

УДК 639.3.043.2

UDC 639.3.043.2

4.3.1 Технологии машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки)

4.3.1 Technologies machines and equipment for the agro-industrial complex (technical sciences)

### ПРОБИОТИКИ ПРОТИВ ПАТОГЕНОВ РЫБ

### PROBIOTICS AGAINST FISH PATHOGENS

Брень Анжелика Борисовна  
канд.биол.наук

РИНЦ SPIN-код: 2960-2996

[brenanzhelika@yandex.ru](mailto:brenanzhelika@yandex.ru)

*Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону, Россия*

Bren Anzhelika Borisovna  
Cand.Biol.Sci.

RSCI SPIN-code: 2960-2996

[brenanzhelika@yandex.ru](mailto:brenanzhelika@yandex.ru)

*Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russia*

Титаренко Виктория Сергеевна  
Специалист по учебно-методической работе

[vika.titarencenko2015@yandex.ru](mailto:vika.titarencenko2015@yandex.ru)

*Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону, Россия*

Titarenko Victoria Sergeevna  
Specialist in educational and methodological work

[vika.titarencenko2015@yandex.ru](mailto:vika.titarencenko2015@yandex.ru)

*Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russia*

Гордиец Ольга Валерьевна  
инженер

[olgagordiets20@yandex.ru](mailto:olgagordiets20@yandex.ru)

*Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону, Россия*

Gordiets Olga Valerievna  
Engineer

[olgagordiets20@yandex.ru](mailto:olgagordiets20@yandex.ru)

*Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russia*

Мартынюк Игорь Олегович  
студент

РИНЦ SPIN-код: 3668-6495

[igor.mart2004@mail.ru](mailto:igor.mart2004@mail.ru)

*Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону, Россия*

Martynyuk Igor Olegovich  
Student

RSCI SPIN-code: 3668-6495

[igor.mart2004@mail.ru](mailto:igor.mart2004@mail.ru)

*Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russia*

Старостин Дмитрий Владимирович  
студент

РИНЦ SPIN-код: 1277-5492

[ddmmiitr2004@gmail.com](mailto:ddmmiitr2004@gmail.com)

*Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону, Россия*

Starostin Dmitry Vladimirovich  
Student

RSCI SPIN-code: 1277-5492

[ddmmiitr2004@gmail.com](mailto:ddmmiitr2004@gmail.com)

*Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russia*

Болезни в аквакультуре могут вызывать бактерии, вирусы и паразиты, которые являются нормальными представителями водных микробиоценозов, но при определённых условиях могут активно размножаться, поражать различные органы и ткани рыб, манифестируя заболевания и нередко приводя к смертности. Поэтому для снижения рисков возникновения болезней рыб предпринимается много усилий. Первоначально эти усилия включали использование антибиотиков. Альтернатива антибиотикам - использование пробиотиков, пребиотиков и группы родственных соединений, а также вакцин и лекарственных растений. В аквакультуре пробиотики приносят ряд преимуществ и играют важную роль в модулировании здоровья животных и качества водной среды. Кроме того, практическое применение пробиотиков в рационах аквакультуры может свести к минимуму побочные эффекты

Diseases in aquaculture can be caused by bacteria, viruses and parasites, which are normal representatives of aquatic microbiocenoses, but under certain conditions can actively reproduce, affect various organs and tissues of fish, manifesting diseases and often leading to mortality. Therefore, many efforts are made to reduce the risks of fish diseases. Initially, these efforts included the use of antibiotics. An alternative to antibiotics is the use of probiotics, prebiotics and a group of related compounds, as well as vaccines and medicinal plants. In aquaculture, probiotics bring a number of benefits and play an important role in modulating animal health and the quality of the aquatic environment. In addition, the practical use of probiotics in aquaculture diets can minimize the side effects of antibiotics. The promotion of these fish feed additives will help improve fish performance and feed utilization, thereby increasing fish production and protecting human health. The

антибиотиков. Продвижение этих кормовых добавок для рыб поможет улучшить их продуктивные показатели и использование корма и, следовательно, увеличить производство рыбы и защитить здоровье человека. Расширение использования полезных микроорганизмов в аквакультуре будет способствовать устойчивому аквафермерству, что приведет к развитию методов ведения сельского хозяйства, направленных на увеличение производства белка

Ключевые слова: АКВАКУЛЬТУРА, ACIPENSERIDAE, ПРОБИОТИКИ, МИКРООРГАНИЗМЫ, АКВАФЕРМЕРСТВО

increased use of beneficial microorganisms in aquaculture will contribute to sustainable aquafarming, leading to the development of farming practices that increase protein production

Keywords: AQUACULTURE, ACIPENSERIDAE, PROBIOTICS, MICROORGANISMS, AQUAFARMING

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-204-037>

## Введение

Аквакультура – это разведение и выращивание водных организмов в искусственных условиях. Она включает в себя различные виды деятельности, такие как разведение рыбы, моллюсков, ракообразных и водорослей. Осетровые рыбы относятся к семейству Acipenseridae и изначально были широко распространены в Северном полушарии. Хозяйственное значение семейства Acipenseridae связано главным образом с производством икры. Известно, что осётр более устойчив, чем другие виды, к некоторым заболеваниям в природе, поскольку является анадромным видом. Но на протяжении многих лет осетровые уничтожались чрезмерным выловом рыбы и потерей их естественной среды обитания. Внедрение интенсивных технологий разведения осетровых обеспечило увеличение производства мяса и икры, параллельно привело к эскалации стресс-факторов для объектов. Одним из факторов, ограничивающих расширение осетрового хозяйства, являются инфекционные заболевания. Таким образом, целью исследования является поиск методов борьбы с инфекциями в аквакультуре использование пробиотиков - препаратов, содержащие живые микроорганизмы, введение которых в адекватных дозах оказывают положительное влияние на здоровье хозяина.

<http://ej.kubagro.ru/2024/10/pdf/37.pdf>

**Материалы и методы исследований.** Согласно современным представлениям, пробиотические бактерии и их производные перспективны для модулирования здоровья хозяина, они не только улучшают пищеварение и усвоение питательных веществ, но и оказывают комплексное воздействие на его организм посредством воздействия на сигнальные оси. Кроме того, пробиотики хорошо себя зарекомендовали в контроле патогенов.

Для этого исследования использовался сравнительно-аналитический метод исследований. Поиск литературных данных осуществлялся с применением реферативных баз данных: Google Академия научная, elibrary.ru, Scopus, Web of Science.

Поиск литературы осуществлялся по ключевым словам: аквакультура, Acipenseridae, пробиотики, микроорганизмы, аквафермерство.

Для поиска статей использовался и временной отрезок с 2016 по 2024.

Отсеивались статьи, которые не имели качественных показателей объекта.

### **Результаты и их обсуждение.**

Международным эпизоотическим Бюро на основе анализа значимости инфекционных болезней составлен список (<http://www.oie.int>) основных патогенов, в том числе для водных животных. Анализ значимости инфекционных болезней, включая их патогены для аквакультуры и рыбохозяйственных водоёмов, осуществляется на основе нескольких критериев. Рассмотрим эти критерии и примеры заболеваний, которые могут представлять угрозу для аквакультуры.

Большинство патогенных заболеваний в аквакультуре часто связаны с родами *Aeromonas*, *Vibrio*, *Streptococcus*, *Yersinia*, *Acinetobacter*, *Lactococcus*, *Pseudomonas* и *Clostridium*. С ними обычно связана массовая

смертность, поэтому для снижения рисков возникновения болезней рыб повсеместно используются антибиотики. Многочисленные исследования доказали негативное воздействие антибиотиков на организм животного. В результате возникновения антибиотикоустойчивости, когда бактерии, вирусы, грибки и паразиты больше не реагируют *in vivo* на противомикробные препараты в стандартной дозировке, и в результате лекарственной устойчивости инфекции становится трудно или невозможно лечить. Так альтернатива антибиотикам - использование пробиотиков, пребиотиков и группы родственных соединений, а также вакцин и лекарственных растений. Пробиотики привлекли особое внимание благодаря своей способности создавать неблагоприятную атмосферу для патогенов, а также производству соединений с ингибирующими свойствами и иммуностимуляцией [2].

#### Пробиотики для аквакультуры

За последние три десятилетия был идентифицирован, охарактеризован и получил практику применения в аквакультуре ряд пробиотических микроорганизмов. В качестве пробиотиков в аквакультуре обычно используются бактерии, полученные из кишечника водных, а также наземных животных [1]. Предполагалось, что в качестве источника пробиотиков для решения конкретных технологических задач оптимально использование микробных сообществ целевого макроорганизма. Некоторые виды бактерий, такие как *Vibrio* и *Pseudomonas* spp. выделенные из морских рыб, также используются в качестве пробиотиков. В настоящее время не существует единого мнения относительно того, какой источник пробиотиков лучше всего использовать для рыбы. Было подтверждено, что пробиотики, выделенные из ЖКТ теплокровных животных, приносят многочисленные преимущества при применении у объектов аквакультуры. С другой стороны, пробиотики, выделенные из водной среды или организма рыбы-хозяина также обладают рядом

преимуществ, уникальным образом решая некоторые биотехнические проблемы (например, связанные со спецификой температуры, солёности воды).

В выборе подходящего пробиотика для водных видов важными являются такие характеристики, как принадлежность микроорганизма к определённому типу, его происхождение из определённого источника или хозяина, от которого получен штамм, использование одного штамма или нескольких штаммов в качестве действующей композиции, а также использование спорообразующих или неспорообразующих микроорганизмов.

По современным представлениям, пробиотики оказывают модулирующее действие, воздействуя на иммунную систему хозяина посредством стимуляции провоспалительных цитокинов, повышения фагоцитарной активности лейкоцитов, повышения уровня антител, а также за счёт улучшения кишечного микробного баланса, ингибирования колонизации патогенов в пищеварительном тракте хозяина, выработку ингибирующих соединений, таких как бактериоцины, повышение ферментативной активности (амилазы, протеазы и липазы) и синтеза таких универсальных медиаторов, как короткоцепочечные жирные кислоты.

#### Пробиотики для осетровых

Осетровые виды рыб являются уникальной природной ветвью реликтовой ихтиофауны. Виды *Acipenser*, *Huso*, *Scaphirhynchus* и другие виды (и гибриды) семейства *Acipenseridae* представляют большой коммерческий интерес из-за их икры и мяса, и, по данным Международного союза охраны природы, большинство из них находятся под серьёзной угрозой сокращения естественной популяции, а более 85% видов осетровых находятся под угрозой исчезновения. Основными причинами вышеупомянутой проблемы являются систематическое и повсеместное превышение изъятия рыбы над её пополнением, а также

разрушение или утрата естественной среды обитания, затрагивающие естественные нерестилища (Carmona et al. 2009). Наилучшей стратегией снижения давления на естественную популяцию осетровых является коммерческая аквакультура до товарных размеров [3].

В исследовании [4] оценивали индивидуальное и комбинационное воздействие пробиотиков на персидского осетра (*Acipenser persicus*) путем контроля показателей роста, состава тела, пищеварительных ферментов и морфологии кишечника. На основании кормления экспериментальными рационами рыбы были разделены на четыре группы: контрольная (базовый рацион), Д-Про (базовый рацион + *Bacillus subtilis* и *Bacillus licheniformis*), Д-Про/Дрожжи (базовый рацион + *B. subtilis* и *B. licheniformis* + *Saccharomyces cerevisiae*), Дрожжи (базовый рацион + *S. cerevisiae*). Диеты, содержащие D-Pro, продемонстрировали более высокую эффективность в повышении активности протеазы и липазы, чем диеты с добавлением только дрожжей, тогда как режимы, включающие в состав дрожжи, демонстрировали более высокую активность амилазы. Рыба, получившая D-Pro, имела самое высокое содержание белка и жира.

Результаты исследования [2] показали, что применение *P. pentosaceus* положительно влияет на состав тела и микрофлору кишечника *A. baerii*. Восеминедельный эксперимент был проведен для определения влияния диетического *Pediosoccus pentosaceus* в качестве пробиотика на состав тела и микробиоту кишечника сибирского осетра *Acipenser baerii*. В общей сложности 180 рыб со средней массой тела  $143 \pm 0,01$  г были случайным образом распределены по резервуарам для обработки, включая группы, получавшие рацион, содержащий *P. pentosaceus* и без пробиотиков в качестве контрольной группы. Бактерии в значительной степени колонизировали кишечник рыб, получавших в пищу добавку *P. pentosaceus*.

Обзор исследований доказывает высокую эффективность от их применения: наблюдается повышение выживаемости, снижение конверсии корма, улучшение микробиоты и общего состояния животного.

**Выводы.** Таким образом, современный комплексный подход обеспечения биобезопасности в осетроводстве может включать использование в технологиях пробиотических субстанций. Варьируют специфичные штаммы, разрабатываются специфические методы повышения выживаемости пробиотиков в различных условиях окружающей среды, технологические подходы к уточнению их доставки. Расширение использования полезных микроорганизмов в аквакультуре будет способствовать устойчивому аквафермерству, что приведёт к развитию методов ведения сельского хозяйства, направленных на увеличение производства белка. Учитывая особый люксовый сегмент товарного осетроводства, такое внедрение приёмов органической аквакультуры сформирует дополнительные преимущества в сознании платёжеспособных покупателей.

**Финансирование.** Работа проведена в рамках выполнения проекта "Разработка персонафицированных кормов нового поколения с растительными и пробиотическими добавками для повышения выживаемости и улучшения здоровья рыб" (FZNE-2023-0003).

## Литература

1. *Dawood M. A.* et al. Recent advances in the role of probiotics and prebiotics in carp aquaculture: a review //Aquaculture. 2016. Т. 454. P. 243-251.
2. *Mugetti D.* et al. The old and the new on viral diseases in sturgeon //Pathogens. 2020. Т. 9. №. 2. P. 146. <http://dx.doi.org/10.3390/pathogens9020146>.
3. *Lakshmi B.* Probiotics as antiviral agents in shrimp aquaculture//Journal of pathogens.2013.Т.2013.№.1.С.424123. <http://dx.doi.org/10.1155/2013/424123>.
4. *Yi Y.* et al. Probiotic potential of *Bacillus velezensis* JW: antimicrobial activity against fish pathogenic bacteria and immune enhancement effects on *Carassius auratus* //Fish & shellfish immunology. 2018. Т. 78. P. 322-330.

## References

1. *Dawood M. A.* et al. Recent advances in the role of probiotics and prebiotics in carp aquaculture: a review //Aquaculture. 2016. T. 454. P. 243-251.
2. *Mugetti D.* et al. The old and the new on viral diseases in sturgeon //Pathogens. 2020. T. 9. №. 2. P. 146. <http://dx.doi.org/10.3390/pathogens9020146>.
3. *Lakshmi B.* Probiotics as antiviral agents in shrimp aquaculture//Journal of pathogens.2013.T.2013.№.1.C.424123. <http://dx.doi.org/10.1155/2013/424123>.
4. *Yi Y.* et al. Probiotic potential of *Bacillus velezensis* JW: antimicrobial activity against fish pathogenic bacteria and immune enhancement effects on *Carassius auratus* //Fish & shellfish immunology. 2018. T. 78. P. 322-330.