,2	14,2
Индекс прогонистости	2,8	2,7	2,7±0,01	0,02	0,7
Индекс обхвата	67,8	65,3	66,5±0,08	0,40	0,6

группе их содержание составляло $3,2 \times 10^6$ клеток/г. В то же время в подопытной группе, получавшей «ЛикваФид», содержание энтеробактерий снизилось до $1,6 \times 10^3$ клеток/г. В группе с применением «Ветом» имелась тенденция к повышению количества бактерий необходимой нормальной бактериальной микрофлоры кишечника, участвующих в процессе пищеварения, — представителей родов *Eubacterium*, *Lachnobacterium*, *Clostridium*. В начале эксперимента у рыб всех трех групп в кишечнике были выявлены стрептококки и фузобактерии. По завершении опыта они были обнаружены только у рыб контрольной группы и отсутствовали у подопытных особей.

Обсуждение

Коэффициент вариаций к концу эксперимента в контрольной и экспериментальных группах изменился, что наиболее заметно отразилось на показателе массы тела. Cv снизился с 19,4–18,2 до 17,8–16,1%. Однако в контрольной и экспериментальных группах заметных отличий не выявлено, что свидетельствует о равномерном темпе роста. В то же время обращает на себя внимание повышение показателя Cv по коэффициенту упитанности у форели, получавшей «ЛикваФид», — 14,2%. Это может быть связано с наиболее активным ростом в данной группе при отсутствии сортировки.

Были обнаружены достоверные отличия морфобиологических признаков, связанных с более высоким темпом роста подопытных рыб. Сравнение показателей массы тела по критерию Стьюдента свидетельствует о том, что различия между опытом и контролем достоверны при $p \leq 0,001$. Масса тела форели в подопытной группе, получавшей «ЛикваФид», достоверно выше, чем в группе, получавшей «Ветом 2», при $p \leq 0,05$.

Длина туловища в подопытных группах достоверно выше при $p \leq 0,01$ по сравнению с контролем. При этом достоверной разницы по длине туловища между группами, получавшими «Ветом 2» и «ЛикваФид», не выявлено. Контрольная и подопытные группы по длине тела по Смиту достоверных отличий не имеют.

Высота в области спинного плавника в группе, получавшей «ЛикваФид», достоверно выше, чем в контроле, при $p \leq 0,05$. Достоверных отличий между контролем и группой, получавшей «Ветом 2», по данному показателю не выявлено.

Обхват тела в подопытных группах достоверно выше при $p \leq 0,01$ по сравнению с контролем. Обхват тела в контрольной группе, получавшей «ЛикваФид», достоверно выше, чем в группе, получавшей «Ветом 2», при $p \leq 0,05$.

Коэффициент упитанности по Фультону и индекс прогонистости достоверно в экспериментальных группах выше, чем в контроле, при $p \leq 0,01$. Индекс обхвата в экспериментальной группе, получавшей «ЛикваФид», достоверно отличается от показателя контрольной группы и группы, получавшей «Ветом 2», при $p \leq 0,001$. Достоверных отличий по индексу обхвата в контроле и в экспериментальной группе, получавшей «Ветом 2», не выявлено.

Результаты исследования микробиома годовиков форели показали отсутствие патогенной микрофлоры и явное подавление роста условно-патогенных энтеробактерий в группах, получавших пробиотики.

Заключение

Анализ результатов экспериментальной работы показал значительное увеличение массы тела и скорости роста в подопытных группах. Абсолютный прирост в опыте в 1,4–1,7 раза выше, чем в контроле. При этом максимальные показатели практически по всем значимым морфобиологическим показателям выявлены у рыб, получавших пробиотик «ЛикваФид». Относительная скорость роста в этой группе выше, чем в контроле, в 1,2 раза.

Данный результат был получен при введении пробиотиков «Ветом 2», которые вводили с кормом в дозировке 5 г/кг корма, и «ЛикваФид» в дозировке 2 г/кг корма при проведении двух курсов профилактического кормления длительностью 10 дней каждый.

Исследовательская работа подтверждает благоприятное воздействие данных препаратов на процессы пищеварения рыб. Штаммы *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis* и *Bacillus megaterium* за счет своей пробиотической активности стимулируют рост нормальной кишечной микрофлоры. Улучшение всасываемости питательных веществ в желудочно-кишечном тракте, угнетение развития патогенных и условно-патогенных микроорганизмов, стимуляция иммунной системы способствуют более активному росту радужной форели.

Библиографический список

1. Артамонова, В.С. Генетическая дифференциация пород радужной форели, разводимых в Российской Федерации / В.С. Артамонова, В.А. Янковская, В.М. Голод, А.А. Махров // Труды Института биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН. — 2016. — № 73 (76). — С. 25–45. — DOI: 10.24411/0320-3557-2016-10003.
2. Айткалиева, А.А. Сравнительная оценка морфофункционального состояния рыбопосадочного материала и товарной радужной форели при использовании кормов с добавлением препарата пробиотического действия / А.А. Айткалиева, Ш.А. Альписов, А.С. Ибажанова // Вестник АГТУ. Серия: Рыбное хозяйство. — 2020. — № 1. — С. 131–137. — DOI: 10.24143/2073-5529-2020-1-131-137.
3. Головин, П.П. Испытание в аквакультуре биологически активных препаратов, повышающих иммунофизиологический статус рыб / П.П. Головин, Н.А. Головина, Н.Н. Романова, О.В. Корабельникова // Рыбное хозяйство. — 2008. — № 4. — С. 63–66. — eLIBRARY ID: 11761727.

4. *Жандалгарова, А.Д.* Новые пробиотические препараты, иммобилизованные на биопленке, и перспективы их использования в современном осетроводстве / А.Д. Жандалгарова, А.А. Бахарева, Ю.Н. Грозеску // 64-я Международная научная конференция Астраханского государственного технического университета, посвященная 90-летию юбилею со дня образования Астраханского государственного технического университета: материалы. — Астрахань, 2020. — С. 235. — eLIBRARY ID: 43845545.
5. *Жандалгарова, А.Д.* Использование пробиотических препаратов с иммуномодулирующим действием для осетровых рыб при садковом выращивании / А.Д. Жандалгарова, А.Д. Поляков, А.А. Бахарева, Ю.Н. Грозеску // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. — Самара, 2018. — Т. 20, № 2 (82). — С. 107–111. — eLIBRARY ID: 35289338.
6. *Нечаева, Т.А.* Применение биокомплекса Мультибактерин ОМЕГА-10 в рыбоводстве / Т.А. Нечаева // Вопросы нормативно-правового урегулирования в ветеринарии. — 2011. — № 3. — С. 58–61. — eLIBRARY ID: 16973133.
7. *Нечаева, Т.А.* Применение пробиотика Ветом 1.1 при выращивании молоди в установках с замкнутым циклом водоснабжения (УЗВ) / Т.А. Нечаева // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. — 2014. — № 1. — С. 65–69. — eLIBRARY ID: 21251421.
8. *Нечаева, Т.А.* Применение пробиотиков в форелевых хозяйствах Северо-Запада России / С.В. Щепеткина // Рыбоводство и рыбное хозяйство. — 2021. — № 10. — С. 62–75. — DOI: 10.33920/sel-09-2110-06.
9. *Нечаева, Т.А.* Результаты применения биокомплекса Мультибактерин ФГУП Федеральный селекционно-генетический центр рыбоводства / С.В. Щепеткина // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. — 2017. — С. 140–144. — eLIBRARY ID: 30708060.
10. *Нечаева, Т.А.* Пробиотики в рыбоводстве — новые перспективы / С.В. Щепеткина // Сельское хозяйство — драйвер российской экономики: материалы международного конгресса. — СПб., 2016. — С. 235–236. — eLIBRARY ID: 48086224.
11. *Репина, Н.Н.* Опыт применения препаратов серии Ветом при разведении радужной форели / Н.Н. Репина, Т.А. Нечаева, В.Д. Соколов // Вестник НГАУ. — 2009. — № 4 (12). — С. 28–30. — eLIBRARY ID: 17839696.
12. *Abdel Tavwab, M.* Turmeric powder, *Curcuma longa* L., in common carp, *Cyprinus carpio* L., diets: growth rates, innate immunity and resistance to pathogenic *Aeromonas hydrophila* infection / M. Abdel Tavwab, F.E. Abbass // World Aquacult. Soc. — 2017. — № 48 (2). — P. 303–312. — DOI: 10.1111/jwas.12349.
13. *Bruce, T.J.* Review of immune system components, cytokines and immunostimulants in cultured fish species / T.J. Bruce, M.L. Brown // OHAS. — 2017. — № 7 (3). — P. 267–288. — DOI: 10.4236/ojas.73021.
14. *Giri, S.S.* Effect of a bioactive substance from turmeric on growth, skin mucosal immunity and antioxidant factors in the common carp *Cyprinus carpio* / S.S. Giri, V. Sukumaran, S.K. Park // Immunol of fish molluscs. — 2019. — № 92. — P. 612–620. — DOI: 10.1016/j.fsi.2019.06.053.
15. *Davud, M.A.O.* Useful role of feed additives as immunostimulants in aquaculture: a review / M.A.O. Davud, S. Koshio, M.A. Esteban // Reverend Aquacult. — 2018. — № 10 (4). — P. 950–974. — DOI: 10.1111/raq.1220913.
16. *De Souza Silva, L.T.* Hemato-immunological and zootechnical parameters of Nile tilapia treated with *Mentha piperita* essential oil after infection with *Streptococcus agalactiae* / L.T. De Souza Silva, U. de Padua Pereira, J.M. de Oliveira, E.M. Brazil, S.A. Pereira, E.C. Chagas, G.F.A. Jesus, L. Cardoso, J.L.P. Mourinho, M.L. Martins // Aquaculture. — 2019. — № 506. — P. 205–211. — DOI: 10.1016/k. Aquaculture.2019.03.035.
17. *Kaipang, C.M.A.* Nutritional effects on fish mucosa: immunostimulants, pre- and probiotics / C.M.A. Kaipang, C.C. Lazado // Beck BH, Peatman E, Mucosal health in aquaculture London, Academic Press. — 2015. — P. 211–272. — DOI: 10.1016/B978-0-12-417186-2.00009-.
18. *Santos, L.* Antimicrobial resistance in aquaculture: current knowledge and alternatives to address the problem / L. Santos, F. Ramos // Antimicrobial Agents Int. J. — 2018. — № 52 (2). — P. 135–143. — DOI: 10.1016/j.ijantimicag.2018.03.010.

19. Hayatgeib, N. A review of functional foods and the control of *Aeromonas* infections in freshwater fish / N. Hayatgeib, E. Moreau, S. Calvez, D. Lepeltier, H. Pouliken // *Aquacult. Int.* — 2020. — DOI: 10.1007/s10499-020-005143.
20. Hoseinifar, S.Kh. Enhancing immune function and biological disease control through environmentally sound and sustainable approaches to fish aquaculture: herbal therapy scenarios / S.Kh. Hoseinifar, Yu.Z. Sun, Z. Zhou, H.W. Doan, S.J. Davis, R. Harikrishnan // *Rev Fish Sci Aquacult.* — 2020. — DOI: 10.1080/23308249.2020.1731420.

References

1. Artamonova, V.S., Yankovskaya, V.A., Golod, V.M., Makhrov, A.A. Genetic differentiation of rainbow trout breeds bred in the Russian Federation. *Proceedings of the Institute of Biology of Inland Waters. I.D. Papanina RAS*, 2016, no. 73 (76), pp. 25–45 (in Russian). DOI: 10.24411/0320-3557-2016-10003.
2. Aitkaliyeva, A.A., Alpeisov, Sh.A., Ibazhanova, A.S. Comparative assessment of the morphofunctional state of fish seed and commercial rainbow trout when using feed with the addition of a probiotic drug. *Bulletin of ASTU. Series: Fisheries*, 2020, no. 1, pp. 131–137 (in Russian). DOI: 10.24143/2073-5529-2020-1-131-137.
3. Golovin, P.P., Golovina, N.A., Romanova, N.N., Korabelnikova, O.V. Testing in aquaculture of biologically active preparations that increase the immunophysiological status of fish. *Fisheries*, 2008, no. 4, pp. 63–66 (in Russian). eLIBRARY ID: 11761727.
4. Zhandalgarova, A.D., Bakhareva, A.A., Grozesku, Yu.N. New probiotic preparations immobilized on biofilm and prospects for their use in modern sturgeon farming. In: *International Scientific Conference of the Astrakhan State Technical University dedicated to the 90th anniversary of the founding of the Astrakhan State Technical University: materials*. Astrakhan, 2020, pp. 235 (in Russian). eLIBRARY ID: 43845545.
5. Zhandalgarova, A.D., Polyakov, A.D., Bakhareva, A.A., Grozesku, Yu.N. The use of probiotic preparations with immunomodulatory action for sturgeon fish in cage cultivation. *Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*. Samara, 2018, v. 20, no. 2 (82), pp. 107–111 (in Russian). eLIBRARY ID: 35289338.
6. Nechaeva, T.A. The use of the biocomplex Multibakterin OMEGA-10 in fish farming. *Issues of regulatory and legal regulation in veterinary medicine*, 2011, no. 3, pp. 58–61 (in Russian). eLIBRARY ID: 16973133.
7. Nechaeva, T.A. The use of probiotic Vetom 1.1 when growing juveniles in plants with a closed water supply cycle (RAS). *Topical issues of veterinary biology*, 2014, no. 1, pp. 65–69 (in Russian). eLIBRARY ID: 21251421.
8. Nechaeva, T.A., Shchepetkina, S.V. The use of probiotics in trout farms in the North-West of Russia. *Fish farming and fisheries*, 2021, no. 10, pp. 62–75 (in Russian). DOI: 10.33920/sel-09-2110-06.
9. Nechaeva, T.A., Shchepetkina, S.V. The results of the use of the biocomplex Multibacterin Federal State Unitary Enterprise Federal Selection and Genetic Center for Fish Breeding. *Innovations in the agro-industrial complex: problems and prospects*, 2017, pp. 140–144 (in Russian). eLIBRARY ID: 30708060.
10. Nechaeva, T.A., Shchepetkina, S.V. Probiotics in fish farming — new perspectives. *Proceedings of the international congress "Agriculture — the driver of the Russian economy"*, St. Petersburg, 2016, pp. 235–236 (in Russian). eLIBRARY ID: 48086224.
11. Repina, N.N., Nechaeva, T.A., Sokolov, V.D. Experience in the use of preparations of the Vetom series in breeding rainbow trout. *Vestnik NSAU (Novosibirsk State Agrarian University)*, 2009, no. 4 (12), pp. 28–30 (in Russian). eLIBRARY ID: 17839696.
12. Abdel Tavwab, M., Abbass, F.Ye. Turmeric powder, *Curcuma longa* L., in common carp, *Cyprinus carpio* L., diets: growth rates, innate immunity and resistance to pathogenic *Aeromonas hydrophila* infection. *J World Aquacult Soc*, 2017, no. 48 (2), pp. 303–312. DOI: 10.1111/jwas.1234.
13. Bryus, T.Dzh., Braun, M.L. Review of immune system components, cytokines and immunostimulants in cultured fish species. *OHAS*, 2017, no. 7 (3), pp. 267–288. DOI: 10.4236/ojas.2017.73021.

14. Giri, S.S., Sukumaran, V., Park, S.K. Effect of a bioactive substance from turmeric on growth, skin mucosal immunity and antioxidant factors in the common carp *Cyprinus carpio*. *Immunol of fish mollusks*, 2019, no. 92, pp. 612–620. DOI: 10.1016/j.fsi.2019.06.053.
15. Davud, M.A.O., Koshio, S., Esteban, M.A. Useful role of feed additives as immunostimulants in aquaculture: a review. *Reverend Aquacult*, 2018, no. 10 (4), pp. 950–974. DOI: 10.1111/raq.12209.
16. De Souza Silva, L.T., de Padua Pereyra, U., de Oliveyra, Kh.M., Braziliya, E.M., Pereyra, S.A., Shagas, E.K., Khesus, G.F.A., Kardoso, L., Mourin'o KH.L.P., Martins, M.L. Hemato-immunological and zootechnical parameters of Nile tilapia treated with *Mentha piperita*. *Aquaculture*, 2019, no. 506, pp. 205–211. DOI: 10.1016/k.Aquaculture.2019.03.035.
17. Kaupang, C.M.A., Lazado, C.C. Nutritional effects on fish mucosa: immunostimulants, pre- and probiotics. *Beck BH, Peatman E, Mucosal health in aquaculture London, Academic Press*, 2015, pp. 211–272. DOI: 10.1016/B978-0-12-417186-2.00009.
18. Santos, L., Ramos, F. Ustoychivost' k protivomikrobnym preparatam v akvakul'ture: sovremennyye znaniya i al'ternativy dlya resheniya problemy. *Protivomikrobnyye agenty Int J*. 52 (2): 135–143. DOI: 10.1016/j.ijantimicag.2018.03.010.
19. Khayatgeyb, N., Moro, E., Kalvez, S., Lepeltye, D., Puliken K.H. A review of functional foods and the control of Aeromonas infections in freshwater fish. *Int. Aquacult*, 2020. DOI: 10.1007/s10499-020-005143.
20. Khoseynifar, S.K.H., Sun, Y.U.Z., Chzhou, Z., Doan, K.H.V., Devis, S.Dzh., Hharikrishnan, R. Enhancing immune function and biological disease control through environmentally sound and sustainable approaches to fish aquaculture: herbal therapy scenarios. *Rev Fish Sci Aquacult*, 2020. DOI: 10.1080/23308249.2020.1731420.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interests.

Financing. The study had no sponsorship.

Сведения об авторах

Тамара Алексеевна Нечаева — д-р с.-х. наук, профессор кафедры водных биоресурсов, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет». Россия, 196601, г. Санкт-Петербург, г. Пушкин, Петербургское шоссе, д. 2. E-mail: tamara.73@list.ru. ORCID: 0000-0003-4858-567X.

Лариса Александровна Ильина — д-р с.-х. наук, профессор кафедры крупного животноводства, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет». Россия, 196601, г. Санкт-Петербург, г. Пушкин, Петербургское шоссе, д. 2. E-mail: ilina@spbgau.ru. ORCID: 0000-0003-2789-4844.

Василий Александрович Назаров — главный рыбовод ИП Романов. 188523, Ленинградская область, Ломоносовский район, п. Лопухинка. E-mail: vasilijnazarov@mail.ru. ORCID: 0009-0000-2131-3207.

Мария Игоревна Ковальчук — рыбовод ИП Романов. 188523, Ленинградская область, Ломоносовский район, п. Лопухинка. E-mail: m.kovalchuk@list.ru. ORCID: 0009-0006-4593-5485.

Василий Александрович Заикин — биотехнолог молекулярно-генетической лаборатории ООО «Биотроф». 196650, г. Санкт-Петербург, г. Колпино, 45ДВ, территория Ижорский завод. E-mail: dfcxsti@gmail.com. ORCID: 0009-0006-8029-9955.

Information about authors

Tamara Alexeyevna Nechaeva — Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Aquatic Bioresources and Aquaculture of the Sant-Petersburg State Agricultural University. Russia, 196601, St. Petersburg, Pushkin, Peterburgskoeshosse, house 2. E-mail: E-mail: tamara.73@list.ru. ORCID: 0000-0003-4858-567X.

Larisa Aleksandrovna Ilyina — Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Large Animal Husbandry, St. Petersburg State Agrarian University, Russia, 196601, St. Petersburg, Pushkin, Petersburg Highway, 2. E-mail: ilina@spbgau.ru. ORCID: 0000-0003-2789-4844.

Vasily Alexandrovich Nazarov — chief fish farmer IP Romanov. 188523 Leningrad region, Lomonosovsky district, Lopukhinka village. E-mail: vasilijnazarov@mail.ru. ORCID: 0009-0000-2131-3207.

Maria Igorevna Kovalchuk — fish farmer IP Romanov. 188523, Leningrad region, Lomonosovsky district, Lopukhinka village. E-mail: m.kovalchuk@list.ru. ORCID: 0009-0006-4593-5485.

Vasily Alexandrovich Zaikin — biotechnologist of the molecular genetic laboratory of Biotrof LLC. 196650, St. Petersburg, Kolpino, 45DV, Izhorsky Zavod territory. E-mail: dfcxsti@gmail.com. ORCID: 0009-0006-8029-9955.

Дата поступления: 10.09.2023

Дата принятия: 29.09.2023

Издательский Дом  Издательский Дом **ПАНОРАМА** представляет
Журнал «**Главный зоотехник**»



Журнал «Главный зоотехник» входит в Перечень рецензируемых научных изданий ВАК.

Животноводство России переживает не лучшие времена, и приятно сознавать, что на рынке печатной продукции имеется издание, которое пропагандирует как последние достижения в области научных исследований, так и практические рекомендации для специалистов разных отраслей животноводства.

Журнал «Главный зоотехник» популярен в разных регионах нашей страны и является в своем роде уникальным изданием, в котором освещены практически все направления животноводства — от скотоводства до рыбоводства и звероводства. В то же время в нем рассматривается и широкий спектр вопросов, связанных с успешным ведением той или иной отрасли от воспроизводства стада до технологий переработки полученной продукции. Это позволяет специалистам лучше ориентироваться в различных производственных вопросах и успешно решать их.

В журнале публикуются проблемные, экспериментальные, методические и обзорные статьи по указанным направлениям, а также обзорные статьи по экономическому состоянию животноводства, последние постановления Правительства РФ и Министерства сельского хозяйства России, что, в свою очередь, расширяет кругозор читателей и дает возможность специалистам быть в курсе текущих событий.

Журнал «Главный зоотехник» включен в РИНЦ.

КАТАЛОГ

избранные издания

газеты и журналы

Избранные издания для бизнеса

индекс 82764

Ежемесячное издание объемом 80 страниц.

В свободную продажу не поступает.

Распространяется по подписке.

Консультации по подписке можно получить по тел.: 8 (495) 274-2222 (многоканальный).

Тел. редакции: 8 (495) 274-2222 (многоканальный).

www.panor.ru

Подписные издания

Специальный раздел

Сельское хозяйство

индекс П7170