

DOI: 10.48612/sbornik-2022-1-23
УДК 639.3.043

ВЛИЯНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОБИОТИКОВ НА РЫБОВОДНО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И ПРИРОСТЫ ОСЕТРОВЫХ РЫБ

Юрин Денис Анатольевич¹, канд. с.-х. наук
Максим Екатерина Александровна¹, канд. биол. наук
Осепчук Денис Васильевич¹, д-р с.-х. наук
Данилова Александра Александровна¹, аспирант
Тлецерук Ирина Рашидовна^{1,2}, канд. с.-х. наук

¹ФГБНУ «Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии»,
г. Краснодар, Российская Федерация

²ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»,
г. Майкоп, Российская Федерация

Изучен способ применения пробиотической кормовой добавки при выращивании молоди осетровых рыб. Определено воздействие скармливания пробиотиков на изменение навески, длины тела, динамику среднесуточных приростов, выживаемость, коэффициент упитанности, затраты кормов, морфологический состав, развитие мышечной массы, внутренних органов и химический состав тела молоди осетровых рыб; проведено гистологическое исследование печени.

Ключевые слова: рыбоводство; кормовые добавки; осетровые рыбы; пробиотики; приросты

NFLUENCE OF THE APPLICATION OF PROBIOTICS ON FISH-BIOLOGICAL INDICATORS AND GROWTH PERFORMANCE OF STURGEON

Yurin Denis Anatolyevich¹, PhD. Agr. Sci.
Maxim Ekaterina Aleksandrovna¹, PhD. Biol. Sci.
Osepchuk Denis Vasilyevich¹, Dr. Agr. Sci.
Danilova Alexandra Alexandrovna¹, PhD student
Tletseruk Irina Rashidovna^{1,2}, PhD. Agr. Sci.

¹Krasnodar Research Centre for Animal Husbandry and Veterinary Medicine,
Krasnodar, Russian Federation

²Maykop State Technological University, Maykop, Russian Federation

The method of using a probiotic feed additive in the cultivation of sturgeon fry has been studied. The effect of feeding probiotics on the change in weight, body length, dynamics of average daily gains, survival rate, fatness coefficient, feed costs, morphological composition, development of muscle mass, internal organs and chemical composition of the body of sturgeon juveniles was determined; a histological examination of the liver was performed.

Key words: fish farming; feed additives; sturgeons; probiotics; gains

Аквакультура играет все более важную роль в повышении устойчивости глобального производства рыбы. Этот сектор активизировался с появлением новых методов животноводства и развитием новых технологий. Аквакультура развивается, в значительной мере, из-за повышенного спроса на здоровую продукцию. В связи с этим, проводится исследовательская работа и государственная полити-

ка по развитию аквакультуры. Питание водных организмов является одной из наиболее важных областей, потому что оно представляет собой большую часть производственных затрат. Поэтому использование кормовых добавок для улучшения здоровья и продуктивности рыб стало особо актуальным.

Применение биобезопасных кормовых добавок, таких как пробиотики, пребиотики и

синбиотики, становится все более распространенным, так как позволяет не только улучшить показатели роста, но и сохранность объектов аквакультуры. Одним из основных достижений в этой области является использование пробиотических бактериальных штаммов на конкретные субстраты для колонизации и модуляции кишечной микробиоты. Кормовые добавки (пробиотики, пребиотики и синбиотики) играют очень важную роль в иммунном ответе рыб, укрепляя их здоровье и, следовательно, улучшая их продуктивность.

Положительное влияние применения пробиотиков выражаются в виде подавления развития патогенных и условно-патогенных бактерий, путем повышения бактерицидных элементов крови, в конкуренции за пищевые ресурсы и ресурсы среды обитания, а также изменения микробного метаболизма.

Тем не менее, по-прежнему необходимы дальнейшие исследования для расширения использования этих добавок.

Цель настоящей работы заключается в разработке способа применения пробиотических кормовых добавок при выращивании молоди осетровых рыб на различных стадиях их развития.

В рамках достижения поставленной цели решены следующие задачи:

– исследована выживаемость микроорганизмов, содержащихся в пробиотике «Споротермин», при грануляции кормов.

– определено воздействие скармливания пробиотиков на темп роста, длину тела, выживаемость, коэффициенты упитанности, потребление и изменение кормового коэффициента молоди.

Методика исследований. Разработку способа выращивания молоди русского осетра и стерляди с использованием пробиотиков проводили в лабораторных условиях в виварии Ейского морского рыбопромышленного техникума. Рыбу, используемую в исследованиях, выращивали в установках замкнутого цикла. Кормление проводили гранулированными комбинированными кормами.

Эксперимент был проведен при обработке икры перед инкубированием в аппаратах «Осетр» с целью изучения включения в корм молоди осетровых рыб пробиотика «Споротермин». Первую, контрольную, партию икры не подвергали обработке пробиотиком, во вторую на 1 кг икры добавляли

«Споротермин» в количестве 4 г на 100 мл воды. Инкубирование икры обеих партий продолжали 12 суток.

Изучение воздействия пробиотических кормовых добавок в комбикорма проводили у молоди русского осетра. В ходе опыта молодь рыбы из контрольной группы получала обычный гранулированный комбикорм. В комбикорм используемых для кормления рыб второй, третьей и четвертой групп, вводили биологические добавки «Пролам», «Бацелл» и «Споротермин», в количестве 0,6 %, 0,2 %, 0,2 % к массе корма соответственно. Пятая опытная группа молоди рыбы получала антибиотик «Антибак 100».

Изучение воздействия испытываемых кормовых биопродуктов в экспериментах, проводившихся на научно-производственном предприятии «Южный центр осетроводства», осуществляли на трех группах годовиков стерляди по 100 особей в каждой группе. Для производственной проверки использовали двухлеток стерляди по 200 экземпляров рыб в каждой группе.

Комбикорма для кормления рыб в ходе научно-производственного опыта и производственной проверки приготавливали непосредственно в кормоцехе рыбоводного предприятия, в котором проводили исследования. Структура комбикорма для годовиков осетровых рыб включала следующие компоненты: высококачественную муку рыбную 22,0 %; белковый концентрат «Протемил» 23,0 %; шрот подсолнечниковый 10,0 %; муку пшеничную 31,0 %; муку льняную 3,0 %; жир рыбий 10,0 %; премикс 1,0 %. Белковый концентрат «Протемил», содержащийся в комбикорме, включал белки семян подсолнечника с высоким содержанием сырого протеина.

Каждый эксперимент продолжался в течение 90 суток. Гидрохимические характеристики на момент проведения исследований были в границах норм, оптимальных для осетровых рыб. Раздачу кормов совершали вручную. Количество корма определяли путем проведения нормативных расчетов, учитывающих среднюю массу тела рыб. Условия содержания были едиными для всех подопытных групп рыбы и соответствовали общепринятым нормам технологических процессов рыборазведения. Температура воды в установках замкнутого типа соответствовала 17–18°C, содержание растворенного в воде кислорода находилось на уровне 8–9 мг/л.

Взвешивание каждой подопытной рыбы проводили ежемесячно на электронных весах. Рассчитывали валовой и среднесуточные приросты, согласно этапам опыта, на основании данных контрольных перевесок. Кормовой коэффициент устанавливали, как количество комбикорма, потраченного на получение 1 кг прироста массы рыбы.

Гидрохимические характеристики на этапе выращивания молоди осетровых рыб соблюдали в пределах общепризнанных норм, согласно требованиям ОСТ 15.312.87. «Охрана природы. Гидросфера. Вода для рыбоводных хозяйств. Общие требования и нормы».

Жидкий пробиотик «Пролам» содержит 2 штамма *Lactobacillus*, 2 штамма *Lactococcus* и 1 штамм *Bifidobacterium*. В 1 см³ биодобавки определяется не менее 1×10^8 КОЕ микроорганизмов. «Пролам» применяют для профилактики и лечения дисбактериозов, увеличения естественной резистентности организма, корректировки численности полезной кишечной микрофлоры, для увеличения продуктивности и сохранности животных.

Пробиотическая сухая порошкообразная кормовая добавка «Бацелл» состоит из комплексной микробной массы *Bacillus subtilis*, *Lactobacillus acidophilus*, *Ruminococcus albus*. В 1 г содержится не менее 1×10^8 КОЕ бактерий каждого представленного вида. Микроорганизмы, находящиеся в структуре «Бацелла», продуцируют в течение собственной жизнедеятельности биологически действующие вещества (метаболиты), препятствующие формированию болезнетворной микрофлоры в кишечном тракте.

Пробиотическая кормовая добавка «Споротермин» – однородный порошок кремового цвета. Кормовая добавка включает лиофильно высушенные культуры: *Bacillus subtilis* и *Bacillus licheniformis* не менее 5×10^9 КОЕ/г, нанесенные на лактозу, добавленную в биопрепарат в качестве наполнителя. Бактерии *Bacillus subtilis* и *Bacillus licheniformis* имеют высокую устойчивость к сокам и ферментам желудочно-кишечного тракта животных; хорошую антагонистическую активность к условно-патогенной и патогенной микрофлоре кишечника; оптимизируют микробиом кишечника; улучшают процессы пищеварения в результате оптимизации ферментатив-

ной активности в тонком кишечнике (синтез пектолитических, протеолитических ферментов, липазы), осуществляют синтез вторичных метаболитов.

Антибиотик «Антибак-100» представляет собой порошок светло-коричневого цвета, является антибактериальным препаратом, содержит в качестве действующего вещества ципрофлоксацин, в количестве 100 мг на 1 г. Ципрофлоксацин обладает антибактериальным действием против ряда возбудителей различных заболеваний рыб.

Результаты исследований и их обсуждение. Выход личинок при инкубировании икры в аппаратах «Осетр» после обработки биопрепаратом «Споротермин», по сравнению с контрольным показателем, был выше на 4,2 %, что свидетельствует о положительном влиянии пробиотика на эмбриогенез рыбы.

В соответствии с особенностями эмбриогенеза осетровых, желудочно-кишечный тракт формирующихся эмбрионов к моменту выклева из икры наполнен желтком, который используется ими по мере развития. Проведенные исследования показали, что период желточного питания личинок у рыб контрольной группы длился 10 дней, а опытной, при применении пробиотика «Споротермин», – 7 дней.

Рыбоводно-биологические показатели сеголетков осетровых рыб в лабораторном опыте приведены в табл. 1.

Переход личинок рыб осетровых с эндогенного на экзогенное питание считается основным критическим этапом в цикле их развития.

Навеска рыбы в каждой изучаемой группе в начале эксперимента была равной. После завершения опыта их общая масса существенно различалась. Достоверно увеличилась навеска сеголетков русского осетра во второй группе, где использовали в составе полнорационного комбикорма пробиотик «Пролам», на 5,5 % ($P < 0,01$), в третьей, при вводе в ПК пробиотика «Бацелл», – на 10,1 % ($P < 0,001$), в четвертой, где в корм рыб вводили биодобавку «Споротермин», – на 15,8 % ($P < 0,001$), в пятой группе, с антибиотиком, – на 4,3 % ($P < 0,05$).

Таблица 1 – Основные рыбоводно-биологические показатели сеголетков осетровых рыб (период опыта – 90 дней), n = 35

Показатели	Группа				
	1	2	3	4	5
Средняя масса рыб, г: начальная	3,07±0,01	3,05±0,02	3,00±0,02	3,02±0,03	3,00±0,01
конечная	55,30±0,80	58,30±0,90**	60,90±0,80***	64,00±0,70***	57,70±1,10*
Длина тела в конце выращивания, см	12,80±0,40	13,00±0,60	13,00±0,70	13,20±0,50	12,80±0,40
Валовой прирост, г	52,20	55,30	57,90	61,00	54,70
Среднесуточный прирост, г	0,58	0,61	0,64	0,68	0,61
Выживаемость рыбы, %	88,60	91,40	94,30	100,00	91,40
Коэффициент упитанности	2,60	2,70	2,80	2,80	2,80

Примечания: * P < 0,05; ** P < 0,01; *** P < 0,001.

Длина тела молоди в опытных группах была выше по сравнению с таковой у контрольной группы. Коэффициент упитанности молоди был больше во второй группе на 3,8 %, в остальных группах – на 7,7 %.

Установлено значительное повышение выживаемости молоди рыбы при применении

пробиотических кормовых добавок: «Пролам» – на 2,8 %, «Бацелл» – на 5,7 %, «Споротермин» – на 11,4 %, «Антибак» – на 2,8 %.

Корма потреблялись в равной степени молодь всех групп. Однако затраты кормов, или так называемый кормовой коэффициент, был ниже в опытных группах (табл. 2).

Таблица 2 – Потребление кормов и кормовой коэффициент молодь в опыте

Показатели	Группа				
	1	2	3	4	5
Потреблено корма на 1 голову, кг	150,01	150,02	150,07	150,11	150,02
Кормовой коэффициент	2,87	2,71	2,59	2,46	2,74
В % к контролю	100,00	94,43	90,24	85,71	95,47

Понижение кормового коэффициента, по сравнению с контрольной группой, зафиксировано во второй группе на 5,6 %, в третьей – на 9,8 %, в четвертой – на 14,3 %, в пятой – на 4,5 %.

Навеска рыбы увеличилась в целом за счет накопления дополнительных питательных веществ в виде вторичных метаболитов, которые появлялись в процессе жизнедеятельности бактерий пробиотиков. По этой причине при осуществлении исследований,

направленных на изучение воздействия разных кормовых добавок, немаловажно определить связь коэффициента упитанности с химическим составом тела рыбы.

В состав тела рыбы входит огромное количество разных химических веществ, основу составляют протеин, жир, вода и некоторые минеральные элементы, в частности фосфор и кальций.

Химический состав гомогената тела сеголетков осетровых рыб показан в таблице 3.

Таблица 3 – Химический состав гомогената тела сеголетков, %

Показатели	Группа				
	1	2	3	4	5
Влага	78,21	77,3	77,00	76,79	77,17
Протеин	17,42	18,50	18,70	19,0	18,23
Жир	3,30	3,19	3,10	3,01	3,50
Зола	1,07	1,01	1,20	1,20	1,10

Данные таблицы показывают, что использование пробиотических кормовых биодобавок способствовало росту содержания протеина в теле рыбы в опытных группах при добавлении пробиотиков на 0,8–1,6 абс. % и уменьшению процента жира – на 0,1–0,3 абс. %.

При применении биопрепаратов для питания молоди рыб установлено снижение содержания кишечной палочки и стафилококка в содержимом кишечника. В третьей и четвертой группах повышение общего количества сенной палочки до 107 КОЕ свидетельствует о положительном воздействии использования кормовых биодобавок, включающих непосредственно спорообразующие бактерии в собственном составе.

Выводы. Внесение пробиотиков в комбикорма рыбы позволяет организовать более эффективное ее выращивание.

Масса сеголетков осетровых рыб при наличии в комбикормах пробиотика «Пролам» к концу эксперимента повысилась на 5,5 %, при наличии пробиотика «Бацелл» – на 9,1 %, а при внесении в комбикорма пробиотика «Споротермин» – на 16,7 %.

Выживаемость молоди рыбы при применении пробиотиков увеличилась на 2,8–11,4 %.

Темп роста годовиков стерляди повысился при применении биопрепаратов на 14,6–26,5 %, коэффициент упитанности – на 4,7–7,7 %, длина рыбы увеличилась на 1,5–3,0 %, соответственно.

Кормовой коэффициент при скармливании пробиотика «Пролам» снижается на 5,6 %, пробиотика «Бацелл» – на 17,3 %, а «Споротермина» – на 29,3 %.

Список литературы

1. Горлов И. Ф. Продуктивное действие комплекса пробиотических добавок / И. Ф.

Горлов, В. А. Бараников, Н. А. Омельченко и др. // Аграрный научный журнал. 2014. – № 11. – С. 17–20.

2. Скляр В. Я. Перспективы развития товарного рыбоводства на Юге России / В. Я. Скляр, Л. Г. Бондаренко, Ю. И. Коваленко, В. И. Петрашов, А. В. Каширин, Е. Н. Черных // Труды Кубанского гос. аграрного ун-та. 2012. – № 36. – С. 203–207.

3. Юрина Н. А. Использование кормовых добавок «Споротермин» и «Ковелос-Сорб» в рационах животных / Н. А. Юрина, С. И. Кононенко, В. В. Ерохин и др. // Сб. науч. тр. Всерос. науч. исследоват. ин-та овцеводства и козоводства. 2014. – Т. 2. – № 3. – С. 255–260.

4. El-Kady A. A., Magouz F. I., Abdel-Rahim M. M. et al. The effects of some commercial probiotics as water additive on water quality, fish performance, blood biochemical parameters, expression of growth and immune-related genes, and histology of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) // *Aquaculture*. 2022. – Vol. 546. – 737249. doi: 10.1016/j.aquaculture.2021.737249

5. Marques de Mesquita E. F., Calixto F. A. A., Takata R. Probiotics and Prebiotics in Fish Aquaculture // *Probiotics and Prebiotics in Foods. Challenges, Innovations, and Advances*. 2021. – Vol. 14. – pp 263–281. doi: 10.1016/B978-0-12-819662-5.00010-0

6. Rohani M. F., Islam S.M.M., Shahjahan M. et al. Probiotics, prebiotics and synbiotics improved the functionality of aquafeed: Upgrading growth, reproduction, immunity and disease resistance in fish // *Fish & Shellfish Immunology*. 2022. – Vol. 120, pp 569–589. doi: 10.1016/j.fsi.2021.12.037

7. Romano N. Probiotics, prebiotics, biofloc systems, and other biocontrol regimens in fish and shellfish aquaculture // *Aquaculture Pharmacology*. 2021. – Vol. 5. – pp 219–242. doi: 10.1016/B978-0-12-821339-1.00003-9