

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».

УДК 639  
ББК 47.2

ISBN 978-5-00122-889-9

УДК: 639.371.13

## ПРОБИОТИКИ В РОССИЙСКОЙ И ЗАРУБЕЖНОЙ АКВАКУЛЬТУРЕ

Павлов А.Д., Максименкова А.А.

ФГБОУ государственный аграрный университет — Московская  
сельскохозяйственная академия имени К. А. Тимирязева (РГАУ-МСХА  
им. К. А. Тимирязева)

ФГБУ «ЦУРЭН» Центральное Управление по рыбохозяйственной экспертизе и  
нормативам по сохранению, воспроизводству водных биологических ресурсов и  
акклиматизации [ichthyodrug@mail.ru](mailto:ichthyodrug@mail.ru)

## PROBIOTICS IN RUSSIAN AND FOREIGN AQUACULTURE

Pavlov A.D., Maksimenkova A.A.

**Summary:** *The paper reviews the use of probiotics in feeding fish and other aquatic organisms. It is shown that biologically active additives (BAA) are widely used in both foreign and Russian aquaculture. There is a growing interest in finding alternatives to potent veterinary drugs such as antibiotics.*

**Key words:** *probiotic, biologically active additives (BAA), aquaculture, fish feeding, industrial fish farming, compound feed, bacterial diseases of fish, nutritional diseases in fish.*

Термин «пробиотик» происходит от греческого *pro* и *bios*, что означает – «*prolife*» (распространяющий или дающий жизнь). В тоже время на протяжении многих лет термин «пробиотик» подразумевал под собой множество различных значений. На сегодня признано, что термин пробиотик был введен в 1965 г. как интерпретация первоначального слова “*probiotika*”, подразумевающего пищевые продукты, включающие живые микроорганизмы [7].

Пробиотики используются в аквакультуре для увеличения темпов роста культивируемых видов. Однако до сих пор механизм их действия до конца не объяснён и сегодня, особенно в медицине, остаётся спорным: улучшают ли эти продукты физиологическое состояние организма, увеличивают усвояемость пищи или корма и т.д.

В настоящее время, как в нашей стране, так и за рубежом, производители пробиотиков для с/х животных представляют свою продукцию в основном в виде лиофилизированной (высушенной) порошкообразной субстанции. При этом клетки пробиотика (споры в покоящемся состоянии, как в случае с *Bacillus*), связываются кормовым субстратом растительного или животного происхождения – кукурузной мукой, рыбной мукой, различными белками, получаемыми при переработке молока и др. [2; 5].

Как исключение, нужно отметить что готовые «жидкие» биопрепараты применяются в целях искусственного моделирования и нормализации микробного фона воды – в рыбоводных прудах и установках замкнутого водообеспечения (УЗВ), в крупных питьевых водохранилищах и др. В меньшей степени пробиотики применяются для обработки живого материала – травмированных во время перевозок рыб, икры и др. Биологически активные добавки (БАД) в жидком виде используют при подготовке к хранению и для обработки просроченных или хранившихся в ненадлежащих условиях комбикормов. Своё место биопрепараты заняли на рынке ландшафтного дизайна (где растворы культур пробиотиков используются при обслуживании приусадебных прудов) [9].

Концентрация (титр) – количество колоние-образующих единиц (КОЕ), задаётся производителем на конечном этапе изготовления микробиологического продукта – перемешивания (или закрепления) клеточной биомассы на носителе. Существующие технологии позволяют получать готовый продукт в диапазоне концентраций КОЕ, различающийся в сотни и даже тысячи раз – от  $10^{3-7}$  до  $10 \cdot 10^{11}$  КОЕ/см<sup>3</sup> или КОЕ/г.

По применению пробиотиков в аквакультуре опубликовано уже достаточное количество работ, особенно в течение последнего десятилетия. Однако, т.н. «Западные» методологические и этические ограничения исследований на животных так сказать – осложняют или запрещают проведение значительного количества таких изысканий. Поэтому механизмы действия пробиотиков до сих пор объяснены только частично [7].

Как известно пробиотики во многих случаях выделяются из эндогенной микрофлоры водных животных, в том числе рыб. Например, грамотрицательные факультативные анаэробные бактерии такие как *Vibrio* и *Pseudomonas* получают в основном из эндогенной микробиоты различных видов морских рыб [8]. У пресноводных видов рыб, как правило, преобладают бактерии родов *Aeromonas*, *Plesiomonas*, представители семейства *Enterobacteriaceae*, а также анаэробные бактерии родов *Bacteroides*, *Fusubacterium* и *Eubacterium* [10]. Молочнокислые бактерии широко распространены в кишечнике млекопитающих или птиц (Бифидобактерии у человека). Лактобактерии у свиней, грызунов и птиц. Энтерококки у плотоядных животных [6].

Важно отметить, что пейзаж эндогенной микробиоты может зависеть от генетического, пищевого и экологического факторов. Однако микроорганизмы, присутствующие в пищеварительном тракте гидробионтов оказывают гораздо большее положительное влияние на общее состояние организма, чем у наземных животных.

Это связано с тем, что микробиоценоз кишечника водных животных сформирован как из коренной, так из аллохтонной микробиоты, постоянно и в большом объеме поступающей в ротовую полость с водой (в том числе через жабры) [10].

Использование пробиотиков, или полезных бактерий, которые в какой-то мере «контролируют» рост патогенной микрофлоры через разнообразные механизмы, все чаще рассматривается как альтернатива антибиотикам.

Отмечено, что при большом разнообразии испытанных пробиотических бактерий, только немногие из них получили коммерческое распространение. Таким образом, необходимо проводить дальнейшие исследования для расширения практического использования пробиотических культур, описанных пока только на лабораторном уровне [6].

Некоторые зарубежные препараты, прошедшие клинические испытания и внедрённые в коммерцию, предложены в (Табл. 1).

Таблица 1 - Пробиотики и область их применения

Коммерческое название препарата	Область применения	Примечания (виды/штаммы бактерий, область прим. и др.)
1	2	3
AlCare™	Mammalian	<i>Bacillus licheniformis</i>
Alibio®	Fish	для белоногой креветки ( <i>Litopenaeus vannamei</i> )
Bactisubtil®	Human	<i>Bacillus cereus</i>
Bactocell® PA 10	Fish	<i>Fish and Shellfish Immunology, 2010</i>
BaoZyme-Aqua	Fish	<i>Bacillus subtilis</i>
BGY-35	Fish	для тилянниу ( <i>Oreochromis niloticus</i> )
Biogrow®	Mammalian	<i>Bacillus subtilis</i> u <i>B. licheniformis</i>
Bio-Kult®	Human	<i>B. subtilis</i>
BioPlus® 2B	Fish	для радужной форели <i>Oncorhynchus mykiss</i> (Walbaum)
Biosporin®	Human	<i>B. subtilis</i> and <i>B. licheniformis</i>
Biostart®	Fish	<i>Bacillus spp.</i> u <i>Paenobacillus sp.</i>
Biovicerin®	Human	<i>B. cereus</i>
Bispan®	Human	<i>Bacillus polyfermenticus</i>
Cernivet®	Fish	для угря ( <i>Anguilla Anguilla</i> )
Domuvar	Human	<i>Bacillus spp.</i>
Ecomarine®	Shellfish	для моллюсков ( <i>Shellfish</i> )
Esporafeed Plus®	Swine	<i>B. cereus</i>
Lactobacil	Fish	<i>Fish and Shellfish Immunology, 2010</i>
Lactopure	Mammalian	<i>Lactobacillus sporogenes</i>

Продолжение таблицы 1		
1	2	3
LiquaLife®	Fish	<i>Bacillus spp.</i>
Neoferm BS 10	Mammalian	<i>Bacillus clausii</i>
Neolactoflorene	Human	<i>Lactobacillus spp. u Bacillus spp.</i>
Promarine®	Shellfish	для моллюсков ( <i>Shellfish</i> )
SanoCare®	Fish	<i>Bacillus spp.</i>
SanoGuard®	Fish	<i>Bacillus spp.</i>
SanoLife®	Fish	<i>Bacillus spp.</i>
Sporolac Fish	Fish	<i>Fish and Shellfish Immunology, 2010</i>
Sustenex®	Human	<i>Bacillus coagulans</i>
Toyocerin®	Fish	для угря ( <i>Anguilla Anguilla</i> )

(Таблица заимствована из сводной статьи и адаптирована для русскоязычного лектора)

Антибиотики, в отличие от БАД в аквакультуре применяются для лечения бактериальных болезней уже долгое время. Однако, сейчас многие авторы указывают на появление таких проблем как наличие остатков антибиотиков в тканях животных, генерация механизмов бактериальной резистентности, а также дисбаланс в микробиоте желудочно-кишечного тракта гидробионтов, что сказывается на их физиологическом статусе. Фактически, в настоящее время Европейский Союз регламентировал использование антибиотиков в продукции аквакультуры для потребления человеком. Потребители требуют натуральные продукты, без добавок, таких как антибиотики; кроме того, наблюдается тенденция к профилактике заболеваний, а не к их лечению. Таким образом, сегодня всё большую популярность набирает мнение об использовании пробиотиков, как хорошей альтернативы для ингибирования патогенов и борьбы с болезнями выращиваемых гидробионтов [3].

Пробиотические микроорганизмы обладают способностью выделять химические вещества, обладающие бактерицидным или бактериостатическим действием, на патогенные бактерии, находящиеся в кишечнике хозяина, образуя тем самым барьер против пролиферации условно-патогенных микроорганизмов. В целом антибактериальное действие обусловлено одним или несколькими из следующих факторов: выработкой антибиотиков, бактериоцинов, сидерофоров, ферментов (лизоцимы, протеазы) и / или перекиси водорода, а также изменением pH кишечника за счет образования органических кислот [4].

Дозы пробиотиков, рекомендуемые в зарубежных источниках, сопоставимы с таковыми в Российской практике. Например, установлено, что концентрации пробиотиков от  $10^6$  до  $10^8$  клеток/г способствуют развитию

здоровой микробиоты в желудочно-кишечном тракте декоративных рыб из родов *Poecilia* и *Xiphophorus*, уменьшая количество гетеротрофных микроорганизмов [6, 9].

В зарубежной аквакультуре пробиотики используются в нескольких направлениях: для ускорения роста, повышения сопротивляемости и резистентности организма водных животных, для борьбы с различными заболеваниями и др.

Таблица 2 - Применение различных пробиотиков в аквакультуре

Область применения	Наименование пробиотика	Применение для различных видов гидробионтов
1	2	3
Промоутер роста	<i>Bacillus sp. S11</i>	<i>Penaeus monodon</i>
	<i>Bacillus sp.</i>	Catfish
	<i>Carnobacterium divergens</i>	<i>Gadus morhua</i>
	<i>Alteromonas CA2</i>	<i>Crassostrea gigas</i>
	<i>Lactobacillus helveticus</i>	<i>Scophthalmus maximus</i>
	<i>Lactobacillus lactis AR21</i>	<i>Brachionus plicatilis</i>
	<i>Streptococcus thermophilus</i>	<i>Scophthalmus maximus</i>
	<i>Streptomyces</i>	<i>Xiphophorus helleri</i>
	<i>Streptomyces</i>	<i>Xiphophorus helleri</i>
	<i>L. casei</i>	<i>Poeciliopsis gracilis</i>
	<i>Bacillus NL 110, Vibrio NE 17</i>	<i>Macrobrachium rosenbergii</i>
Антибактериальное средство	<i>Bacillus sp.</i>	<i>Penaeids</i>
	<i>Enterococcus faecium SF 68</i>	<i>Anguilla anguilla</i>
	<i>L. rhamnosus ATCC53103</i>	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
	<i>Micrococcus luteus A1-6</i>	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
	<i>P. fluorescens AH2</i>	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
	<i>Pseudomonassp.</i>	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
	<i>Roseobacter sp. BS. 107</i>	Scallop larvae
	<i>Saccharomyces cerevisiae, S. exiguous, Phaffia rhodozyma</i>	<i>Litopenaeus vannamei</i>
	<i>Vibrio alginolyticus</i>	Salmonids
	<i>V. fluvialis</i>	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
	<i>Tetraselmis suecica</i>	<i>Salmo salar</i>
	<i>Carnobacterium sp. Hg4-03</i>	<i>Hepialus gonggaensis larvae</i>
	<i>Lactobacillus acidophilus</i>	<i>Clarias gariepinus</i>
	<i>Bacillus spp., Enterococcus sp.</i>	<i>Farfantepenaeus brasiliensis</i>
	<i>Lactococcus lactis</i>	<i>Epinephelus coioides</i>
Для улучшения пищеварения	<i>L. helveticus</i>	<i>Scophthalmus maximus</i>
	<i>Bacillus NL 110, Vibrio NE 17</i>	<i>Macrobrachium rosenbergii</i>
	<i>Carnobacterium sp. Hg4-03</i>	<i>Hepialus gonggaensis larvae</i>
	<i>Lactobacillus acidophilus</i>	<i>Clarias gariepinus</i>
	<i>Shewanella putrefaciens Pdp11</i>	<i>Solea senegalensis</i>

Продолжение таблицы 2		
1	2	3
Для улучшения качества воды	<i>Bacillus sp. 48</i>	<i>Penaeus monodon</i>
	<i>Bacillus NL 110, Vibrio sp. NE 17</i>	<i>Macrobrachium rosenbergii</i>
	<i>Lactobacillus acidophilus</i>	<i>Clarias gariepinus</i>
	<i>B. coagulans SC8168</i>	<i>Penaeus vannamei</i>
	<i>Bacillus sp., Saccharomyces sp.</i>	<i>Penaeus monodon</i>
Ингибитор стресса	<i>Lactobacillus delbrueckii</i>	<i>Dicentrarchus labrax</i>
	<i>Alteromonas sp.</i>	<i>Sparus auratus</i>
	<i>B. subtilis, L. acidophilus, S. cerevisiae</i>	<i>Paralichthys olivaceus</i>
	<i>L. casei</i>	<i>Poecilopsis gracilis</i>
	<i>Pediococcus acidilactici</i>	<i>Litopenaeus stylirostris</i>
	<i>Shewanella putrefaciens Pdp11</i>	<i>Makimaki</i>
Повышение репродуктивн. качеств	<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Poecilia reticulata, Xiphophorus maculatus</i>
	<i>L. rhamnosus</i>	<i>Danio rerio</i>
	<i>L. acidophilus, L. casei, Enterococcus faecium, Bifidobacterium thermophilum</i>	<i>Xiphophorus helleri</i>

Таблица заимствована в сводной статье (Использование пробиотиков в аквакультуре.) и адаптирована для русскоязычного лектората.

Скрининг зарубежных пробиотиков, принципы и механизмы действия представлены в таблице 3.

Таблица 3 - В большинстве проведённых опытов авторами отмечается существенное подавление роста патогенных бактерий

Опытные группы водных животных	Тестируемая культура в качестве пробиотика	Наименование патогена	Вид теста
1	2	3	4
-	<i>A. media</i>	<i>Ed. tarda, V. anguillarum, Y. ruckeri, A. salmonicida, Lactococcus garvieae, Saprolegnia parasitica</i>	<i>In vitro</i>
	<i>Alt. haloplanktis</i>	<i>V. anguillarum, V. alginolyticus, V. ordalii, A. hydrophila</i>	<i>In vitro</i>
	<i>Aerobic bacteria from GIT of freshwater fish</i>	<i>Enzyme production study</i>	<i>In vitro</i>
	<i>Antibiotic producing Alt. sp.</i>	<i>Non-antibiotic producing Alt. sp.</i>	<i>In vitro</i>
	<i>B. spp.</i>	<i>V. anguillarum, V. vulnificus, Pa. piscicida, Ent. seriolicida</i>	<i>In vitro</i>
	<i>Carp intestinal bacteria</i>	<i>A. hydrophila, A. salmonicida, E. coli, S. aureus</i>	<i>In vitro</i>
	<i>Carnobacterium piscicola</i>	<i>Carnobacteria spp., Lactobacillus spp., Pediococci sp., L. spp.</i>	<i>In vitro</i>
	<i>Freshwater bacteria</i>	<i>A. spp.</i>	<i>In vitro</i>
	<i>6 terrestrial LAB (L. rhamnosus (ATCC 53103), L. rhamnosus (LC705), L. casei, L.</i>	<i>A. salmonicida, V. anguillarum, Fl. psychrophilum</i>	<i>In vitro</i>

Продолжение таблицы 3			
1	2	3	4
	<i>bulgaricus, L. johnsonii, Bif. lactis, Ent. faecium</i>		
-	<i>Marine bacteria</i>	<i>V. anguillarum</i>	<i>In vitro</i>
	<i>Marine bacteria</i>	<i>V. anguillarum</i>	<i>In vitro</i>
	<i>Marine bacteria</i>	<i>L. garvieae, Pa. piscicida, V. anguillarum, V. vulnificus</i>	<i>In vitro</i>
	<i>Marine bacteria</i>	<i>A. hydrophila, V. alginolyticus</i>	<i>In vitro</i>
	<i>Marine bacteria</i>	<i>A. hydrophila, V. alginolyticus</i>	<i>In vitro</i>
	<i>Psalt. undina</i>	<i>IHNV, V. anguillarum</i>	<i>In vitro</i>
	<i>Psalt. spp., B. spp.</i>	<i>A. hydrophila, V. anguillarum, S. epidermidis, Pr. spp., Ca. albicans, Ent. faecalis</i>	<i>In vitro</i>
	<i>Ps. fluorescens</i>	<i>Saprolegnia spp.</i>	<i>In vitro</i>
	<i>Ps. spp., Alt. spp.</i>	<i>V. spp., A. spp., Pa. spp., Ed. spp., Y. ruckeri, Ps. aeruginosa</i>	<i>In vitro</i>
	<i>Ps. spp., A. spp., V. spp.</i>	<i>IHNV</i>	<i>In vitro</i>
	<i>Carp intestinal bacteria</i>	<i>A. hydrophila, A. salmonicida, E. coli, S. aureus</i>	<i>In vitro</i>
	<i>Ps. spp.</i>	<i>A. hydrophila</i>	<i>In vitro</i>
	<i>Roseobacter sp.</i>	<i>Proteobacteria spp., Fl. spp., Actinobacteria spp.</i>	<i>In vitro</i>
	<i>Roseobacter spp., V. spp.</i>	<i>V. anguillarum, V. splendidus</i>	<i>In vitro</i>
	<i>V. anguillarum</i>	<i>Growth in salmon mucus study</i>	<i>In vitro</i>
	<i>V. sp. (strain NM10)</i>	<i>Pa. piscicida</i>	<i>In vitro</i>
	<i>V. spp.</i>	<i>IHNV, OMV</i>	<i>In vitro</i>
	<i>V. spp., B. sp., coryneform</i>	<i>V. vulnificus</i>	<i>In vitro</i>
	<i>V. sp.</i>	<i>V. anguillarum</i>	<i>In vitro</i>
	<i>I23 V. spp.</i>	<i>V. tapetis</i>	<i>In vitro</i>
	<i>V. mediterranei 1</i>	<i>V. parahaemolyticus</i>	<i>In vitro</i>
<i>Atlantic cod</i>	<i>Carnobacterium divergens</i>	<i>V. anguillarum</i>	<i>In vitro u in vivo</i>
<i>Atlantic cod</i>	<i>Carnobacterium divergens</i>	<i>V. anguillarum</i>	<i>In vitro u in vivo</i>
<i>Atlantic salmon</i>	<i>Lactobacillus plantarum</i>	<i>A. salmonicida</i>	<i>In vitro u in vivo</i>
<i>Atlantic salmon</i>	<i>Carnobacterium sp. (K1)</i>	<i>V. anguillarum, A. salmonicida</i>	<i>In vitro u in vivo</i>
<i>Atlantic salmon</i>	<i>Ps. fluorescens</i>	<i>A. salmonicida</i>	<i>In vitro u in vivo</i>
<i>Atlantic salmon, rainbow trout</i>	<i>Carnobacterium sp.</i>	<i>V. anguillarum, V. ordalii, Y. ruckeri, A. salmonicida</i>	<i>In vitro u in vivo</i>
<i>Eel</i>	<i>Commercial product: Cernivet® LBC (Ent. Faecium SF68), Toyocerin® (B. toyoi)</i>	<i>Ed. tarda</i>	<i>In vivo</i>
<i>Eel</i>	<i>A. media</i>	<i>Saprolegnia sp.</i>	<i>In vitro u in vivo</i>
<i>Eel</i>	<i>A. media</i>	<i>Saprolegnia parasitica</i>	<i>In vivo</i>
<i>Finfish Atlantic cod</i>	<i>Carnobacterium divergens</i>	<i>V. anguillarum</i>	<i>In vitro u in vivo</i>
<i>Atlantic cod</i>	<i>Carnobacterium divergens</i>	<i>V. anguillarum</i>	<i>In vitro u in vivo</i>
<i>Gilthead sea bream</i>	<i>Cytophaga sp., Roseobacter sp., Ruergeria sp., Paracoccus sp., A. sp., Shewanella sp.</i>	<i>Natural larval survival study</i>	<i>In vivo</i>
<i>Gilthead sea bream</i>	<i>V. spp., Micrococcus sp.</i>	<i>L. anguillarum</i>	<i>In vitro u in vivo</i>

Продолжение таблицы 3			
1	2	3	4
Goldfish	Dead cells of <i>A. hydrophila</i>	<i>A. salmonicida</i>	In vivo
Indian major carp	<i>B. subtilis</i>	<i>A. hydrophila</i>	In vivo
Nile tilapia	<i>Str. faecium</i> , <i>Lactobacillus acidophilus</i> , <i>Sacc. cerevisiae</i>	Growth study	In vivo
Pollack	Commercial product: Bactocell ( <i>Pediococcus acidilactici</i> ), Levucell ( <i>Sacc. cerevisiae</i> )	Pollack growth study using enriched <i>Artemia</i>	In vivo
Rainbow trout	<i>Ps. fluorescens</i>	<i>V. anguillarum</i>	In vitro u in vivo
Rainbow trout	<i>Lactobacillus rhamnosus</i>	<i>A. salmonicida</i> ssp. <i>salmonicida</i> ( <i>furunculosis</i> )	
Rainbow trout	<i>Ps. spp.</i>	<i>V. anguillarum</i>	In vitro u in vivo
Rainbow trout	<i>A. hydrophila</i> , <i>V. fluvialis</i> , <i>Carnobacterium sp.</i>	<i>A. salmonicida</i>	In vitro u in vivo
Rainbow trout	Dead cells of <i>A. hydrophila</i> <i>V. fluvialis</i> , <i>Carnobacterium sp.</i>	<i>A. salmonicida</i>	In vivo
Rainbow trout	<i>Lactobacillus rhamnosus</i>	Immune enhancement paper	In vivo
Rainbow trout	Commercial product: BioPlus2B ( <i>B. subtilis</i> , <i>B. licheniformis</i> )	<i>Y. ruckeri</i>	In vivo
Rainbow trout	<i>Lactobacillus rhamnosus</i>	Natural immunostimulation measured	In vivo
Rainbow trout	<i>Pediococcus acidilactici</i> , <i>Sacc. boulardii</i>	Prevention of vertebral column compression syndrome	In vivo
Rainbow trout	<i>A. sobria</i>	<i>L. garvieae</i> , <i>Str. iniae</i>	In vivo
Rainbow trout	<i>Lactobacillus rhamnosus</i>	Natural immunostimulation measured	In vivo
Rohu	<i>B. circulans</i> , <i>B. subtilis</i>	Digestive enzyme study	In vivo
Sea bass	<i>Debaryomyces hansenii</i> , <i>Sacc. cerevisiae</i>	Digestive enzyme study	In vivo
Senegalese sole	<i>V. spp.</i> , <i>Ps. spp.</i> , <i>Micrococcus sp.</i>	<i>V. harveyi</i>	In vitro u in vivo
Silver perch	<i>A. media</i>	<i>Saprolegnia sp.</i>	In vivo
Tilapia	Commercial product: Alchem Poseidon, Korea	<i>Ed. tarda</i>	In vivo
Crustaceans Shrimp larvae	<i>Arthrobacter XE-7</i>	<i>V. parahaemolyticus</i> , <i>V. anguillarum</i> , <i>V. nereis</i>	In vitro u in vivo
Swimming crab larvae	<i>Thalassobacter utilis</i>	<i>V. anguillarum</i> , <i>Haliphthoros sp. (fungus)</i>	In vivo
Mollusc Abalone	Unidentified: 1 yeast and 1 bacterium	Growth study and challenge with <i>V. anguillarum</i>	In vivo
Pacific oyster larvae	Alt. sp. (CA2)	Growth and natural survival experiment	In vivo
Pacific oyster larvae	Alt. sp. (CA2)	Growth and natural survival experiment	In vivo
Pacific oyster larvae	<i>A. media</i>	<i>A. spp.</i> , <i>V. spp.</i> , <i>P. damsella</i> , <i>Y. ruckeri</i> , <i>V. tubiashii</i>	In vitro u in vivo
Scallop larvae	Marine bacteria	<i>V. anguillarum</i>	In vitro u in vivo
Scallop larvae	Marine bacteria	<i>V. anguillarum</i>	-
Scallop larvae	<i>Roseobacter sp.</i>	Variety-including <i>V. spp.</i> , <i>A. spp.</i>	In vitro u in vivo
Scallop larvae	<i>V. sp. (C33)</i> , <i>Ps. sp. (strain 11)</i> , <i>Arthrobacter sp. (strain 77)</i>	Natural survival and ingestion study	In vivo
Scallop larvae	<i>V. sp. (C33)</i> , <i>Ps. sp. (strain 11)</i> , <i>B. Sp. (B2)</i>	Natural survival experiment in mass culture	In vivo
Live food Artemia	9 marine bacteria	Natural survival and growth study	In vivo
Artemia	Commercial product: 9 commercial products and 8 laboratory cultures (including mainly <i>B. spp.</i> and <i>Ps. spp.</i> )	Natural growth study	In vivo

Продолжение таблицы 3			
1	2	3	4
<i>Artemia</i>	<i>A. spp.</i> , <i>V. spp.</i>	<i>V. proteolyticus</i>	<i>In vivo</i>

*Ps.* = *Pseudomonas*, *A.* = *Aeromonas*, *V.* = *Vibrio*, *Alt.* = *Alteromonas*, *Pa.* = *Pasteurella*, *Ed.* = *Edwardsiella*, *Y.* = *Yersinia*, *Psalt.* = *Pseudoalteromonas*, *S.* = *Staphylococcus*, *Pr.* = *Proteus*, *Ca.* = *Candida*, *Ent.* = *Enterococcus*, *E.* = *Escherichia*, *L.* = *Lactococcus*, *P.* = *Photobacterium*, *Bif.* = *Bifidobacterium*, *Fl.* = *Flavobacterium*, *Str.* = *Streptococcus*, *Sacc.* = *Saccharomyces*, *B.* = *Bacillus*, *IHN* = *infectious hematopoietic necrosis virus*, *OMV* = *Onchorhynchus masou virus*.

*Larvae* – личинка; *Scallop* – гребешок, *Oyster* – устрица, *Shrimp* – креветка, *Eel* – угорь, *Rainbow trout* – радужная форель, *Atlantic salmon* – сёмга, *Pollack* – сайда, *Gilthead sea bream* – золотой лещ, *Abalone* – морское ушко, *Crustaceans* – ракообразные, *Senegalese sole* – сенегальский морской язык, *Cod* – треска,

Таблица заимствована в сводной статье (Probiotics in aquaculture: The need, principles and mechanisms of action and screening processes) и адаптирована для русскоязычного лектората.

За рубежом одним из методов оценки эффективности БАД, является: Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, American Public Health Association.

В рамках этого метода сотрудниками института Аквакультуры №2 республики Вьетнам были предложены испытания пробиотика «Энзимспорин» по выявлению его способности стимулировать иммунную систему и иммунитет креветок (что необходимо для регистрации БАД в республике Вьетнам). Хотя сами исследования так и не были осуществлены, находим уместным предоставить схему их проведения.

Подразумевалось, что посадочный материал белоногой креветки, содержащийся в искусственных условиях в течении 30 суток при поддержании оптимальных физико-химических параметров, впоследствии заражался патогенными бактериями. Контаминацию предполагалось проводить т.н. методом иммерсии в выростные ёмкости патогенных бактерий *Vibrio parahaemolyticus*: в концентрации 2xLD<sub>50</sub>. При этом планировалось наблюдение за выживаемостью креветок, подсчёт погибших и заболевших особей и сравнение с контролем. Завершением такого опыта считается 3-х суточный интервал времени после окончания гибели креветок.

Для определения LD<sub>50</sub> белоногих креветок калибра - PL<sub>30</sub> кормят в течение 1 месяца кормом без добавления БАД, затем в выростную ёмкость добавляют бактерии *V. parahaemolyticus* по следующим концентрациям: 1x10<sup>5</sup>, 1x10<sup>6</sup>, 1x10<sup>7</sup>, 1x10<sup>8</sup> КОЕ/мл., а в контрольный вариант не добавляют бактерии. Каждый вариант имеет три повторности по 20 креветок в каждой. Опыт считается оконченным, когда креветки перестанут погибать в течение 3 непрерывных дней. После чего определяется летальная концентрация и доза.

Для получения маточной культуры и проведения опыта бактерии *V. parahaemolyticus* выделяются от креветок, с острыми клиническими признаками заболевания. Бактерии выращиваются на среде TSA (в TSA с добавлением 1,5% NaCl, Difco), инкубируются при 28 °С в течение 24 часов. Затем полученные колонии бактерий имплантируются в жидкую среду TSB со скоростью встряхивания 150rpm, при 28 °С в течение 24 часов.

Как видно из таблиц (1-3), отношение зарубежных исследователей к пробиотическим БАД не однозначное, но в основном положительное. Нужно отметить, что испытания и отечественных препаратов не всегда выявляют их положительное действие. Например, на форелевом хозяйстве «Сходня» проводились исследования по изучению влияния пробиотиков в составе молочной сыворотки, добавляемой в комбикорма в дозе – 5%. По результатам этих исследований было установлено, что положительный экономический эффект был обусловлен лишь заменой комбикорма эквивалентным количеством молочной сыворотки.

Таким образом, как показано выше, в западных странах всё большее внимание уделяется получению т.н. «биологически чистой» продукции аграрной индустрии. Растёт интерес к поиску замены сильнодействующих препаратов (напр. антибиотиков) [1].

Сходное мнение в отношении пробиотиков сложилось и на отечественном рынке. На второе полугодие 2018 г. Россельхознадзором зарегистрировано и допущено к применению в аквакультуре порядка 7 биологически активных добавок (БАД) на основе бактериальных культур. Видовой состав культур, входящий в эти препараты, их средняя рыночная стоимость, число колониеобразующих единиц (КОЕ), как и рекомендуемые дозы, значительно различаются (Табл. 4).

В текущем году Российский рынок БАД должен пополниться ещё одним препаратом. Учитывая устоявшуюся репутацию и общепринятые рекомендации по применению в аквакультуре биологически активных добавок, в настоящее время проводятся промышленные испытания нового комплексного пробиотика «Энзимспорин». Эта БАД содержит комплекс спорообразующих бактерий *Bacillus subtilis* ВКМ В-2998D (ВКПМ В-314), *Bacillus licheniformis* ВКМ В-2999D (ВКПМ В-8054), *Bacillus subtilis natto* ВКМ В-3057D (ВКПМ В-12079) и наполнитель - кукурузную муку. В 1 г. препарата содержится не менее  $5 \times 10^9$  КОЕ/г (колониеобразующих единиц) спорообразующих бактерий рода *Bacillus*.

Таблица 4 - Перечень препаратов, введённых в отечественную аквакультуру

Наименование препарата	Культуры / состав	Норма дачи	Средняя стоимость
ЛипоКар	Источник бета-каротина, иммунопротектор и биокатализатор. На основе липосомальной формы бета-каротина. Витамины (А,В,С)	5-10 г./кг. корма	1600 руб. кг
Субтилис-С (сухой)	<i>Bacillus Subtilis</i> ВКМ В-2250 и/или <i>Bacillus licheniformis</i> ВКМ В-2252, выделенные из почвы и/ или <i>Bacillus Subtilis</i> ВКМ В-2287, выделенные из рубца крупного рогатого скота. Содержит $10^9$ КОЕ в 1г.	300-400 г / 1 т. корма	1100 руб. кг.
Субтилис-Ж (жидкий)	Оральная суспензия Субтилис-Ж состоит из микробной массы живых природных штаммов микроорганизмов <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Bacillus licheniformis</i> и воды. 1 доза препарата содержит не менее $5 \times 10^9$ КОЕ. Выпускают в полимерных тубах «Strip monodoze» (далее доза) объемом 1мл., в упаковке 5 или 10 шт.	40-60 мл / тонну корма 0,04-0,06г / кг корма	400 руб. / 10 мл. В основном для аквариум.
Бацелл	<i>Bacillus subtilis</i> 945 (В-5225) в количестве не менее — $1 \times 10^8$ КОЕ/г (колониеобразующих единиц), <i>Lactobacillus paracasei</i> (В-2347) в количестве не менее — $1 \times 10^6$ КОЕ/г, <i>Enterococcus faecium</i> М-3185 (В-3491)	2 кг. / 1 тонну корма	100 руб. кг
Протексин Про-Колин+ (суспензия)	( <i>Enterococcus faecium</i> (NCIMB 10415)) E1707 $2 \times 10^8$ CFU/г.	-	50 мл. – 600 руб. Для аквариумистики
СУБ-ПРО	<i>Bacillus subtilis</i> в споровой форме. Суммарное количество спор в 1 г препарата составляет не менее $5 \times 10^{10}$ КОЕ	100-150г / 1 тонну корма	10 000 руб. кг
ОЛИН	<i>Bacillus subtilis</i> (ВКПМ 10172) и <i>Bacillus licheniformis</i> (ВКПМ 10135) $2 \times 10^9$ КОЕ/г	1 кг / 1 тонну корма	1100 руб кг

### Список использованных источников

1. Пономарев С.В., Гамыгин Е.А., Ноконоров С.И., Пономарева Е.Н., Грозеску Ю.Н., Бахарева А.Н. Технологии выращивания и кормления объектов аквакультуры юга России: Справочное учебное пособие / [Пономарев и др]; Под ред. Склярова В.Я. - Астрахань.: Нова плюс, 2002. - 264 с.
2. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры. Достижение целей устойчивого развития. ФАО. Рим. Лицензия: CC BY-NC-SA 3 IGO. 2018. - 226 с.
3. Альтернативы применению антибиотиков в аквакультуре. [Электронный ресурс] Серова Е.С. Санкт–Петербургская Государственная Академия Ветеринарной Медицины. Электронный научно-практический журнал «Молодёжный научный вестник» Ноябрь 2017, Сельскохозяйственные науки с. 1-5. Режим доступа: <http://www.allbest.ru>
4. Альтернатива антибиотикам в рыбоводстве [Электронный ресурс] Автор: Алекс13 Опубликовано: 9 июля 2017 в 13:19 Максим Е.А., Юрина Н.А.,

Юрин Д.А., ФГБНУ Северо-Кавказский НИИ животноводства E-mail: naden8277@mail.ru Режим доступа: <http://pisciculture.ru/articles?id=163>

5. Основные результаты работы Министерства сельского хозяйства Российской Федерации за 2017 год [Электронный ресурс] - Электрон. дан. -М., сор.1996 - 2018. - Режим доступа: [http://government.ru/dep\\_news/32261/](http://government.ru/dep_news/32261/) ; <http://fish.gov.ru>

6. Probiotics in aquaculture: The need, principles and mechanisms of action and screening processes [Электронный ресурс] Aditya Kesarcodi-Watson, Heinrich Kaspar, M. Josie Lategan, Lewis Gibson Aquaculture 274 (2008) 1-14 - Режим доступа: [www.elsevier.com/locate/aqua-online](http://www.elsevier.com/locate/aqua-online)

7. The role of probiotics in aquaculture [Электронный ресурс] Luis Balca'zar, Ignacio de Blas, Imanol Ruiz-Zarzuela, David Cunningham, Daniel Vendrell, Jose' Luis Mu'zquiz a Veterinary Microbiology 114 (2006) 173-186 - Режим доступа: [www.elsevier.com/locate/vetmic](http://www.elsevier.com/locate/vetmic)

8. Probiotics in aquaculture Under the Microscope [Электронный ресурс] David JW, Moriarty Acuabiotec LLC; Microbiology Australia• March 2003 с. – 14-17. Режим доступа: <http://microbiology.publish.csiro.au>

9. BiOWiSH Technologies [Электронный ресурс], Inc. [www.biowishtech.com](http://www.biowishtech.com). Режим доступа: [animalag@biowishtech.com](mailto:animalag@biowishtech.com)

10. Use of Probiotics in Aquaculture [Электронный ресурс] /Patricia Martínez Cruz, Ana L. Ibáñez, Oscar A. Monroy Hermosillo, and Hugo C. Ramírez Saad1 / International Scholarly Research Notices/ - 24с. Режим доступа: <http://dx.doi.org/10.5402/2012/916845>