

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБНУ ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ИРРИГАЦИОННОГО РЫБОВОДСТВА, ОООР «РОСРЫБХОЗ»
ФГБОУ ВО «РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОЦИАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
ФГБОУ ВО «АСТРАХАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
ФГБОУ ВО «МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНСТИТУТ
(Кафедра международных комплексных проблем природопользования и
экологии)
МЕЖДУНАРОДНЫХ ОТНОШЕНИЙ (УНИВЕРСИТЕТ) МИД РОССИИ»
Информационный Центр ФАО (при МГИМО МИД России)

ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ АКВАКУЛЬТУРЫ

Всероссийская научно-практическая конференция с
международным участием

Москва, 2019

УДК 639
ББК 47.2
И66

И66 Инновационные решения для повышения эффективности аквакультуры: Материалы Всероссийской научно-практической конференции (Москва, ВВЦ, 5-7 февраля 2019 г). Том 2. – М.: Издательство «Перо», 2019. –200 с.

ISBN 978-5-00122-889-9

В сборнике представлены материалы Международной научно-практической конференции **«Инновационные решения для повышения эффективности аквакультуры»** проходившей в г. Москва, ВВЦ, 5-7 февраля 2019 г. в рамках выставки «Агроферма 2019».

ISBN 978-5-00122-889-9

УДК 639
ББК 47.2

УДК 619:615.356:639.2/3.043.2

ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОБИОТИКА НА ОСНОВЕ БАКТЕРИЙ *BACILLUS SUBTILLIS* ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ РЫБЫ

Зуенко В.А., Лактионов К.С.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Орловский государственный аграрный университет
имени Н.В. Парахина», ecologya-zentr@yandex.ru

THE EXPEDIENCY OF USING PROBIOTICS BASED ON *BACILLUS SUBTILLIS* BACTERIA WHEN GROWING FISH

Zuenko V.A., Laktionov K.S.

Резюме. Проведены наблюдения за изменениями рыбоводно – биологических показателей при садковом выращивании стерляди *Acipenser ruthenus* и карпа *Cyprinus carpio* в результате введения в рационы пробиотика ПроСтор, в состав которого входят бактерии *Bacillus subtilis*. Исследована активность пищеварительных ферментов кишечника исследуемых рыбоводных объектов. Установлено, что бактерии *Bacillus subtilis* положительно влияют на активность пищеварительных ферментов, перевариваемость корма, прирост массы карпа и стерляди.

Ключевые слова: аквакультура, рыбоводство, садковое выращивание рыбы, стерлядь *Acipenser ruthenus*, карп *Cyprinus carpio*, пробиотик ПроСтор, бактерия *Bacillus subtilis*, кишечная микрофлора, активность ферментов, переваримость, компоненты корма, рыбоводно – биологические показатели.

Summary. Observations of changes in fish-breeding biological indicators in cage-growing of sterlet *Acipenser ruthenus* and carp *Cyprinus carpio* as a result of the introduction of ProStor probiotic including *Bacillus subtilis* bacteria into the rations were carried out. The activity of the digestive enzymes of the intestine of the studied fish-breeding objects was investigated. It has been established that *Bacillus subtilis* bacteria affect positively the activity of digestive enzymes, feed digestibility, weight gain of carp and starlet.

Key words: Aquaculture, fish farming, cage culture fishery, sterlet *Acipenser ruthenus*, carp *Cyprinus carpio*, probiotic ProStor, bacterium *Bacillus subtilis*, intestinal microflora, enzyme activity, digestibility, feed components, fish breeding biological indicators.

На аквакультуру в мире с конца 80-х годов пришелся впечатляющий прирост поставок рыбы для употребления в пищу людьми. Предложение рыбы

достигло уровня 20 кг на душу населения [18]. В Российской Федерации в 2014 году продукция аквакультуры составила около 160 тыс. тонн – 3,8% в общем объеме вылова водных биоресурсов; в 2017 году достигла 177 тыс. тонн. Отраслевой программой развития товарного рыбоводства в РФ на 2015-2020 гг. поставлена задача к 2020 г. производить 315 тыс. тонн рыбоводной продукции.

По выпуску основных продуктов сельского хозяйства на душу населения Орловская область занимает лидирующие позиции в России и в ЦФО. Уровень самообеспеченности по мясу - 133 %, по молоку – 104 %, по картофелю – 125 % [3]. Однако с обеспечением населения рыбной продукцией существуют проблемы. В области ежегодно производится 400 - 500 тонн товарной рыбы. Благодаря хорошим климатическим условиям и финансово-экономической привлекательности региона развитие аквакультуры в Орловской области имеет большой потенциал. Водохозяйственный фонд Орловской области составляет 5901 га площади водохранилищ и прудов. Ресурсы региона позволяют обеспечить производство нескольких тысяч тонн товарной рыбы в год [5,7].

Кормление, лечебно-профилактические мероприятия, применение витаминно-минеральных и пробиотических препаратов являются одними из определяющих мероприятий при успешном выращивании рыбы в садковых хозяйствах. При выращивании в индустриальных условиях рыбы лишены естественной пищи, высокие плотности посадки определяют увеличение органического загрязнения воды и условно-патогенных бактерий в водной среде, нарушаются процессы самоочищения воды, происходят изменения в микробиоценозе кишечника рыб. Снижается темп роста рыб и устойчивость их к заболеваниям. Различные стрессы при индустриальном рыбоводстве еще более усугубляют ситуацию [2,4]. Эффективным способом нормализации микробиоценоза кишечника рыб, улучшения их физиологического состояния является применение пробиотиков [9,10,11,12,20,22]. Представляют интерес пробиотические препараты на основе бактерий рода *Bacillus* [14,15,16,17,20,21,23], отмечена их эффективность при выращивании в установках замкнутого водоснабжения осетровых (*Acipenseridae*) и карпа (*Cyprinus carpio*). Изучение особенностей пищеварения у рыб и роль в пищеварении пробиотических препаратов представляет интерес.

Кормовая добавка нового поколения ПроСтор разработана Институтом экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, соответствует ТУ 9291-009-54664067-2011 (Сертификат соответствия № РОСС RU . ПН 34.В0031). ПроСтор обладает пробиотическими, антибактериальными, противовирусными и противомикотическими свойствами, обеспечивает увеличение переваримости кормов, стимуляцию обменных и иммунных процессов, повышает эффективность использования кормовых рационов. ПроСтор производится по уникальной биотехнологии; содержит иммобилизованные на фитосорбенте

(сорбированные) живые клетки бациллы и метаболиты: штаммы *Bacillus subtilis* (три штамма), *Bacillus licheniformis*, комплекс молочнокислых бактерий и продукты их метаболизма — набор важнейших ферментов — целлюлазу, эндоглюканазу, амилазу, протеазу, липазу, органические кислоты, биологически активные вещества, витамины и аминокислоты. Лекарственные травы придают продукту особую медико-биологическую ценность и обеспечивают высокую эффективность применения. Пробиотические компоненты кроме исключительной питательной ценности, способствуют росту нормальной микробиоты, нормализуют моторику, адсорбируют токсины. Комплекс ферментов обеспечивает повышение усвоения питательных веществ, биотрансформацию микотоксинов за счет превращения их в неактивные формы. Лекарственных травы обладает иммуномодуляторными свойствами за счет повышения естественных защитных сил организма, обладают мощным детоксицирующим, гепатопротекторным, антиоксидантным действием, являются незаменимыми в восстановлении микрофлоры желудочно-кишечного тракта. ПроСтор стимулирует деструкцию клетчатки, белков, полисахаридов, нейтрализацию токсинов, подавление патогенных микроорганизмов, обеспечивая улучшение обмена веществ, моторной и секреторной функции пищеварительной системы, стимулирует иммунитет. Одновременно ПроСтор обеспечивает повышение сохранности, улучшает конверсию корма [14,15,16].

Целесообразность применения пробиотиков «Моноспарин» и «ПроСтор» на основе бактерий рода *Bacillus* определялась путем проведения опытов в садковом хозяйстве «Лагуна» Орловской области. Объектами исследований выбраны стерлядь (*Acipenser ruthenus*) и карп (*Cyprinus carpio*). Применяя общепринятые методики, определяли активность ферментов, концентрацию метаболитов, переваримость питательных веществ комбикорма. Учитывали прирост живой массы. Исследовали физиологические показатели рыбоводных объектов [6,8,13]. По данным микроскопии, общая численность микроорганизмов в химусе кишечника рыб составляла у карпа $56,5 \pm 2,61$ млрд./г, у стерляди значительно ниже - $4,3 \pm 1,27$ млрд./г (в 14 раз ниже). До 80% симбиоза было представлено палочковидными формами. Грамотрицательные бактерии в среднем составляли у карпа 70%, у стерляди – 63%. Около 50% бактерий рыб являются аэробами, остальные – микроаэрофилы и факультативные анаэробы (у теплокровных животных подавляющая часть резидентной микрофлоры состоит из облигатных анаэробов). Рыбы – пойкилотермные организмы, большая концентрация газов в плазме, крови и тканевых жидкостях является следствием низкой температуры их тела, у рыб микробиальная азотфиксация происходит более эффективно. Продвигаясь по длинному кишечнику рыб, микроорганизмы, использующие простые соединения азота в качестве пластического материала, погибают, а

белки, выгодно отличающиеся по аминокислотному составу, используются хозяином.

Родовой состав микрофлоры карпа и стерляди отличаются. У карпа в составе симбиоценоза преобладают бактерии кишечной группы *Esherichia* и *Proteus*, у стерляди – *Aeromonas* и *Pseudomonas* (рис. 1, 2).

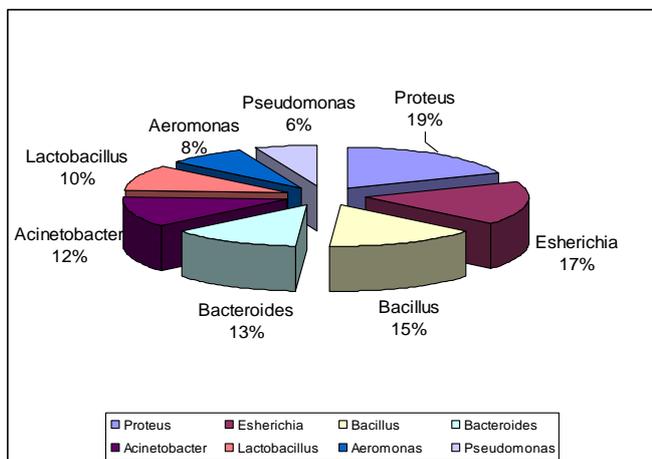


Рисунок 1. Родовой состав микрофлоры кишечника карпа

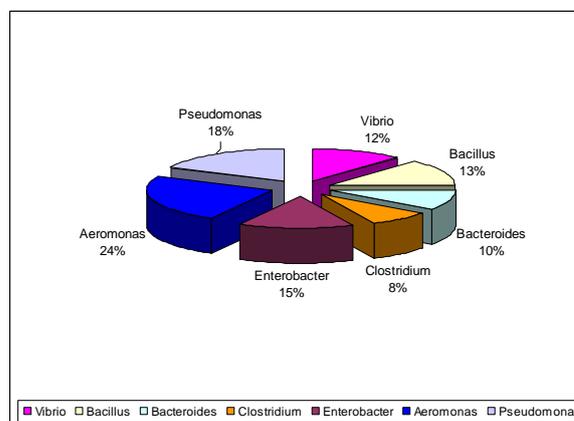


Рисунок 2. Родовой состав микрофлоры кишечника стерляди

Доля представителей различных родов в составе микрофлоры при использовании пробиотиков изменялась. Добавление в комбикорм «Моноспорина» и пробиотика «ПроСтор» снижало долю представителей кишечной группы, прежде всего *Proteus* на 6 – 14%, *Acinetobacter* – на 5 – 9%, бацилл – на 7 – 8%. Снижение численности рода *Bacillus* объясняется конкурентными взаимоотношениями с микробионтами пробиотиков. Доля других, функционально значимых представителей ассоциации (*Lactobacillus*, *Bacteroides*, *Aeromonas*, *Pseudomonas*), пропорционально увеличивалась. Общая численность микроорганизмов в кишечном химусе возросла. Существенное увеличение числа микроорганизмов, гидролизующих основные пищевые субстраты, продемонстрировало достоверные различия с контролем у обоих исследованных видов рыб. Изменялись биохимические показатели химуса, активность ферментов. Применение пробиотиков у обоих исследованных видов существенно увеличивало активность протеаз, амилазы, а у карпа – эндоглюканазы (целлюлазы), в несколько меньшей степени – липазы. Кроме того, в химусе заметно снизилось содержание азота, вследствие лучших условий усвоения белка, а также азотистых метаболитов – аммиака и мочевины, которые интенсивнее использовались микрофлорой кишечника для синтеза собственной биомассы. Часть свободных аминокислот и лизированных

протеинов, всасывается кишечной стенкой. Изменения, происходящие в кишечнике, оказали влияние как на переваримость сухого вещества комбикормов как в целом, так и отдельных его ингредиентов, прежде всего, сырого протеина, жира и безазотистых экстрактивных веществ, а у карпа клетчатки.

Переваримость комбикорма у карпа на пробиотиках оказалась в целом, выше, чем у стерляди. Это связано с большей численностью кишечной микробиоты и более протяженным кишечником, а также тем, что карп - типичный бентософаг, в естественном рационе которого преобладают животные организмы, в т. ч. моллюски, отличающиеся от растительных кормов высокоценным легко усвояемым белком, в отличие от типичного хищника стерляди, у которой комбикорм подвергается высокотемпературной обработке, белки не только коагулируют, но и вступают в соединение с сахарами с образованием меланоидино подобных комплексов, практически недоступных для гидролаз. Общая численность микроорганизмов в кишечном химусе возросла и достигла у карпа $63,8 \pm 3,78$ млрд./г, у стерляди в 4 раза ниже - $15,2 \pm 0,34$ млрд./г. Существенное увеличение числа микроорганизмов, гидролизующих основные пищевые субстраты, продемонстрировало достоверные различия с контролем у обоих исследованных видов рыб, несмотря на высокую вариативность показателя, коэффициент вариации составлял в некоторых случаях 30% и более (рис. 3, 4). Наиболее выраженные изменения наблюдались в случае использования пробиотика «ПроСтор», вносимого в количестве 2 кг/т комбикорм.

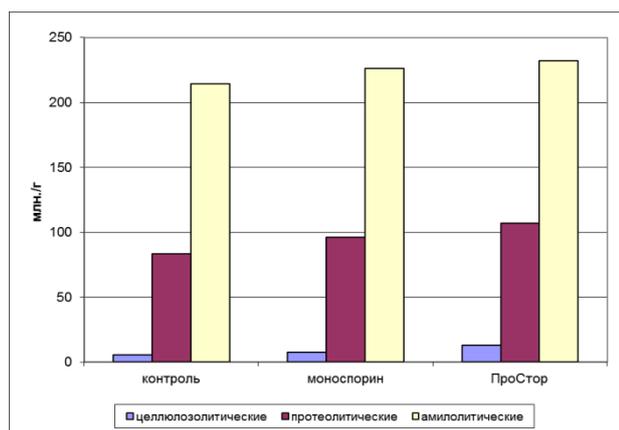


Рисунок 3. Численность бактерий, гидролизующих различные субстраты у карпа

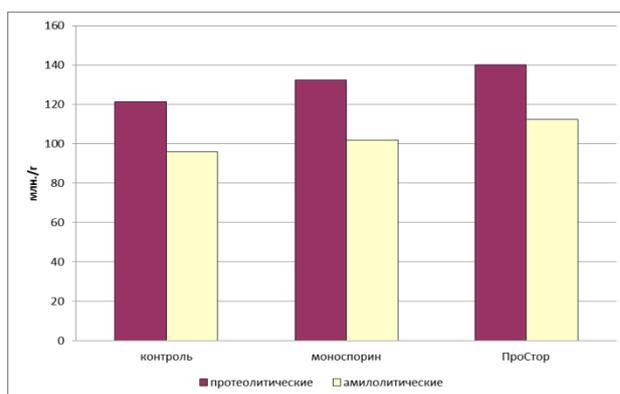


Рисунок 4. Численность бактерий, гидролизующих различные субстраты у стерляди

Полученные данные указывают на более высокую эффективность пробиотика «ПроСтор» в концентрации 2 кг/т. Данная рецептура отличается тем, что микроорганизмы иммобилизованы на растительных пленках, в то время, как жидкая форма препарата «Монорспорин» может выщелачиваться водой. Наиболее значимый для производства материал выявлен при учете абсолютных и среднесуточных приростов живой массы контрольных и исследуемых рыб. Результаты опытов свидетельствует о том, что эффективность моноспорины для аквакультуры более низкая, чем пробиотика ПроСтор. Наиболее эффективная концентрация пробиотика ПроСтор в комбикорме – 2 кг/т. Данная концентрация повышает среднесуточный прирост у карпа на 25%, у стерляди – на 35%.

Существенный прирост живой массы под влиянием пробиотика у стерляди по сравнению с карпом обусловлен значительно более бедным кишечным симбиозом у данного вида.

Длительное применение изученных биологически активных веществ оказывает стойкий и продолжительный эффект, который был выражен в сохранении более высоких значений рыбоводно-биологических показателей во всех опытных группах по сравнению с контролем. Большую эффективность для аквакультуры продемонстрировали пробиотики «ПроСтор», микроорганизмы и ферменты которых, в отличие от жидких форм, иммобилизованы на растительных пленках и не выщелачиваются водой. Применение пробиотика «ПроСтор» оказало положительное влияние на численность и родовой состав химуса симбиоза кишечника, достоверно повысило активность ряда пищеварительных ферментов, переваримость корма и, в конечном итоге, продуктивность карпа и стерляди при выращивании в садках. Месячный прирост живой массы у карпа и стерляди превысил контрольные значения на 13,6 и 36 %, среднесуточный – на 25 и 35% соответственно. Оптимальная установленная концентрация пробиотика «ПроСтор» в комбикорме для рыб составляет 2 кг/т. При этой дозировке коэффициент биоконверсии соответствовал для карпа 2,16, для стерляди – 3,33. С целью большей эффективности и увеличения абсолютных, а также среднесуточных приростов карпа и осетровых рыб рекомендовано использовать в комбикормах пробиотик «ПроСтор» в количестве 2 кг/т.

Список использованных источников

1. Абросимова Н.А. Кормовое сырье и добавки для объектов аквакультуры / Н.А. Абросимова, С.С. Абросимов, Е.М. Саенко. – Ростов-на-Дону: Медиа-Полис, ФГУП «АзНИИРХ», 2006. – 147 с.
2. Бурлаченко И.В. Актуальные вопросы безопасности комбикормов в аквакультуре рыб/ И.В. Бурлаченко. – Москва, ВНИРО, 2008. – 183 с.

3. Бутусов Д.В. Орловская область от экстенсивного земледелия к эффективному производству // Вестник агропромышленного комплекса, 2016, апрель/май, С.84 -85.
4. Васильева Л.М. Лечебно-профилактические мероприятия при выращивании осетровых в садках / Л.М. Васильева О.В. Горкина, М.В. Лозовская, Т.Г. Щербатова// Естественные науки. – 2012. - № 2 (39). – С.154 – 159.
5. Зуенко В.А. Проблемы и перспективы развития аквакультуры в Орловской области// Рациональная эксплуатация биоресурсов: проблемы и возможности в контексте целей устойчивого развития ООН. Материалы Всероссийской научно – практической конференции (Москва, ФГБОУ ВО РГСУ, 19 марта 2018 г.) /Издательство «Перо», С. 177 – 184.
6. Зуенко В.А., Лактионов К.С., Правдин И.В., Кравцова Л.З, Ушакова Н.А. // Влияние кормового пробиотика на основе бактерий *Bacillus subtilis* на пищеварение рыб при садковом выращивании// Вопросы ихтиологии, 2017, том 57, №1, С.112 – 117.
7. Зуенко В.А., Низамов В.Т. К вопросу совершенствования законодательства при использовании внутренних водоемов для аквакультуры // Агротехника и энергообеспечение, ОрелГАУ, 2015, № 3 (7), С. 70-75.
8. Методы общей бактериологии. Т. 1. - М.: Мир. – 1983.- 110 с.
9. Мордовцев Д.А. Оценка влияния пробиотиков на рыбоводно-биологические показатели выращивания молоди осетровых / Д. А. Мордовцев, Е. И. Балакирев, Н. В. Судакова // Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития: IV Междунар. науч.-практ. конф.: матер. - М.: ВНИРО, 2006.- С. 267-270.
10. Сариев Б.Т. Оценка эффективности роста массы осетровых рыб при добавлении в корма пробиотических препаратов /Б.Т. Сариев, А.Н. Туменов, Ю.М. Баканева, Н.В. Болонина //Вестник АГТУ. Сер.: Рыбное хозяйство. – 2011. – № 2. – С.118 – 121.
11. Скляр В.Я. Корма и кормление рыбы в аквакультуре: ВНИРО. – 2008. – 150 с.
12. Ткачева И.В. Продуктивность и биологические особенности русского осетра при использовании в рационе пробиотиков. Диссерт. на соискание уч. степени кандидата с.-х. н., 2002. – 128 с.
13. Уголев А.М. Исследование пищеварительного аппарата / А.М. Уголев, Ц.Г. Масевич, Н.М. Тимофеева. - М.: МаксПресс. – 2002.-116 с.
14. Ушакова Н.А. Патент РФ №2202224. Способ получения биологически активной кормовой добавки из растительного сырья /Н.А. Ушакова. Е.И. Наумова, Д.С. Павлов, Б.А. Чернуха; опубл. 20.04.2003.

15. Ушакова Н.А. и др. Анаэробная твердофазная ферментация растительных субстратов с использованием *Bacillus subtilis* // Прикладная биохимия и микробиология. – 2009. – Т. 45, № 1. – С. 70–77.
16. Ушакова Н.А. Новое поколение пробиотических препаратов кормового назначения / Н.А. Ушакова Н.А., Р.В. Некрасов Р.В., В.Г. Правдин, Л.З. Кравцова О.И. Бобровская, Д.С. Павлов // Фундаментальные исследования.- 2012.-№1.- С. 184-192.
17. Ушакова Н.А. Оценка эффективности синбиотического препарата «Простор» в рационе молоди осетровых рыб / Н.А. Ушакова, С.В. Пономарев, В.Г. Правдин, Л.З. Кравцова, С.А. Лиман, Д.С. Павлов //Фундаментальные исследования – 2013. – № 6. – С.1174 – 1177.
18. ФАО, 2016. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры. Вклад в обеспечение продовольственной безопасности и питания. Рим. 216 С.
19. Щербатова Т.Г. Садковое и прудовое выращивание товарных осетровых /Т.Г. Щербатова //Лекционный материал Международного научно-практического семинара по осетроводству. – Астрахань. – 2007. – С. 23 – 26.
20. Щербина М.А. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре/ М.А. Щербина, Е.А. Гамыгин.– Москва, ВНИРО, 2006. – 360 с.
21. Якубенко Е.В. Эффективность применения пробиотиков Бацелл и Моноспорин/ Е.В. Якубенко, А.Г. Коцаев, А.И. Петенко //Ветеринария Кубани, 2009.-№4.-С 34-46.
22. Noga E.J. 1995. Fish disease: diagnosis and treatment. N.Y.: Mosby Year Book, P. 321 p.
23. Pavlov S.D., Ushakova N.S., Pravdin V.G. et al. 2014. The ProStor and Ferm KM-1 complex probiotic additives – innovations biotechnological preparations for enhancing the qyaliti of domestic fish mixed feed // Nova Shi. Publ. V. 20. P. 239 – 244.