

ТОВАРНАЯ АКВАКУЛЬТУРА И ИСКУССТВЕННОЕ ВОСПРОИЗВОДСТВО РЫБ

УДК [639.371.2.043.13:636.087.74/.8]:[639.3.045.3:556.551.32]
ББК [47.285:28.082.12]:[47.294:45.451.27]

Х. Аламдари, С. В. Пономарёв

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОБИОТИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ ПРИ КОРМЛЕНИИ ОСЕТРОВЫХ РЫБ: РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЯ ПРИ ТЕМПЕРАТУРЕ ВОДЫ НИЖЕ ОПТИМАЛЬНОЙ

H. Alamdari, S. V. Ponomarev

USE OF THE PROBIOTIC PREPARATIONS FOR STURGEON FEEDING: THE RESULTS OF THE EXPERIMENT AT WATER TEMPERATURE LOWER THAN THE OPTIMAL ONE

Приводятся результаты кормления экспериментальной группы рыб полнорационным кормом с добавлением пробиотиков и контрольной группы – без пробиотиков. Установлено, что при использовании полнорационного корма с пробиотиком Бацелл показатели сывороточных липидов опытной группы осетровых были выше, чем в контрольной группе. Показано, что если температура воды ниже оптимальной, использование пробиотиков в кормах для осетровых рыб нецелесообразно.

Ключевые слова: пробиотик, кормление, осетровых рыб, температура.

The results of feeding the test fish group with complete diet with the addition of probiotic Batsell and without it are given. It is stated that while using the complete diet with probiotic Batsell the value of serum lipids in the test group of sturgeon was higher than in the test group fed without probiotic. It is shown that if the water temperature is lower than the optimal one, the use of probiotics in sturgeon diets is inexpedient.

Key words: probiotic, feeding, sturgeon, temperature.

Введение

При выращивании осетровых рыб происходит увеличение уровня органического загрязнения и числа условно-патогенных бактерий в водной среде рыбоводных хозяйств. При определенной концентрации микроорганизмов в воде рыбоводных емкостей наблюдается резкое увеличение их количества в органах и тканях рыб [1]. При этом отмечаются случаи ослабления общего состояния рыб и возникновения различных заболеваний, что ведет к необходимости проведения исследований по разработке лечебно-профилактических кормов.

Широкое применение антибиотиков и химиопрепаратов для профилактики и борьбы с бактериальными болезнями в рыбоводных хозяйствах привело к возникновению таких проблем, как лекарственная сопротивляемость [2], накопление антибиотиков и химиопрепаратов в тканях и иммуносупрессия. Если антибиотики используются в самых низких возможных дозах, по экономическим причинам или с целью избежать побочных эффектов и снизить воздействие на окружающую среду, сопротивление патогенов к действию антибиотиков увеличивается [3]. В последние годы использование некоторых антибиотиков было запрещено в ряде стран вследствие серьезной экологической опасности, а также некоторого канцерогенного эффекта, вызываемого ими у многих костистых рыб [4]. Антибиотики могут вызвать угнетение полезной

микрофлоры, которая обычно присутствует в пищеварительном тракте рыб [5]. Кроме того, вакцины не могут быть использованы как универсальная мера для борьбы с болезнями в области аквакультуры [6] вследствие того, что их количество в ряде стран ограничено и их защитное действие проявляется лишь при определенных бактериальных и вирусных заболеваниях [7].

В связи с этим в настоящее время в качестве средства для поддержания и восстановления нормального физиологического состояния животных широко используют различные пробиотические препараты, значительно возрастает интерес ученых и практиков к использованию микроорганизмов в сельскохозяйственном производстве [8]. Пробиотики в качестве профилактического средства все шире используются в аквакультуре [9]. Пробиотические препараты стимулируют рост привилегированных микроорганизмов и укрепляют естественные защитные механизмы организма [10]. Механизм действия пробиотиков, в отличие от такового антибиотиков, направлен не на уничтожение части популяций кишечных микроорганизмов, а на заселение кишечника конкурентоспособными штаммами бактерий-пробионтов, которые осуществляют неспецифический контроль над численностью условно-патогенной микрофлоры путем ее вытеснения из состава кишечного микробиоценоза [8]. В связи с этим основная проблема интенсивного рыбоводства – разработка новых биотехнологий выращивания с использованием активных и безопасных комбикормов, в состав которых входят современные пробиотические препараты. Вследствие этого основной целью исследований являлось установление эффективности использования пробиотического препарата Бацелл в составе комбикормов для осетровых рыб.

Большинство исследований по использованию пробиотиков для аквакультуры проводилось с использованием одного вида бактерий в одной или нескольких дозах. Использование многонапряженных и многовидовых пробиотиков выявило синергетический эффект, усиливающий их действие. Однако сравнительная оценка действия многонапряженных и многовидовых пробиотиков на рыбе выполнена далеко не полностью [10].

Материалы и методы исследований

Исследования выполнялись в Астраханском государственном техническом университете на базе кафедры «Аквакультура и водные биоресурсы». В ходе экспериментальных работ использовали продукционный корм ОТ-7 (протеин – 48 %, жир – 8 %, углеводы – 18 %, клетчатка – 1,5 %) с добавкой пробиотика или без пробиотика. Эксперимент приводили в два этапа.

На **первом** этапе эксперимента использовали пробиотическую добавку к корму Бацелл, которая состоит из микробной массы спорообразующих бактерий *Bacillus subtilis* 945 (В-5225), ацидофильных бактерий *Lactobacillus acidophilus* L917 (В-4625), *Ruminococcus albus* 37 (В-4292). В 1 г пробиотической добавки содержится не менее 1×10^8 КОЕ бактерий каждого вида. Пробиотическая добавка Бацелл вводилась в комбикорм рыбы из расчета 0,2 % от массы сухого комбикорма. Для опытного варианта комбикорма изготавливали в лабораторных условиях методом влажного прессования с последующей сушкой. В качестве объекта исследований использовали двухлеток русско-ленского осетра. Взвешивание и измерение рыбы проводили согласно рекомендациям С. В. Пономарёва и др. [11]. Начальная средняя масса русско-ленского осетра составляла $571,0 \pm 21,2$ г ($M \pm m$), длина $54,4 \pm 0,6$ см ($M \pm m$), период выращивания – 34 суток. Эксперимент проводили в бассейнах в условиях системы замкнутого цикла, при плотности посадки 13 экз/м² и температуре воды от 13,6 до 17,5 °С. Концентрация кислорода находилась на уровне 41–73 % насыщения. Рыб кормили один раз в сутки. Для оценки интенсивности роста использовали показатели конечной массы, конечной длины, абсолютного и среднесуточного прироста [11].

На **втором** этапе эксперимента использовали пробиотическую добавку Субтилис, которая состоит из микробной массы спорообразующих бактерий *Bacillus subtilis* (ВКМ В-2250), *Bacillus subtilis* (ВКМ В-2287) и *Bacillus licheniformis* (ВКМ В-2252). В 1 г пробиотической добавки содержится не менее 1×10^9 КОЕ бактерий. Пробиотическая добавка к корму Субтилис вводилась в комбикорм рыбы из расчета 0,4 % от массы сухого комбикорма. В качестве объекта исследований использовали двухлеток русского осетра. Взвешивание и измерение рыбы проводили согласно рекомендациям С. В. Пономарёва и др. [11]. Начальная масса двухлеток русского осетра составляла 1300–1350 г. Опыты проводили в бассейнах площадью 1 м² при температуре воды 26 °С и содержании растворенного кислорода 6,5 мг/л в течение 30 суток. Рыб кормили два раза в сутки. Для оценки интенсивности роста использовали показатели конечной массы, абсолютного и среднесуточного прироста, а также определяли показатели выживаемости и кормового коэффициента.

Известно, что кишечная микрофлора рыб влияет на физиологическое состояние хозяина [12]. Для его оценки использовали следующие показатели крови: содержание гемоглобина, общего белка, холестерина, общих липидов и скорость оседания эритроцитов (СОЭ). Кроме того, показатели изменения состава крови являются полезными для клинической диагностики физиологии рыб, позволяя определить степень влияния внешних стрессов и токсичных веществ [13]. Кровь у рыб брали из хвостовой артерии с помощью медицинского шприца и определяли показатели с использованием общепринятых методик [11]. Все результаты исследований были обработаны статистически по стандартным методам [14]. Были определены средние арифметические полученных величин и их стандартная ошибка ($M \pm m$). Для оценки достоверности различий применяли *t*-критерий Стьюдента. Различия считали статистически достоверными при $p < 0,05$.

Результаты исследований и их обсуждение

Эффект от использования пробиотиков широко известен, но данных о том, каким образом этот эффект достигается, еще недостаточно. Тем не менее достижения науки позволяют констатировать, что полезный эффект от действия пробиотиков может проявляться через прямое антагонистическое действие против специфических групп микроорганизмов (образование антибактериальных веществ), конкуренцию за питательные вещества и место жизни, изменение микробного метаболизма (увеличение или уменьшение ферментативной активности, стимуляция иммунной системы и др.).

Типичным представителем пробиотиков является *Bacillus subtilis*. Бактерии активно выделяют в кишечнике биологически активные вещества, продуцируют различные пищеварительные ферменты и энзимы. На примере *Bacillus subtilis* было показано, что её секрет содержит широкий спектр экзоферментов, таких как амилаза, протеаза и липаза, которые увеличивают концентрацию кишечных пищеварительных ферментов [15]. Эта бактерия может также улучшать пищеварительную деятельность благодаря синтезу витаминов К и В₁₂ и кофакторов или путем увеличения ферментативной активности. *Bacillus subtilis* производит несколько пептидных антибиотиков, в том числе субтилины. Кроме того, существует ряд других веществ с биоконтрольным действием, выделенных от *Bacillus*. Итурины, циклические липопротеины, выделенные от *Bacillus subtilis*, являются токсичными для широкого спектра грибов и дрожжей [16]. Положительные результаты при исследованиях рыб [17] и креветок [18, 19] дали использование пробиотиков, разработанных на основе *Bacillus subtilis* для сельскохозяйственных животных. В ходе исследований лососевых рыб, на фоне улучшения их физиологического состояния, получен ростостимулирующий эффект при применении сухой культуры ацидофильной палочки. Для профилактики и лечения аэромоноза у карпа с успехом используется пробиотик Субтилин на основе *Bacillus subtilis*, разработанный для теплокровных животных [20].

Бактерии вида *Bacillus subtilis*, находящиеся и размножающиеся в просвете кишечника, образуют метаболиты, которые подавляют рост патогенной и условно-патогенной микрофлоры, в частности стафилококков, протей, шигелл, эшерихий, псевдомонад, грибов р. *Candida* и других организмов. Как и у наземных теплокровных животных, бактерии *Bacillus subtilis* не способны образовывать колонии в кишечнике рыб – после прекращения применения препарата они постепенно выводятся из организма, однако поддержание их высокой концентрации в пищеварительном тракте позволило повысить выживаемость и продуктивность рыб. Бациллы относятся к сапрофитам и являются основными участниками разложения белковых субстратов. Благодаря высокой активности они часто проявляют антагонистические свойства по отношению к другим микроорганизмам. Одним из важных преимуществ этих бактерий является их способность к спорообразованию, позволяющая им сохранять жизнеспособность при неблагоприятных условиях внешней среды (в том числе и при влаготепловой обработке сырья и кормов в процессе гранулирования и экструдирования) [20]. Сопrotивление спор может быть объяснено различными факторами, такими как наличие толстых белковых слоев спор, пониженная проницаемость ядра споры или пониженное содержание воды в ядре споры [21].

Бактериологические исследования сырьевых компонентов рыбных комбикормов, проведенные В. Ю. Жезмер и Е. В. Ляшенко [22], выявили, что обсемененность сырья животного происхождения (рыбная, мясокостная, крилевая мука, сухое молоко) составляла $1 \times 10^5 - 5 \times 10^5$ КОЕ/г. Доминирующий фон бактериального загрязнения сырьевых компонентов составляли

бактерии родов *Bacillus* и *Micrococcus*. Несколько более низкие значения были определены для молочнокислых бактерий родов *Streptococcus*, *Lactobacillus* и коринеформных бактерий. В рыбных комбикормах доминируют бактерии родов *Bacillus* и *Staphylococcus*, плесени (*Penicillium*, *Mucor*), дрожжеподобные грибы (*Candida*), бактерии кишечной группы (в основном *E. coli*). Бациллы, на долю которых приходится 23 % микроорганизмов комбикормов, распространены повсеместно – в почвах, воде, на растениях, на покровах и в пищеварительном тракте животных. В микрофлоре кишечника у большинства пресноводных рыб из естественных условий обитания преобладают аэробные грамотрицательные микроорганизмы родов *Pseudomonas*, *Enterobacter*, *Aeromonas*, *Acinetobacter* и *Bacillus*, а также анаэробные бактерии родов *Vibrio* и *Clostridium* [20]. Конечная масса, конечная длина, абсолютный прирост, среднесуточный прирост, гемоглобин, содержание общего белка и холестерина, СОЭ из-за вероятного загрязнения сырьевых компонентов рыбных комбикормов или низкой оптимальной температуры воды в период выращивания были одинаковыми в вариантах опыта с пробиотиками и контрольном варианте без пробиотика (табл. 1).

Таблица 1

Рыбоводно-биологические и физиологические показатели крови двухлеток русско-ленского осетра, выращенного на производственном комбикорме ОТ-7 с добавкой пробиотика Бацелл

Показатель	Вариант	Значение в опыте с пробиотиком <i>M ± m</i>		Значение в контроле без пробиотика <i>M ± m</i>	
		начальное	конечное	начальное	конечное
Масса, г		573,9 ± 35,4	610,4 ± 39,3	568,1 ± 25,5	611,1 ± 20,0
Длина, см		54,3 ± 0,8	55,4 ± 1,0	54,6 ± 0,9	55,2 ± 0,8
Абсолютный прирост, г		–	39,40	–	40,10
Среднесуточный прирост, г/сут		–	1,15	–	1,18
Гемоглобин, г/л		82,4 ± 4,2	79,7 ± 2,9	69,4 ± 3,1	73,5 ± 5,4
СОЭ, мм/ч		2,1 ± 0,3	2,5 ± 0,3	2,3 ± 0,2	2,1 ± 0,3
Общий белок, г/л		33,1 ± 1,9	26,0 ± 1,6	32,0 ± 2,2	30,1 ± 1,3
Холестерин, ммоль/л		3,2 ± 0,2	1,4 ± 0,2	2,6 ± 0,1	1,2 ± 0,2
Общие липиды, г/л		2,6 ± 0,2	3,3 ± 0,2 *	3,2 ± 0,3	2,4 ± 0,2
Период выращивания, сут		34		34	

* Различия достоверны при $p < 0,05$.

Пробиотики, используемые в настоящее время при кормлении одножелудочных и жвачных животных, являются в основном бактериями или дрожжами, которые требуют достаточно теплой среды для развития в кишечнике животных, однако рыбы являются пойкилотермными животными, и в условиях рыбоводных хозяйств температура воды может быть низкой [23]. Влияние температуры на развитие пробиотиков в среде должно быть изучено на рыбах как пойкилотермных животных. Необходимо установить эффективность пробиотиков в кормах в связи с сезонной низкой температурой воды [24]. На втором этапе эксперимента в теплой воде были получены результаты, подтверждающие эффективность пробиотика (табл. 2).

Таблица 2

Рыбоводно-биологические показатели русского осетра, выращенного на производственном комбикорме ОТ-7 с добавкой пробиотика Субтилис

Показатель	Вариант опыта	
	Опыт	Контроль
Масса тела, начальная, г	1 301,2 ± 21,5	1 350,6 ± 25,4
Масса тела, конечная, г	1 525,7 ± 24,3*	1 454,8 ± 22,6
Абсолютный прирост, г	224,5	104,2
Среднесуточный прирост, г/сут	7,48	3,47
Выживаемость, %	100,0	98,0
Кормовой коэффициент, ед.	1,1	1,2
Период выращивания, сут	30	30

* Различия достоверны при $p < 0,05$.

Молочнокислые бактерии широко используются в качестве пищевой добавки для защиты рыб от различных инфекций [9]. Их способность улучшать иммунный ответ против вредных патогенов позволяет рассматривать их в качестве альтернативного метода для профилактики различных заболеваний рыб [4]. Они, например, оказывают полезное действие посредством образования антибиотиков, продукции органических кислот и изменения величины рН, образования перекиси водорода, снижения окислительно-восстановительного потенциала среды, конкуренции за места адгезии, питательные вещества и других эффектов [9]. Было обнаружено, что представители р. *Lactobacillus sp.*, и в частности *Lactobacillus aciuolophilus*, обладают выраженными ингибирующими свойствами против кишечных патогенов, и это специфическое действие обусловлено продукцией таких антибиотиков, как ацидофилин, лактолин и ацидолин. Образующийся ацидолин вместе с молочной кислотой обеспечивает высокую антимикробную активность против энтеропатогенных видов *E. coli*, различных сальмонелл, стрептококков, клостридий и других спорообразующих микроорганизмов [25]. Помимо образования специфических антибиотиков, ингибирование патогенов лактобациллами может быть обусловлено продуктами их метаболизма. Они образуют значительное количество уксусной, муравьиной, молочной кислот и перекиси водорода, ингибирующие свойства которых хорошо известны [26].

Согласно данным табл. 1, достоверно выше было значение по сывороточному липиду в варианте опыта с пробиотиком ($p < 0,05$). Кишечная микрофлора, как известно, играет важную роль в регуляции системного метаболизма липидов [27]. Исследования на животных *in vitro* показали, что кишечная микрофлора может регулировать метаболизм липидов хозяина с помощью многочисленных механизмов. Лактобактерии могут снижать уровень сывороточного холестерина. В некоторых исследованиях показано, что пробиотики могут способствовать снижению уровня холестерина в крови и повышают устойчивость липопротеинов с низкой плотностью к окислению, способствуют снижению кровяного давления. В опытах *in vitro* получено, что холестерин может быть удален из среды с помощью *Lactobacillus acidophilus* не только за счет ассимиляции в процессе роста, но и путем связывания холестерина с клеточной поверхностью. Другой описанный гипохолестеринемический механизм включает в себя способность некоторых пробиотических штаммов ферментативно деконъюгировать желчные кислоты через катализ желчной соли с гидролазой [28]. Доказано, что различные виды лактобацилл, обитающие в пищеварительном тракте, деконъюгируют таурохолевую и гликохолевую кислоты. Такая деконъюгационная активность обычно проявляется у организмов в анаэробных условиях и становится важной по отношению к уровню холестерина в сыворотке крови потому, что деконъюгированные желчные кислоты обеспечивают меньшее всасывание липидов из кишечного тракта, чем конъюгированные [29]. С другой стороны, холестерин является предшественником для синтеза новых желчных кислот. Использование холестерина для синтеза новых желчных кислот может привести к снижению концентрации холестерина в крови [28]. Снижение холестерина может быть связано со способностью организма использовать органические и неорганические соединения для роста [13].

Глобальный мониторинг сыворотки крови и органических липидных профилей у безмикробных и мышей с пробиотиками обнаруживает еще более широкое и глубокое влияние кишечной микрофлоры на липидный обмен хозяина, в частности на триглицериды и фосфатидилхолины [27]. У мышей кишечные бактерии сильно влияют на эмульгирование, поглощение и транспортировку кормовых жиров, а также их хранение и перекисное окисление через метаболические и сигнальные свойства желчных кислот. Количественный анализ данных выявил несколько значимых корреляций между кишечной микрофлорой и сывороточными липидами у человека. Общее содержание липидов в сыворотке крови человека является композитом метаболической активности хозяина и микроба, а кишечные бактерии участвуют в метаболизме различных видов липидов, поэтому тело человека использует их для формирования мембран, хранения энергии и сигнальных реакций [30]. Однако молекулярные механизмы этих сложных взаимодействий между хозяином и микробом изучены недостаточно [30, 31].

Пробиотический эффект различных бактерий определяется суммой специфических активностей, которыми эти организмы обладают. *Ruminococcus albus* обычно рассматривается в качестве основного организма, ответственного за деградацию клеточных стенок растений в рубце [32], и существенно повышает энергетику корма. Положительный эффект *Bacillus subtilis*, *Lactobacillus acidophilus* и *Ruminococcus albus* был подтвержден при исследованиях линя и карпа [3].

В естественной среде у осетровых рыб нормой принято считать следующие значения физиологических показателей: гемоглобин – 50–80 г/л, сывороточный белок – 28–40 г/л, сывороточные липиды – 3–4 г/л, холестерин – 1–2,8 ммоль/л, СОЭ – 2–4 мм/ч [33]. Из данных табл. 1 можно сделать вывод, что без пробиотика для сывороточных липидов может иметь место отклонение от нормы.

Заключение

Таким образом, в ходе исследований установлено, что при использовании полнорационного корма с добавлением пробиотика Бацелл значение по сывороточным липидам опытной группы осетровых было выше такового в сравнении с контрольной группой, выращенной на корме без пробиотика. Показано, что если температура воды ниже оптимальной, использовать пробиотики в кормах для осетровых рыб нецелесообразно.

Отметим, что следует считать недостаточно изученными вопросы адгезии пробиотиков по отношению к слизистой кишечника рыб, стимуляции иммунитета, не отработаны в полной мере дозы и продолжительность применения препаратов, не установлена рекомендуемая оптимальная температура использования пробиотиков, нет единого мнения о преимуществах однокомпонентных и многокомпонентных препаратов и пр.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Юхименко Л. Н. Перспективы использования суболина для коррекции микрофлоры кишечника рыб и профилактики БГС / Л. Н. Юхименко, Л. И. Бычкова // Проблемы охраны здоровья рыб в аквакультуре: тез. науч.-техн. конф. М., 2005. 133–136.
2. Teuber M. Veterinary use and antibiotic resistance / M. Teuber // Current Opinion Microbiol. 2001. 4. P. 493–499.
3. Mišćević M. Effect of probiotics on the production of one-year old tench and common carp / M. Mišćević, M. Ćirković, R. Jovanović, D. Ljubojević, N. Novakov, Z. Mašić, M. Marković // Archiva Zootechnica. 2012. 15 : 4. P. 69–76.
4. Gatesoupe F. J. The use of probiotics in aquaculture / F. J. Gatesoupe // Aquaculture, 1999. 180. P. 147–165.
5. Sugita H. The vitamin B 12 – producing ability of the intestinal microflora of freshwater fish / H. Sugita, C. Miyajima, Y. Deguchi // Aquacul. 1991. 92. P. 267–276.
6. Amáñbile-Cuevas C. Antibiotic resistance / C. Amáñbile-Cuevas, M. Gárdenas-García, M. Ludgar // Ameri. Sci. 1995. 83. P. 320–329.
7. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). State of world aquaculture. Room : FAO fisheries, technical paper No. 500. 2006.
8. Артюхова С. И. Использование пробиотиков в кормлении птицы / С. И. Артюхова, А. В. Лашин // Сб. материалов Междунар. конф. «Пробиотики, пребиотики, синбиотики и функциональные продукты питания. Современное состояние и перспективы». Москва, 2–4 июня 2004 г. М., 2004. С. 130–131.
9. Yeong Y. S. Protection of *Artemia* from vibriosis by heat shock and heat shock proteins / Y. S. Yeong // PhD thesis, Ghent University, Belgium, 2008.
10. El-Ezabi M. M. The viability of probiotics as a factor influencing the immune response in the Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* / M. M. El-Ezabi, S. S. El-Serafy, M. A. Essa, S. Lall, S. M. Daboor, N. A. Esmael // Egypt J. Aquat. Biol. & Fish. 2011. Vol. 15, N 1. P. 105–124.
11. Пономарёв С. В. Технологии выращивания и кормления объектов аквакультуры юга России / С. В. Пономарёв, Е. А. Гамыгин, С. И. Никоноров, Е. Н. Пономарёва, Ю. Н. Грозеску, А. Н. Бахарева // Астрахань: Нова плюс, 2002. 264 с.
12. Tremaroli V. Functional interactions between the gut microbiota and host metabolism / V. Tremaroli, F. Bäckhed. Nature. 2012. 489. P. 242–249.
13. Al-Dohail M. A. Evaluating the use of *Lactobacillus acidophilus* as a biocontrol agent against common pathogenic bacteria and the effects on the haematology parameters and histopathology in African catfish *Clarias gariepinus* juveniles, M. A. Al-Dohail, R. Hashim, M. Aliyu-Paiko // Aquaculture Research. 1–14.
14. Лакин Г. Ф. Биометрия / Г. Ф. Лакин. М.: Высш. шк., 1990. 350 с.
15. Lückstädt C. Probiotics and premixes in Aquaculture. A solution for antibiotic free feeding in shrimp hatcheries in South East Asia, 2006. N 1. 29 p.
16. Bagheri T. Growth, Survival and Gut Microbial Load of Rainbow Trout (*Onchorhynchus mykiss*). Fry Given Diet Supplemented with Probiotic during the Two Months of First Feeding / T. Bagheri, S. A. Hedayati, V. Yavari, M. Alizade, A. Farzanfar // Turk. J. Fish. Aquat. Sci. 2008. 8. P. 43–48.
17. Sugita H. Production of antibacterial substance by *Bacillus* sp. Strain Nm 12 in intestinal bacterium of Japanese coastal fishes / H. Sugita, Y. Hirose, N. Matsuo et al. // Aquaculture. 1998. Vol. 165. P. 269–280.
18. Geovanny R. Influence of probiotics on the growth and digestive enzyme activity of white Pacific shrimp (*Litopenaeus vannamei*) / R. Geovanny, D. Gómez, M. A. Shen // Journal of Ocean University of China. 2008. Vol. 7, iss. 2. P. 215–218.
19. Rengpipat S. Effects of a probiotic bacterium on black tiger shrimp *Penaeus monodon* survival and growth / S. Rengpipat, W. Phianphak, S. Piyatiratitivorakul, P. Menasveta // Aquaculture. 1998. 167. P. 301–313.

20. Бурлаченко И. В. Актуальные вопросы безопасности комбикормов в аквакультуре рыб / И. В. Бурлаченко. М.: Изд-во ВНИРО, 2008. 183 с.
21. Setlow P. Bacterial spore resistance / P. Setlow // Storz G., Hengge-Aronis R. (ed.), Bacterial stress responses. American Society for Microbiology, Washington, D. C., 1999. P. 217–230.
22. Жезмер В. Ю. Санитарно-бактериологическое качество комбикормов, используемых при выращивании рыбы / В. Ю. Жезмер, Е. В. Ляшенко // Индустриальное рыбоводство в замкнутых системах: сб. науч. тр. ВНИИПРХ. 1991. Вып. 64. С. 19–24.
23. <http://asso-epa.com/use-of-probiotics-in-aquaculture>, 2012.
24. Ibrahim F. Effect of Temperature on in vitro Adhesion of Potential Fish Probiotics, Microbial Ecology in Health and Disease / F. Ibrahim, A. C. Ouwehand, S. J. Salminen. 2004. 16. P. 222–227.
25. Тараканов Б. В. Использование пробиотиков в животноводстве / Б. В. Тараканов // Калуга. 1998. 53 с.
26. Koch F. Использование энергии фумаровой кислоты / F. Koch // Krauffutter. 1979. 62, N 9. С. 478, 480.
27. Velagapudi V. R. The gut microbiota modulates host energy and lipid metabolism in mice / V. R. Velagapudi, R. Hezaveh, C. S. Reigstad, P. Gopalacharyulu, L. Yetukuri, S. Islam, J. Felin, R. Perkins, J. Bor'en, M. Orešič, F. Bäckhed // Journal of Lipid Research. 2010. 51. P. 1101–1112.
28. Socol C. R. The Potential of Probiotics / C. R. Socol, L. P. D. S. Vandenberghe, M. R. Spier, A. B. R. Medeiros, C. T. Yamaguishi: A Review, Food Technol. Biotechnol. 2010. 48 (4). P. 413–434.
29. Швехгеймер М.-Г. А. Органическая химия / М.-Г. А. Швехгеймер, К. И. Кобраков. М.: Высш. шк., 1994. С. 168–171.
30. Lahti L. Associations between the human intestinal microbiota, *Lactobacillus rhamnosus* GG and serum lipids indicated by integrated analysis of high-throughput profiling data / L. Lahti, A. Salonen, R. A. Kekkonen, J. Salojärvi, J. Jalanka-Tuovinen, A. Palva, M. Orešič, W. M de Vos. Peer J. 2013. 1 : e32.
31. Backhed F. Addressing the gut microbiome and implications for obesity / F. Backhed // Int. Dairy J., 2010. 20. P. 259–261.
32. Forsberg C. W. Molecular strategies to optimise forage and cereal digestion by ruminants / C. W. Forsberg, K. J. Cheng // D. D. Bills and S. D. Kung, (Eds.), Biotechnology and Nutrition. Butterworth Heinmann, Stoneham, 1992. P. 107–147.
33. Металлов Г. Ф. Биохимические и морфофизиологические показатели русского осетра в современных экологических условиях Волго-Каспия / Г. Ф. Металлов, В. М. Распопов, В. П. Аксенов, В. Г. Чипинов // Тепловодная аквакультура и биологическая продуктивность водоемов аридного климата (междунар. симпоз.). Астрахань: Изд-во АГТУ, 2007. С. 484–486.

REFERENCES

1. Iukhimenko L. N., Bychkova L. I. Perspektivy ispol'zovaniia subolina dlia korrektsii mikroflory kishchnitsy ryb i profilaktiki BGS [Perspectives of use of suboline for fish intestine microflora improvement and prevention of VHS]. *Problemy okhrany zdorov'ia ryb v akvakul'ture. Tezisy nauchno-tekhnicheskoj konferentsii*. Moscow, 2005, pp. 133–136.
2. Teuber M. Veterinary use and antibiotic resistance. *Current Opinion Microbiol.*, 2001, 4, pp. 493–499.
3. Mišćević M., Čirković M., Jovanović R., Ljubojević D., Novakov N., Mašić Z., Marković M. Effect of probiotics on the production of one-year old tench and common carp. *Archiva Zootechnica*, 2012, 15 : 4, pp. 69–76.
4. Gatesoupe F. J. The use of probiotics in aquaculture. *Aquaculture*, 1999, 180, pp. 147–165.
5. Sugita H.; Miyajima C., Deguchi Y. The vitamin B 12 – producing ability of the intestinal microflora of freshwater fish. *Aquacul.*, 1991, 92, pp. 267–276.
6. Amabile-Cuevas C., Gárdenas-García M., Ludgar M. Antibiotic resistance. *Ameri. Sci.*, 1995, 83, pp. 320–329.
7. *Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)*. State of world aquaculture. Room : FAO fisheries, technical paper No. 500. 2006.
8. Artiukhova S. I., Lashin A. V. Ispol'zovanie probiotikov v kormlenii ptitsy [Use of probiotics in birds diet]. *Sbornik materialov Mezhdunar. konferentsii «Probiotiki, prebiotiki, sinbiotiki i funktsional'nye produkty pitaniia. Sovremennoe sostoianie i perspektivy»*. Moskva, 2–4 iunija 2004 g. Moscow, 2004, pp. 130–131.
9. Yeong Y. S. *Protection of Artemia from vibriosis by heat shock and heat shock proteins*. PhD thesis. Ghent University, Belgium, 2008.
10. El-Ezabi M. M., El-Serafy S. S., Essa M. A., Lall S., Daboor S. M., Esmael N. A. The viability of probiotics as a factor influencing the immune response in the Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Egypt. J. Aquat. Biol. & Fish.*, 2011, vol. 15, no. 1, pp. 105–124.
11. Ponomarev S. V., Gamygin E. A., Nikonorov S. I., Ponomareva E. N., Grozesku Iu. N., Bakhareva A. N. *Tekhnologii vyrashchivaniia i kormleniia ob'ektov akvakul'tury iuga Rossii* [Technologies of breeding and feeding of the aquaculture objects in the south of Russia]. Astrakhan, Nova plus, 2002. 264 p.
12. Tremaroli V., Bäckhed F. Functional interactions between the gut microbiota and host metabolism. *Nature*, 2012, 489, pp. 242–249.
13. Al-Dohail M. A., Hashim R., Aliyu-Paiko M. Evaluating the use of *Lactobacillus acidophilus* as a bio-control agent against common pathogenic bacteria and the effects on the haematology parameters and histopathology in African catfish *Clarias gariepinus* juveniles. *Aquaculture Research*, 2010, 1–14.

14. Lakin G. F. *Biometriia* [Biometry]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 1990. 350 p.
15. Lückstädt C. Probiotics and premixes in Aquaculture. *A solution for antibiotic free feeding in shrimp hatcheries in South East Asia*, 2006, no. 1, 29 p.
16. Bagheri T., Hedayati S. A., Yavari V., Alizade M., Farzanfar A. Growth, Survival and Gut Microbial Load of Rainbow Trout (*Onchorhynchus mykiss*). Fry Given Diet Supplemented with Probiotic during the Two Months of First Feeding. *Turk. J. Fish. Aquat. Sci.*, 2008, 8, pp. 43–48.
17. Sugita H., Hirose Y., Matsuo N. et al. Production of antibacterial substance by *Bacillus* sp. Strain Nm 12 in intestinal bacterium of Japanese coastal fishes. *Aquaculture*, 1998, vol. 165, pp. 269–280.
18. Geovanny R., Gómez D., Shen M. A. Influence of probiotics on the growth and digestive enzyme activity of white Pacific shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Journal of Ocean University of China*, 2008, vol. 7, iss. 2, pp. 215–218.
19. Rengpipat S., Phianphak W., Piyatiratitivorakul S., Menasveta P. Effects of a probiotic bacterium on black tiger shrimp *Penaeus monodon* survival and growth. *Aquaculture*, 1998, 167, pp. 301–313.
20. Burlachenko I. V. *Aktual'nye voprosy bezopasnosti kombikormov v akvakul'ture ryb* [The urgent problems of diet safety in fish aquaculture]. Moscow, Izd-vo VNIRO, 2008. 183 p.
21. Setlow P. *Bacterial spore resistance*. Storz G., Hengge-Aronis R. (ed.). *Bacterial stress responses*. American Society for Microbiology, Washington, D. C., 1999, pp. 217–230.
22. Zhezmer V. Iu., Liashenko E. V. Sanitarno-bakteriologicheskoe kachestvo kombikormov, ispol'zuemykh pri vyrashchivanii ryby [Sanitarian bacteriological quality of mixed feed used in fish breeding]. *Sbornik nauchnykh trudov VNIIPRKh. Industrial'noe rybovodstvo v zamknutykh sistemakh*, 1991, iss. 64, pp. 19–24.
23. <http://asso-epa.com/use-of-probiotics-in-aquaculture>, 2012.
24. Ibrahim F., Ouwehand A. C., Salminen S. J. Effect of Temperature on in vitro Adhesion of Potential Fish Probiotics. *Microbial Ecology in Health and Disease*, 2004, 16, pp. 222–227.
25. Tarakanov B. V. *Ispol'zovanie probiotikov v zhivotnovodstve* [Use of probiotics in cattle breeding]. Kaluga, 1998. 53 p.
26. Koch F. Ispol'zovanie energii fumarovoi kisloty. *Krauffutter*, 1979, 62, no. 9, pp. 478, 480.
27. Velagapudi V. R., Hezaveh R., Reigstad C. S., Gopalacharyulu P., Yetukuri L., Islam S., Felin J., Perkins R., Bor'en J., Ore'si'c M., B'ackhed F. The gut microbiota modulates host energy and lipid metabolism in mice. *Journal of Lipid Research*, 2010, 51, pp. 1101–1112.
28. Socol C. R., Vandenberghe L. P. D. S., Spier M. R., Medeiros A. B. P., Yamaguish C. T. The Potential of Probiotics: A Review. *Food Technol. Biotechnol.*, 2010, 48 (4), pp. 413–434.
29. Shvekhgeimer M.-G. A., Kobrakov K. I. *Organicheskaya khimiya* [Organic chemistry]. Moscow, Vysshaya shkola, Publ., 1994, pp. 168–171.
30. Lahti L., Salonen A., Kekkonen R. A., Salojärvi J., Jalanka-Tuovinen J., Palval A., Ore'si'c M., & M. de Vos W. Associations between the human intestinal microbiota, *Lactobacillus rhamnosus* GG and serum lipids indicated by integrated analysis of high-throughput profiling data. *Peer J.*, 2013, 2 1:e32.
31. Backhed F. Addressing the gut microbiome and implications for obesity. *Int. Dairy J.*, 2010, 20, pp. 259–261.
32. Forsberg C. W., K. J. Cheng. *Molecular strategies to optimise forage and cereal digestion by ruminants*. Bills D. D. and Kung S. D. (Eds.), *Biotechnology and Nutrition*. Butterworth Heinmann, Stoneham, 1992, pp 107–147.
33. Metallov G. F., Raspopov V. M., Aksenov V. P., Chipinov V. G. Biokhimicheskie i morfofiziologicheskie pokazateli russkogo osetra v sovremennykh ekologicheskikh usloviyakh Volgo-Kaspiia [Biochemical and morpho-physiological indicators of Russian sturgeon in modern ecological conditions of the Volga-Caspian basin]. *Teplodnaya akvakul'tura i biologicheskaya produktivnost' vodoemov aridnogo klimata (mezhdunarodnyi simpozium)*. Astrakhan, Izd-vo AGTU, 2007, pp. 484–486.

Статья поступила в редакцию 20.06.2013

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Аламдари Ходжатоллах – Бехбеханский Хатам аль-Анбия технологический университет; Бехбехан, Иран; доцент кафедры «Рыбное хозяйство»; alamdari671@yahoo.com.

Alamdari Hojatollah – Behbahan Khatam Alanbia University of Technology, Iran; Assistant Professor of the Department "Fisheries"; alamdari671@yahoo.com.

Пономарёв Сергей Владимирович – Астраханский государственный технический университет; г-р биол. наук, профессор; зав. кафедрой «Аквакультура и водные биоресурсы»; kafavb@yandex.ru.

Ponomarev Sergey Vladimirovich – Astrakhan State Technical University; Doctor of Biology, Professor; Head of the Department "Aquaculture and Water Bioresources"; kafavb@yandex.ru.