УДК 579 + 573.7 + 57.021

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СИНБИОТИЧЕСКОГО ПРЕПАРАТА «ПРОСТОР» В РАЦИОНЕ МОЛОДИ ОСЕТРОВЫХ РЫБ

[1]Ушакова Н.А., [2]Пономарев С.В., [3]Правдин В.Г., [3]Кравцова Л.З., [4]Лиман С.А., [1]Павлов Д.С.

[1]Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, Москва, e-mail: naushakova@gmail.com;
[2]Инновационный центр «Биоаквапарк» – Научно-технический центр аквакультуры АГТУ, Астрахань, e-mail: kafavb@yandex.ru;
[3]ООО «НТЦ БИО», Шебекино, e-mail: ntcbio@mail.ru;
[4]ООО «Агроакадемия», Шебекино, e-mail: agroakademia@mail.ru

В рационе опытной группы двухлетков гибрида русского и сибирского осетров испытывали комплексный синбиотический препарат, включающий биопленку пробиотика *Bacillus subtilis* на свекловичном жоме в качестве основного компонента, автолизат *Saccharomyces cerevisiae*, содержащий пребиотики – клеточные стенки дрожжей, а также лекарственные растения – траву эхинацеи пурпурной и плоды расторопши пятнистой. Препарат вводили в состав продукционного комбикорма ОТ-7 для осетровых в количестве 2 кг на тонну комбикорма. В контрольной группе рыба получала комбикорм ОТ-7 без препарата. Выращивание осетровых рыб осуществляли в стеклопластиковых бассейнах объемом 0,8 м^3 с постоянной проточностью и аэрацией при плотности посадки 15 особей на бассейн. Через месяц эксперимента оценивали рыбоводно-биологические показатели осетров, физиологические и биохимические показатели крови рыб. Препарат увеличил прирост массы тела, активизировал липидный обмен, повысил уровень гемоглобина в крови. Кормовой коэффициент в опытной группе составил 1,0 ед. и был на 0,2 ед. ниже, чем в контрольной группе, что свидетельствовало о повышении качества опытного комбикорма.

Ключевые слова: синбиотики, пробиотики, пребиотики, эхинацея, расторопша, комбикорма, осетровые рыбы, физиологические показатели, биохимия крови

ASSESSMENT OF THE EFFECTIVENESS OF SYNBIOTIC DRUG IN THE DIET OF YOUNG STURGEON FISH

[1]Ushakova N.A., [2]Ponomarev S.V., [3]Pravdin V.G., [3]Kravtsova L.Z., [4]Liman S.A., [1]Pavlov D.S.

[1]A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution Russian Academy of Sciences, Moscow, e-mail: naushakova@gmail.com;
[2]Innovation Center «Bioakvapark» – Scientific-Technical Center Aquaculture ASTU, Astrakhan, e-mail: kafavb@yandex.ru
[3]LLC «NTC BIO», Shebekino, e-mail ntcbio@mail.ru
[4]LLC «Agroakademiya» Mr. Shebekino, e-mail: agroakademia@mail.ru

The diet of the experimental group a two-year hybrid of the Russian and Siberian sturgeon have experienced complex synbiotic preparation containing the probiotic Bacillus subtilis biofilm by sugar beet pulp as a main component, autolysate Saccharomyces cerevisiae, contains prebiotics – the cell walls of yeast, and plants and herbs – Echinacea purpurea herb and fruit of milk thistle. The drug was administered in the feed of production OT 7 for sturgeon in the amount of 2 kg per ton of feed. The control group received fish feed OT-7 without the drug. Growing sturgeon performed in fiberglass swimming pool of 0,8 m3 with a constant flow and aeration at stocking density 15 individuals of the pool. A month later, the experiment was assessed fish breeding and biological indicators of sturgeon, physiological and biochemical indices of fish blood. The drug increased weight gain, intensified lipid metabolism, increased the level of hemoglobin in the blood. The feed conversion ratio in the test group amounted to 1,0 u., and was by 0,2 units lower than in the control group, and that indicated the improvement of the quality of the experimental mixed fodder.

Keywords: synbiotics, probiotics, prebiotics, echinacea, milk thistle, animal feed, sturgeon, vital signs, blood biochemistry

Эффективность современного промышленного рыбоводства во многом зависит от свойств применяемых комбикормов. Качественный комбикорм должен в максимальной степени использоваться организмом, стимулировать его рост и развитие, способствовать экологической безопасности производимых продуктов питания. Для получения дополнительных приростов массы тела, повышения переваримости и усвояемости кормов, стимуляции неспецифического иммунитета и экономии затрат кормов в настоящее время в состав комбикормов для животных, включая и рыб, вводятся пробиотические препараты. Наиболее часто в качестве биологически активных кормовых добавок используются пробиотики, содержащие бактерии вида *Bacillus subtilis* [5, 9–11].

Большой интерес представляет комбинация пробиотика *B.subtilis с* пребиотиками. Перспективными считаются комплексы пробиотиков, иммобилизованных на

твердых носителях, а также в сочетании с лекарственными растениями [6]. Разработан новый комплексный синбиотический препарат «ПроСтор», в пробиотическую композицию которого входят клетки *B. subtilis в* качестве основного компонента, а также *B. licheniformis*, комплекс молочнокислых бактерий и микроорганизм рода *Cellulomonas,* который способен синтезировать ферменты, расщепляющие целлюлозу, и продуцировать незаменимую аминокислоту лизин. Пробиотики образуют биопленку на поверхности твердого фито-носителя – свекловичного жома. В комплексный препарат включены автолизат дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*, содержащий пребиотики клеточных стенок, и фитокомпоненты – лекарственные растения (трава эхинацеи пурпурной и плоды расторопши пятнистой). Эхинацея обладает иммуномодуляторными свойствами. Расторопша введена для профилактики различных поражений печени. **Цель работы** – оценка эффективности применения комплексного инновационного синбиотического препарата «ПроСтор» в составе продукционных комбикормов для осетровых рыб.

Материалы и методы исследования

В качестве объекта исследований использовали двухлетков гибрида русского и сибирского осетров (♀ – *Acipenser gueldenstaedtii* (Brandt & Ratzeburg, 1833) – русский осетр; ♂ – *Acipenser baerii* (Brandt, 1869) – сибирский осетр). Были сформированы две группы рыб – опытная и контрольная, по 15 особей в каждой. Выращивание осетровых рыб осуществляли в стеклопластиковых бассейнах объемом 0,8 м^3 с постоянной проточностью при плотности посадки 15 особей на бассейн. Опыт проводили в течение 31 дня. Из поступающей в бассейны воды предварительно удаляли хлор и избыток азота, воду также постоянно аэрировали. Температура воды находилась в пределах 19,4–22,2 °С. Содержание кислорода не опускалось ниже 5 мг/л.

Опытный корм изготавливали в лабораторных условиях методом влажного прессования компонентов отечественного продукционного комбикорма ОТ-7 для товарных осетровых рыб [3], в который предварительно вводили симбиотический препарат с лекарственными растениями в количестве 2 кг на 1 тонну комбикорма. После высушивания получали гранулы диаметром 4,5 мм.

Опытную группу осетров содержали на рационе с опытным комбикормом, контрольную группу – на комбикорме ОТ-7. Кормление осуществляли дважды в светлое время суток. Суточная норма кормления составляла 3 % от массы тела рыб.

Основные показатели продуктивности рыб оценивали по скорости увеличения размеров тела и наращивания их мышечной массы. Измерения рыб проводили по методике [4]. Среднесуточную скорость роста молоди вычисляли по формуле сложных процентов [8]:

$$A = [(M_к/M_о)^{1/t} - 1]\cdot 100\ (\%),$$

где A – среднесуточная скорость роста, %; $M_к$ и $M_о$ – масса рыбы в конце и в начале опыта; t – продолжительность опыта, сут.

Абсолютный прирост оценивали по формуле [4]:

$$P_{аб} = M_к - M_0,$$

где $M_к$ – конечная масса молоди, г; M_0 – начальная масса молоди, г.

Для вычисления коэффициента массонакопления использовали формулу [2]:

$$K_м = ((M_к^{1/3} - M_о^{1/3})\cdot 3)/t,$$

где $K_м$ – коэффициент массонакопления, ед.; $M_к$ и $M_о$ – конечная и начальная масса рыбы, г; t – период выращивания, сут.

Среднесуточный прирост определяли по формуле [4]:

$$P = (M_к - M_0)/t,$$

где P – среднесуточный прирост, г; $M_к$ и $M_о$ – конечная и начальная масса рыбы, г; t – период выращивания, сут

Кормовой коэффициент определяли как отношение количества затраченного корма к приросту массы рыб за период эксперимента.

Кровь для анализа брали из гемального канала хвостового стебля в течение 30 с после извлечения рыбы из воды. Гематологические показатели определяли общепринятыми методами [3]. Эксперименты проводили в двукратной повторности.

Результаты обрабатывали статистически с определением средней, ошибки средней с использованием программы Microsoft Office Excel. Достоверность различий оценивали по Т-критерию Стьюдента.

Результаты исследований и их обсуждение

В ходе эксперимента и в контроле, и в опыте наблюдали прирост массы, однако в группе, потреблявшей комбикорм с добавлением синбиотика в сочетании с лекарственными растениями, он был выше, чем в контрольной группе. Рыбоводно-биологические показатели двухлетков гибрида русского×ленского осетра представлены в табл. 1. Выживаемость осетров во всех бассейнах была 100 %-й.

Весовой рост при кормлении двухлеток гибрида русского х ленского осетра опытным кормом шел интенсивнее, чем в контрольном варианте, а линейный отставал (разница недостоверна). За 31 сутки эксперимента абсолютный прирост в опытной группе рыб составил 60,4 г, что достоверно ($P < 0,05$) на 18,5 г выше, чем в контроле. Коэффициент массонакопления для опытных рыб составил 0,045 ед., а для контрольных осетров – 0,031 ед.

Показатели среднесуточного прироста и среднесуточной скорости роста также были выше у рыб из опытной группы и составили 1,95 г и 0,72 %. В то время как в контрольной группе значения этих показателей оказались ниже соответственно на 0,63 г и 0,22 %.

Таблица 1

Рыбоводно-биологические показатели двухлетков гибрида русского и сибирского осетров

Показатели	Варианты опыта	
	контроль	опыт
Масса, г: начальная конечная	250,60 ± 19,17 292,50 ± 22,40	243,80 ± 20,86 304,20 ± 31,20
Длина, см: начальная конечная	42,65 ± 0,88 43,80 ± 1,08	41,52 ± 1,22 42,60 ± 1,17
Абсолютный прирост, г	41,9	60,4*
Среднесуточный прирост, г	1,32	1,95*
Среднесуточная скорость роста, %	0,50	0,72
Коэффициент массонакопления, ед.	0,031	0,045
Кормовой коэффициент, ед.	1,2	1,0
Выживаемость, %	100	100

Примечание. * Различия достоверны при $P < 0,05$.

Кормовой коэффициент, который характеризует конверсию корма, в опытном варианте составил 1,0 и был на 0,2 единицы ниже контрольного (кормовой коэффициент в контрольной группе – 1,2), что свидетельствовало об улучшении качества опытного комбикорма по сравнению с комбикормом ОТ-7.

Таким образом, по данным биологических показателей роста можно говорить о положительном действии синбиотика при добавлении его в продукционные корма для осетровых рыб.

Для оценки физиологического состояния рыб проведен анализ гематологических показателей (табл. 2). Согласно данным литературы, у разновозрастных осетровых СОЭ составляет в среднем 2,5 мм/час, гемоглобин 50–80 г/л [1]. Полученные нами результаты указали, что по этим показателям физиологическое состояние гибридов обеих групп находилось в пределах нормы. У опытных рыб, потреблявших корм с добавлением синбиотика, гемоглобин повысился от 57,28 ± 2,9 до 78,05 ± 5,73 г/л. В контрольном варианте значительных изменений уровня гемоглобина не отмечено. Одновременно установлено высокое содержание общих липидов в крови опытной молоди осетров: 6,06 г/л (в контроле – 3,7 г/л), что, по-видимому, связано с активизацией липидного обмена у рыб этой группы. В сочетании с повышением уровня гемоглобина это следует считать благоприятным результатом, обеспечивающим интенсивный рост и развитие осетров.

Таблица 2

Физиологические и биохимические показатели крови двухлетков гибрида русского и сибирского осетров

Показатели	Варианты опыта	
	контроль	опыт
Начало эксперимента		
Гемоглобин, г/л	62,68 ± 6,6	57,28 ± 2,9
СОЭ, мм/ч	1,60 ± 0,12	2,60 ± 0,45
Общий белок, г/л	28,94 ± 1,63	23,28 ± 1,55
Общие липиды, г/л	3,28 ± 0,04	2,60 ± 0,17
Конец эксперимента		
Гемоглобин, г/л	62,25 ± 2,0	78,05 ± 5,73*
СОЭ, мм/ч	1,90 ± 0,33	1,80 ± 0,25
Общий белок, г/л	21,82 ± 1,85	23,80 ± 1,26
Общие липиды, г/л	3,70 ± 0,68	6,06 ± 0,46*

Примечание. * Различия достоверны при $P < 0,05$.

Концентрация сывороточного белка в крови как контрольных, так и опытных рыб колебалась в пределах нижней границы нормы, характерной для рыб из естественных водоёмов (25–40 г/л). Относительно низкий уровень сывороточного белка часто наблюдается у молоди осетровых при выращивании в условиях рыбоводных заводов [1].

Заключение

Примененный синбиотический препарат ПроСтор с лекарственными растениями в составе комбикорма для молоди осетровых повысил продуктивность двухлетков гибрида русского и сибирского осетров, что выразилось в интенсивном накоплении массы у опытных рыб. Улучшение рыбоводно-биологических показателей осетров сопровождалось активизацией энергетического обмена за счет повышения уровня гемоглобина и общих липидов в крови. Введение в продукционный комбикорм ОТ-7 для осетровых разработанного препарата снизило кормовые затраты, что свидетельствовало о повышении эффективности пищеварения и улучшении качества опытного комбикорма. В целом сочетание пробиотиков на основе *Bacillus subtilis* в виде биопленки на фитоносителе – свекловичном жоме с автолизатом дрожжей и лекарственными растениями эхинацеей пурпурной и расторопшей пятнистой оказало стимулирующее воздействие на растущий организм молоди осетровых. Рыба хорошо поедала опытный корм, и добавка лекарственных растений не повлияла отрицательно на вкусовые качества комбикорма. Введение препарата в состав продукционных комбикормов для молоди осетровых перспективно для получения высококачественных отечественных кормов.

Список литературы

1. Гершанович А.Д., Пегасов В.А., Шатуновский М.И. Экология и физиология молоди осетровых. – М.: Агропромиздад, 1987. – 215 с.

2. Купинский С.В., Баранов С.А., Резников В.Ф. Радужная форель – предварительные параметры стандартной модели массонакопления // Индустриальное рыбоводство в замкнутых системах: сб. науч. тр. ВНИИПРХ, – 1986. – Вып. 46. – С. 109–115.

3. Технологии выращивания и кормления объектов аквакультуры юга России / С.В.Пономарев, Е.А. Гамыгин, С.И. Никоноров, Е.Н. Пономарева, Ю.Н. Грозеку, А.А. Бахарева. – Астрахань: Новая линия, 2002. – 165 с.

4. Правдин П.Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищ. пром., 1966 – 250 с.

5. Правдин В., Ушакова Н., Пономарев С. Льняной жмых для карповых и осетровых рыб // Комбикорма. – 2009. – № 8. – С. 58–60.

6. Новое поколение пробиотических препаратов кормового назначения / Н.А. Ушакова, Р.В. Некрасов, В.Г. Правдин, Л.З. Кравцова, О.И. Бобровская, Д.С. Павлов // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 1. – С. 184–192.

7. Anadyn A., Martнnez-Larranaga M.R., Aranzazu-Martinez M. Probiotics for animal nutrition in the European Union. Regulation and Safety Assessment. Regulatory Toxicology // Pharmacology. – 2006. – Vol. 45. – P. 91–95.

8. Castell J.D., Tiews K. Report of the EIFAC, IUNS and ICES Working Group on the standardization of the methodology in fish nutrition research // Hamburg (Federal Republic of Germany, March 21-23, 1979) EIFAC Tech. pap. 36. –1979. – P. 1–24.

9. Harbarth S., Samore M.H. Antimicrobial Resistance Determinants and Future Control // Emerg. Infect. Dis. – 2005. – Vol. 11. – № 6. – P. 794–801.

10. Simon O., Jadamus A., Vahjen W. Probiotic feed additives – effectiveness and expected modes of action // Journal of Animal and Feed Sciences. – 2001. – Vol. 10. – P. 51–67.

11. Shim S.B., Verstegen M.W.A., Kim I.H., Kwon O.S., Verdonk J.M.A.J. Effects of feeding antibioticfree creep feed supplemented with oligofructose, probiotics or synbiotics to suckling piglets increases the preweaning weight gain and composition of intestinal microbiota // Archives of Animal Nutrition. – 2005. –Vol. 59. – P. 419–427.

References

1. Gershanovich A.D., Pegasov V.A., Shatunovskiy M.I. *Ekologiya i fiziologiya molodi osetrovykh* [Ecology and physiology of juvenile sturgeon]. Moscow, Agropromizdat, 1987, 215 p.

2. Kupinskiy S.V., Baranov S.A., Reznikov V.F. //*Industrialnoe rybovodstvo v zamknutykh sistemakh: sbornik nauchnykh trudov VNIIPRKH* [Industrial fisheries in closed systems: Sun. scientific. tr. VNIIPRKh], 1986, Vip. 46, pp. 109–115.

3. Ponomarev S.V., Gamygin E.A., Nikonorov S.I., Ponomareva E.N., Grozeku Yu.N., Bakhareva A.A. *Tekhnologii vyraschivaniya i kormleniya obektov akvakultury yuga Rossii* [Technology of growing and feeding of aquaculture south Russia], Astrakhan, «Novaya liniya», 2002, 165 p.

4. Pravdin P.F. *Rukovodstvo po izucheniyu rib* [Guide to the study of fish], Moscow, Pisch.Prom., 1966, 250 p.

5. Pravdin V., Ushakova N., Ponomarev S. // *Kombikorma* [Combined feed], 2009, no. 8, pp. 58–60.

6. Ushakova N.A., Nekrasov R.V., Pravdin V.G., Kravtsova L.Z., Bobrovskaya O.I., Pavlov D.S. // Fundamentalnye issledovaniya [Fundamental research], 2012, no.1, pp. 184–192.

7. Anadyn A., Martнnez-Larranaga M.R., Aranzazu-Martinez M. // Pharmacology, 2006, Vol. 45, pp. 91–95.

8. Castell J.D., Tiews K. // Hamburg (Federal Republic of Germany, March 21-23, 1979) EIFAC Tech. pap. 36, 1979, pp. 1–24.

9. Harbarth S., Samore M.H. // Emerg. Infect. Dis., 2005, Vol. 11, no. 6, pp. 794–801.

10. Simon O., Jadamus A., Vahjen W. // Journal of Animal and Feed Sciences, 2001, Vol. 10, pp. 51–67.

11. Shim S.B., Verstegen M.W.A., Kim I.H., Kwon O.S., Verdonk J.M.A.J // Archives of Animal Nutrition, 2005, Vol. 59, pp. 419–427.

Рецензенты:

Стоянова Л.Г., д.б.н., ведущий научный сотрудник, биофак МГУ, г. Москва;

Наумова Е.И., д.б.н., зав. лабораторией ИПЭЭ РАН, г. Москва.

Работа поступила в редакцию 16.05.2013.