

33. Сверчкова, Н. В. Биологический дезинфектант Энатин / Н. В. Сверчкова, Е. Н. Ладутько, Э. И. Коломиец // Микробные биотехнологии: фундаментальные и прикладные аспекты: сб. науч. тр. – Минск, 2007. – Т. 1. – С. 176–185.

34. Phytoprotective and desinfective properties of biopreparation «Enatin» / N. V. Sverchkova [et al.] // *Phytopathologia Polonica*. – 2007. – Vol. 45. – P. 17–27.

BIOLOGICAL PREPARATIONS IN THE SYSTEM OF SANITARY AND VETERINARY MEASURES

N. V. SVERCHKOVA

*Institute of Microbiology, National Academy of Sciences, Minsk, Belarus,
microbio@mbio.bas-net.by*

A review summarizes the literature data on the application of biological agents in the system of sanitary and veterinary measures on livestock and poultry farms; the information about new drugs based on spore-forming bacteria of the genus *Bacillus* is also presented.

Поступила в редакцию 27.04.2018 г.

УДК 579.852.11:579.264

ПРОБИОТИЧЕСКИЙ ПРЕПАРАТ ДЛЯ ПРОФИЛАКТИКИ И ЛЕЧЕНИЯ БАКТЕРИОЗОВ ЦЕННЫХ ВИДОВ РЫБ

Н. В. СВЕРЧКОВА¹, Т. В. РОМАНОВСКАЯ¹,
Н. В. ВСЕГНЕЕВА¹, Г. В. ЖУК¹, Э. И. КОЛОМИЕЦ¹,
В. Ю. АГЕЕЦ², С. М. ДЕГТЯРИК²

¹*Институт микробиологии НАН Беларуси, Минск, Беларусь,
microbio@mbio.bas-net.by*

²*РУП «Институт рыбного хозяйства», Минск, Беларусь,
belniirh@tut.by*

На основе штамма спорообразующих бактерий *Bacillus amyloliquefaciens* 2 с высокой антагонистической активностью в отношении возбудителей болезней родов *Aeromonas*, *Pseudomonas*, *Sphingobacterium* разработана опытно-промышленная технология получения пробиотического препарата для профилактики и лечения бактериозов ценных видов рыб. Нароботаны опытные партии пробиотического препарата и проведены испытания по оценке эффективности его действия для рыб семейств осетровых и лососевых.

Введение. В Республике Беларусь развитие рыбохозяйственной деятельности осуществляется по двум основным направлениям: разведение и выращивание рыбы в искусственных условиях и ведение рыбохозяйственной деятельности в рыболовных угодьях. Основной объем производства рыбы приходится на ее выращивание в аквакультуре, которая представлена следующими видами: прудовое и индустриальное (выращивание рыбы в садках, бассейнах и установках замкнутого водообеспечения) рыбоводство [1, 2]. В соответствии с подпрограммой «Развитие рыбохозяйственной деятельности» Государственной программы развития аграрного бизнеса Республики Беларусь на 2016–2020 гг. предусмотрено доведение объемов производства товарной рыбы в республике до 18157,6 т, в том числе прудовой рыбы – 15770,8 т, ценных видов рыб – 1200 т, озерно-речной – 1186,8 т. Объемы товарной рыбы к 2020 г. в республике должны увеличиться на 48%. В настоящее время в республике выращивают не только традиционные (каarp, карась, щука), но и новые, так называемые ценные виды рыб, обладающие высокими потребительскими свойствами, высокой скоростью роста, широким спектром питания, превосходными вкусовыми качествами мяса и пользующиеся спросом на внутреннем и внешнем рынках. К ним в первую очередь относятся рыбы сем. осетровых и лососевых. Согласно прогнозным показателям, с введением в строй и выходом на полную мощность новых рыбоводческих комплексов объем производства рыб ценных видов в Беларуси вырастет в 2018 г. до 1,2 тыс. т в год (около 1000 т форели радужной и около 200 т осетровых рыб) [1–3]. Для исключения экспорта в республику посадочного материала (личинки, сеголетки) осетровых и лососевых рыб, экономии валютных ресурсов страны большое значение приобретают создание и увеличение численности ремонтно-маточных стад осетровых рыб, повышение их выживаемости. Важную роль при этом играет сокращение гибели ценных видов рыб от болезней, которая может достигать до 40%, а в некоторых случаях и более. Повышение выживаемости достигается в первую очередь за счет разработки мер профилактики и лечения заболеваний [3–5].

Новым направлением в лечении и профилактике бактериозов рыб является применение пробиотических препаратов на ос-

нове спорообразующих бактерий рода *Bacillus*. В частности, проведенные исследования применения пробиотика «Субтилис» на ранних стадиях выращивания рыб показали, что обработка препаратом икры, эмбрионов и личинок форели увеличивает коэффициент выживаемости и снижает естественную смертность рыб на личиночной стадии развития, способствует стимуляции их жизнестойкости на ранних этапах онтогенеза и активизации естественного иммунитета [6–9]. Известен пробиотический препарат «Аквапурин» на основе *Bacillus siamensis* [10], использование которого оказывает положительное действие на интенсивность роста осетровых рыб. Рыба опытных групп по абсолютной массе, среднесуточному и относительному приросту превышала аналогов из контроля в течение 30 сут после прекращения назначения пробиотика. Установлено высокое продуктивное действие скармливания пробиотического препарата «BS-225» с комбикормом сеголеткам при выращивании основных объектов товарного осетроводства в условиях замкнутого водообеспечения [11]. Известен препарат «Ферм-КМ» на основе *Bacillus subtilis*, обогащенный фитобиотиками для усиления его профилактических свойств. Разработанная композиция пробиотических бактерий оказалась удачной при использовании в комбикормах осетровых рыб. В опытах по выращиванию в установках замкнутого водоснабжения у молоди осетровых на рационе с препаратом существенно увеличился коэффициент упитанности, абсолютный и среднесуточный приросты, коэффициент массонакопления [12].

Использование комбикормов с пробиотическими добавками позволяет хозяйствам сократить до 25% расход кормов на производство рыбы. Исходя из отечественного и зарубежного опыта, рекомендуется добавлять пробиотики в рацион ежедневно, включая его в продукционные комбикорма. Комбикорма с пробиотиками предназначены для повышения рыбопродуктивности на 20% и выше, что складывается из профилактики и лечения болезней рыб инфекционной и алиментарной этиологии, нормализации состояния организма вследствие интенсивного применения антибиотиков, смягчения стрессов, вызываемых сменой корма, а также травматическими повреждениями, связанными с технологическим перемещением рыб. Такие корма представля-

ют собой уникальный комплекс из большого количества кормовых компонентов и спорообразующих бактерий. Попав в организм, бактерии быстро размножаются и вытесняют из него патогенные и условно-патогенные микроорганизмы, способствуя заселению и развитию собственной полезной микрофлоры рыб. При этом продуцируются биологически активные вещества, происходит синтез пищеварительных ферментов и аминокислот [3, 10–12].

В Республике Беларусь активную работу по созданию экологически безопасных пробиотических препаратов для рыбного хозяйства проводит Институт микробиологии НАН Беларуси. Так, совместно с РУП «Институт рыбного хозяйства» создан пробиотический препарат «Эмилин» для профилактики и лечения бактериозов карпа [13]; совместно с РУП «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам» разработан биологический препарат «Биовир» для обеззараживания и очистки воды прудов и водоемов от органических и минеральных загрязнений и профилактики бактериальных заболеваний прудовых рыб [14]. Однако действие этих препаратов не распространяется на некоторые патогены, вызывающие заболевания ценных видов рыб.

Проведение исследований в данном направлении позволит предложить рыбной отрасли способ профилактики и лечения осетровых и лососевых рыб от инфекционных заболеваний, улучшить эпизоотическую ситуацию в рыбоводных организациях Беларуси на всех этапах выращивания рыбы, получать жизнеспособный посадочный материал и качественную товарную рыбу и рыбопродукцию.

Цель исследования – разработка технологии получения и применения пробиотического препарата для профилактики и лечения бактериальных болезней ценных видов рыб.

Материалы и методы. В работе использован выделенный нами штамм бактерий *Bacillus amyloliquefaciens* 2 с высокой антимикробной активностью к возбудителям болезней ценных видов рыб. Штамм депонирован в Белорусской коллекции непатогенных микроорганизмов.

В качестве тест-объектов для определения антимикробной активности отобранного штамма применяли патогенные и услов-

но-патогенные бактерии – *Aeromonas hydrophyla* gr.1, *Aeromonas hydrophyla* gr.2, *Shewanella putrefaciens*, *Pseudomonas fluorescens*, выделенные сотрудниками РУП «Институт рыбного хозяйства» из внутренних органов рыб (стерляди, ленского осетра) с признаками бактериозов.

Отработку опытно-промышленной технологии производства пробиотического препарата проводили в ферментере промышленного типа емкостью 300 л, варьируя режимы аэрации в диапазоне 0,2–0,8 с шагом 0,2 л воздуха/л среды в минуту при постоянной скорости вращения мешалки и оптимальной температуре культивирования. Для каждого режима рассчитаны параметры роста, исследована динамика изменения антагонистической активности бактерий. Опытную-промышленную партию препарата получали при глубинном культивировании *B. amylo-liquefaciens* 2 в оптимизированных условиях на питательной среде с мелассой в качестве источника углерода. Для засева питательной среды использовали 1–2-суточный вегетативный посевной материал. Сухую форму пробиотика получали путем лиофильного высушивания культуральной жидкости бактерий *B. amyloliquefaciens* 2 с наполнителем.

При определении титра клеток бактерий применяли метод предельных разведений [15]. Концентрацию спор оценивали аналогичным методом после прогревания бактериальной суспензии при 80 °С в течение 10 мин.

Антагонистическую активность определяли методом лунок [16] по диаметру зон задержки и/или отсутствия роста тест-культур патогенов.

Изучение показателей естественной резистентности организма рыб – бактерицидной активности сыворотки крови (БАСК), фагоцитарной активности лейкоцитов (ФА), фагоцитарного индекса (ФИ) и фагоцитарного числа (ФЧ) проводили согласно «Методическим рекомендациям по определению естественной резистентности сельскохозяйственных животных» [17].

Полученные результаты статистически обработаны с помощью программы Microsoft Excel [18].

Результаты и обсуждение. По результатам проведенных ранее исследований [4] из 200 коллекционных и выделенных нами

культур отобран изолят с высокой антагонистической активностью в отношении возбудителей бактериальных болезней ценных видов рыб. Изучены культуральные, морфологические, физиолого-биохимические свойства отобранной культуры, проведена молекулярно-генетическая идентификация, в ходе которой установлена принадлежность изолята 2 к спорообразующим бактериям *B. amyloliquefaciens*. Показано, что штамм бактерий *B. amyloliquefaciens* 2 наряду с антагонистическими свойствами в отношении возбудителей бактериальных болезней ценных видов рыб характеризуется высокой протеазной и целлюлазной активностями, не токсичен для человека и теплокровных животных и может использоваться в микробиологическом производстве. По результатам исследований по оптимизации питательной среды и условий глубинного культивирования *B. amyloliquefaciens* 2 в лабораторном ферментере, разработан лабораторный регламент на получение пробиотического препарата для профилактики и лечения бактериальных болезней ценных видов рыб сем. осетровых и лососевых [4].

В рамках данного исследования проведены работы по масштабированию процесса получения пробиотического препарата на основе бактерий *B. amyloliquefaciens* 2 в условиях опытно-промышленного производства Института микробиологии НАН Беларуси. Культивирование бактерий осуществляли в ферментационном аппарате емкостью 300 л при вращении мешалки с частотой 80 ± 10 об/мин и температурном режиме, подобранном в лабораторных условиях ранее [4].

Установлено, что при интенсивности аэрации 0,4 и 0,6 л воздуха/л среды в минуту обеспечивается полное потребление питательного субстрата в течение 48 ч культивирования, достигается высокий титр клеток ($3,8-4,6 \cdot 10^9$ КОЕ/мл) и спор ($2,1-2,6 \cdot 10^9$ спор/мл) *B. amyloliquefaciens* 2. При этом отмечается максимальная антагонистическая активность культуры в отношении тест-объекта *Aeromonas hydrofila* (диаметр зоны задержки роста 29,0–30,0 мм). Низкий уровень подачи воздуха (0,2 л/л среды в минуту) отрицательно сказывается не только на ростовых характеристиках, но и на проявлении антагонистических свойств штамма. Увеличение интенсивности аэрации приводит к усилению пенообра-

зования, что также негативно сказывается на контролируемых показателях. Таким образом, оптимальным уровнем аэрации для роста и проявления антимикробной активности *B. amyloliquefaciens* 2 является 0,4–0,6 л воздуха/л среды в минуту.

При культивировании бактерий в 300 л ферментере при оптимальном режиме на питательной среде с мелассой в течение 36–48 ч получена культуральная жидкость с титром КОЕ и спор $3,8-4,6 \cdot 10^9$ и $2,1-2,6 \cdot 10^9$ соответственно и высокой антагонистической активностью, на основе которой наработаны опытные партии препарата в сухой форме в общем количестве 1000 доз. В качестве наполнителя использована пшеничная мука, для улучшения физико-механических свойств и повышения сыпучести пробиотика добавлен антислеживатель. Органолептические, физико-химические и микробиологические показатели наработанного в опытно-промышленных условиях пробиотического препарата представлены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1. Основные показатели пробиотического препарата в сухой форме

Показатель	Характеристика и нормы
Внешний вид	Порошок от светло-коричневого до бежевого цвета
Запах	Специфический для данного продукта
pH	7,1–7,3
Массовая доля влаги, не более	2,5%
Титр жизнеспособных клеток, млрд/г	12,0
Титр жизнеспособных спор, млрд/г	13,0
Диаметр зоны подавления роста, мм: <i>Aeromonas hydrophyla</i> gr.1	25,5
<i>Shewanella putrefaciens</i>	22,0

По результатам ветеринарно-токсикологических исследований пробиотика на рыбах (форель, осетр) и лабораторных животных, проведенных сотрудниками РУП «Институт рыбного хозяйства» и РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С. Н. Вышелеского», пробиотик не токсичен для рыб указанных видов и теплокровных животных, не обладает патогенными свойствами и может использоваться в ветеринарной практике.

Для изучения лечебной эффективности материалом для постановки экспериментов служили годовики форели радужной и стерляди (по 50 экз.)

На момент проведения экспериментов рыба была клинически здорова, упитана, носительства эктопаразитов, наличия эндопаразитов, признаков инфекционных заболеваний не наблюдалось. При проведении исследований подопытную рыбу размещали в аквариумах емкостью 60 л по 10 экз. на каждый вариант опыта и контроля. Всего было создано 5 групп форели (4 опытных и 1 контрольная) и 5 групп стерляди (4 опытных и 1 контрольная). Рыбам из всех опытных и контрольных групп инъекционно под грудной плавник вводили по 0,2–0,3 мл суточной культуры бактерий *A. hydrophyla*.

Для проведения экспериментов готовили жидкую суспензию исследуемого препарата путем его разведения в дистиллированной воде из расчета 1 г препарата на 10 мл воды, получая при этом суспензию с титром $2,2 \cdot 10^9$ КОЕ/мл.

После появления первых клинических признаков заболевания (экзофтальмия, вздутие брюшка у форели, покраснение ануса и гиперемия «жучек» у стерляди) пробиотический препарат вводили рыбе из опытных групп *per os* в количестве 0,5 мл пять дней подряд в концентрациях $2,2 \cdot 10^9$, $2,2 \cdot 10^8$, $2,2 \cdot 10^7$, $2,2 \cdot 10^6$ КОЕ/мл.

Наблюдение за подопытной рыбой вели в течение 14 дней, при этом регистрировали ее гибель (если она имела место), отклонения в поведении, усиление выраженности или исчезновение клинических признаков инфекционных заболеваний. Ежедневно во всех вариантах опытов рыбу подвергали клиническому осмотру, в конце опыта – патологоанатомическому вскрытию. Результаты экспериментов представлены в табл. 2.

За период наблюдения заболевших и погибших особей среди рыб опытной группы, получавшей пробиотик в концентрации $2,2 \cdot 10^9$, не зарегистрировано, изменений в ее поведении не наблюдалось. Из группы, получавшей препарат в концентрации $2,2 \cdot 10^8$, заболело 20% стерляди и 30% форели, однако гибели рыб не отмечено. Среди рыб, получавших препарат в дозах $2,2 \cdot 10^6$ – $2,2 \cdot 10^7$, заболело около 50%, погибло 10–20% экз. стерляди и 20–40% экз. форели. У заболевшей стерляди при клини-

**Т а б л и ц а 2. Эффективность лечебного действия
пробиотического препарата**

Концентрация препарата, КОЕ/мл	Стерлядь		Форель	
	заболело, %	погибло, %	заболело, %	погибло, %
$2,2 \cdot 10^9$	0	0	0	0
$2,2 \cdot 10^8$	20	0	30	0
$2,2 \cdot 10^7$	50	10	60	20
$2,2 \cdot 10^6$	70	20	60	40
Контроль (без препарата)	100	30	100	70

ческом осмотре отмечены слабо гиперемизированные участки кожных покровов, у форели – небольшие язвы возле основания плавников. При патологоанатомическом вскрытии установлена гидремичность почек и наличие небольшого количества экссудата в брюшной полости.

Для рыб контрольных групп были характерны ярко выраженные клинические признаки бактериальных инфекций: у стерляди – гиперемия кожных покровов и «жучек», покраснение ануса, кровоизлияния в глазных яблоках, у форели – наличие небольших язвочек с неровными краями, экзофтальмия. При вскрытии больных особей стерляди также обнаружен кровянистый экссудат в брюшной полости, почки гидремичные; форели – воспаление кишечника, точечные кровоизлияния в печени, некроз почек. Смертность рыб в контрольной группе составила 30% (стерлядь) и 70% (форель).

Таким образом, установлено, что пробиотический препарат обладает терапевтическим действием при развитии инфекционного процесса бактериальной природы у осетровых рыб и форели в концентрациях $2,2 \cdot 10^8$ – $2,2 \cdot 10^9$ КОЕ/мл.

Для исследования профилактического действия пробиотика использовали годовики форели радужной, завезенные из БГСХА в количестве 50 экз., и годовики стерляди, завезенные из ОАО «ОРХ «Селец», в количестве 50 экз., которые размещали в аквариумах емкостью 60 л по 10 экз. на каждый вариант опыта и контроля. Всего было создано 5 групп форели (4 опытных и 1 контрольная) и 5 групп стерляди (4 опытных и 1 контрольная).

Жидкую суспензию пробиотика готовили путем его разведения в дистиллированной воде из расчета 1 г препарата на 10 мл воды, получая при этом суспензию с содержанием бактериальных клеток $2,2 \cdot 10^9$ в 1 мл.

На момент проведения экспериментов рыба была клинически здорова, упитана, носительства эктопаразитов, наличия эндопаразитов, признаков инфекционных заболеваний не наблюдалось.

В начале эксперимента рыбе из опытных групп вводили *per os* пробиотический препарат в количестве 0,5 мл ежедневно в течение пяти дней подряд в концентрациях $2,2 \cdot 10^9$, $2,2 \cdot 10^8$, $2,2 \cdot 10^7$, $2,2 \cdot 10^6$ КОЕ/мл, затем рыбам из всех опытных и контрольных групп инъекционно под грудной плавник вводили по 0,2–0,3 мл суточной культуры бактерий *A. hydrophyla*.

Наблюдение за рыбой вели в течение 14 дней, при этом регистрировали отклонения в ее поведении, появление клинических признаков инфекционных заболеваний, количество погибших особей. Ежедневно во всех вариантах опытов рыбу подвергали клиническому осмотру, в конце опыта – патологоанатомическому вскрытию. Результаты опыта представлены в табл. 3.

Т а б л и ц а 3. Эффективность профилактического действия пробиотического препарата

Концентрация препарата, КОЕ/мл	Стерлядь		Форель	
	заболело, %	погибло, %	заболело, %	погибло, %
$2,2 \cdot 10^9$	0	0	0	0
$2,2 \cdot 10^8$	10	10	10	0
$2,2 \cdot 10^7$	30	10	50	20
$2,2 \cdot 10^6$	60	30	80	50
Контроль (без препарата)	100	70	100	70

После 5-дневного кормления и инъекций бактериальной культуры отмечено следующее: заболевших и погибших особей среди рыб из опытной группы, получавшей пробиотик в концентрации $2,2 \cdot 10^9$, не зарегистрировано, изменений в ее поведении не наблюдалось. Заболела 1 стерлядь и 1 форель из группы, по-

лучавшей препарат в концентрации $2,2 \cdot 10^8$, при этом стерлядь погибла. Среди рыб, получавших препарат в дозах $2,2 \cdot 10^7$, заболело 30 и погибло 10% стерляди, заболело 50 и погибло 20% форели. В группах, получавших суспензию пробиотика с концентрацией $2,2 \cdot 10^6$, заболело 60 и погибло 30% стерляди, заболело 80 и погибло 50% форели. У заболевшей стерляди при клиническом осмотре отмечены гиперемизированные участки кожных покровов и жучки, у форели – гиперемия брюшка, экзофтальмия. При патологоанатомическом вскрытии отмечена отечность почек и наличие небольшого количества экссудата в брюшной полости.

Для рыб контрольных групп были характерны ярко выраженные клинические признаки инфекционного заболевания: у стерляди – гиперемия кожных покровов, покраснение ануса, кровоизлияние в глазных яблоках, у форели – наличие небольших язвочек, гиперемия брюшка, экзофтальмия. При вскрытии больных особей стерляди обнаружен экссудат в брюшной полости, почки гидремичные; у форели – гиперемия кишечника, гидремичность почек. Смертность рыб в контрольных группах составила по 70%.

Таким образом, пробиотический препарат на основе штамма бактерий *B. amyloliquefaciens* 2 обладает профилактическим действием против инфекционных болезней бактериальной природы у осетровых и лососевых рыб в концентрациях $2,2 \cdot 10^8$ – $2,2 \cdot 10^9$ КОЕ/мл.

Для оценки уровня естественной (неспецифической) резистентности стерляди и форели из опытных групп 5 дней подряд скармливали препарат. Рыба из контрольных групп получала стандартный корм для осетровых и лососевых рыб без добавления пробиотика. У стерляди и форели (по 10 экз. рыб каждого вида в опытных и контрольных группах) была отобрана кровь для исследований. Результаты представлены в табл. 4.

После 5-дневного курса кормления пробиотиком наблюдаются существенные различия между опытными и контрольными рыбами. У стерляди, получавшей с кормом пробиотик, бактерицидная активность сыворотки крови выше на 32,2%, фагоцитарная активность лейкоцитов – на 30,9%, фагоцитарный

Т а б л и ц а 4. Уровень неспецифической резистентности организма осетровых и лососевых рыб после применения пробиотического препарата

Вариант опыта	БАСК, %	ФА, %	ФИ	ФЧ
Стерлядь				
Корм с пробиотиком	44,3±0,74	55±1,2	4,6±0,03	2,53±0,02
Корм без пробиотика	33,5±0,88	42±0,9	2,2±0,05	0,92±0,02
Форель				
Корм с пробиотиком	56,4±0,35	67±1,0	6,8±0,05	4,55±0,06
Корм без пробиотика	33,3±0,52	45±1,1	3,7±0,04	1,67±0,03

индекс – на 109% (более чем в 2 раза), а фагоцитарное число, характеризующее агрессивность лейкоцитов – на 175%. У форели из опытной группы бактерицидная активность сыворотки крови выше на 69,4%, фагоцитарная активность лейкоцитов – на 48,9%, фагоцитарный индекс – на 83,8% а фагоцитарное число – на 172%.

Таким образом, после 5-дневного курса кормления пробиотиком у стерляди и форели отмечено значительное повышение как клеточного, так и гуморального иммунитета. При этом следует принять во внимание, что подавляющее большинство болезней рыб, не только бактериальных, но и вирусных, микозных, паразитарных напрямую зависят от уровня иммунитета рыб, т. е. патогены поражают особей с ослабленным иммунитетом; рыбы с высоким уровнем резистентности не заболевают либо переносят болезнь в легкой форме.

Подопытная рыба, как во время кормления, так и после его окончания, была клинически здорова, активна, хорошо брала корм. Каких-либо отклонений в поведении рыбы, а также ее гибели во время проведения опыта и после его завершения не отмечено. При патологоанатомическом вскрытии изменения состояния внутренних органов (изменение цвета и консистенции, отечность, кровоизлияния, очаги некроза и др.) у рыб опытных групп по сравнению с контролем не отмечено.

Заключение. Разработана опытно-промышленная технология получения пробиотического препарата на основе спорообразующих бактерий *B. amyloliquefaciens* 2 с высокой антимикробной активностью для профилактики и лечения бактериальных

болезней ценных видов рыб. Нарботаны опытные партии пробиотика в сухой препаративной форме.

По результатам ветеринарно-токсикологических исследований пробиотик не обладает патогенными свойствами, не является токсичным и может использоваться в ветеринарной практике.

Установлено профилактическое и лечебное действие пробиотического препарата против инфекционных болезней бактериальной природы у осетровых и лососевых рыб в концентрациях $2,2 \cdot 10^8$ – $2,2 \cdot 10^9$ КОЕ/мл. Показано, что после 5-дневного курса кормления пробиотиком у стерляди и форели значительно усиливается как клеточный, так и гуморальный иммунитет.

Литература

1. Агеец, В. Ю. Основные направления в разведении и выращивании ценных видов рыб в Беларуси / В. Ю. Агеец // Вест. НАН Беларуси. Сер. аграр. наук. – 2016. – № 1. – С. 80–87.

2. Беларусь планирует вдвое увеличить производство ценных видов рыбы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.interfax.by/>. – Дата доступа: 20.03.2018.

3. Кожак, Ж. В. Бактерийные препараты в профилактике заболеваний рыб / Ж. В. Кожак // Белорусское сельское хозяйство. – 2016. – № 12. – С. 13–18.

4. Разработка лабораторной технологии получения препарата для профилактики и лечения бактериозов ценных видов рыб на основе штаммов-антагонистов патогенной микрофлоры / Н. В. Сверчкова [и др.] // Микробные биотехнологии: фундаментальные и прикладные аспекты: сб. науч. тр. – Минск, 2017. – Т. 9. – С. 261–279.

5. Казарникова, А. В. Заболевания осетровых рыб в замкнутой системе водоснабжения / А. В. Казарникова // Ветеринария. – 2007. – Вып. 3. – С. 25–29.

6. Использование пробиотической добавки на основе *Bacillus subtilis* B-1895 в аквакультуре [Электронный ресурс] / Г. В. Головкин [и др.]. – 2013. – Режим доступа: www.subtilis.ru. – Дата доступа: 13.12.2017.

7. Панасенко, В. В. Особенности использования пробиотика «Субтилис» в рыбоводстве [Электронный ресурс] / В. В. Панасенко. – 2013. – Режим доступа: www.subtilis.ru. – Дата доступа: 13.12.2017.

8. Панасенко, В. В. Теоретические и практические аспекты использования кормов для рыб с пробиотиком «Субтилис» / В. В. Панасенко // Тепловодная аквакультура и биологическая продуктивность водоемов аридного климата: материалы докл. Междунар. симп. – Астрахань, 2007. – С. 421–422.

9. Борьба с болезнями рыб – актуальная задача рыбоводства Беларуси [Электронный ресурс] / М. М. Радько [и др.] // Белорусское сельское хозяйство. – 2008. – № 2 (70). – Режим доступа: <http://www.agriculture.by/>. – Дата доступа: 23.12.2017.

10. Изменение прироста массы осетровых при применении пробиотического препарата Аквапурин / Г. А. Ноздрин [и др.] // Вестн. НГАУ. – 2015. – Т. 4, № 37. – С. 121–126.

11. Влияние препарата BS 225 на скорость роста молоди осетра / И. В. Морози [и др.] // Вестн. НГАУ. – 2014. – Т. 4, № 33. – С. 105–108.

12. Новое поколение пробиотических препаратов кормового назначения / Н. А. Ушакова [и др.] // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 1. – С. 184–192.

13. Технология получения и применения пробиотического препарата для профилактики болезней рыб семейства карповых / Н. В. Сверчкова [и др.] // Микробные биотехнологии: фундаментальные и прикладные аспекты: сб. науч. тр. – Минск, 2016. – Т. 8. – С. 276–289.

14. Консорциум бактерий – основа препарата для обеззараживания и очистки воды в прудах и водоемах / Н. В. Сверчкова [и др.] // Микробные биотехнологии: фундаментальные и прикладные аспекты: сб. науч. тр. – Минск, 2015. – Т. 7. – С. 445–458.

15. Сэги, Й. Методы почвенной микробиологии / Й. Сэги. – М.: Колос, 1983. – 253 с.

16. Методы почвенной микробиологии и биохимии / под ред. Д. Г. Звягинцева. – М.: МГУ, 1980. – 320 с.

17. Методические рекомендации по определению естественной резистентности сельскохозяйственных животных утв. Гл. упр. ветеринар. М-ва с.-х. и прод. Респ. Беларусь 16.02.2005 г. – Минск, 2005. – 8 с.

18. Тюрин, Ю. Н. Статистический анализ данных на компьютере / Ю. Н. Тюрин, А. А. Макаров. – М.: ИНФА-М, 1998. – 544 с.

PROBIOTIC PREPARATION FOR PREVENTION AND TREATMENT OF BACTERIAL DISEASES OF COMMERCIALY VALUABLE FISH SPECIES

*N. V. SVERCHKOVA¹, T. V. ROMANOVSKAYA¹, N. V. EVSEGNEEVA¹, G. V. ZHUK,
E. I. KALAMIYETS¹, V. YU. AGEETS², S. M. DEGTYARIK²*

*¹Institute of Microbiology, National Academy of Sciences, Minsk, Belarus,
microbio@mbio.bas-net.by*

*²Institute of Fishery, National Academy of Sciences, Minsk, Belarus,
belniirh@tut.by*

Elaborated pilot-plant technology of production and application of probiotic preparation for prevention and treatment of fish bacterial diseases is based on strain of bacteria *Bacillus amyloliquefaciens* 2 displaying antagonistic activity against strict and opportunistic pathogens of genera *Aeromonas*, *Pseudomonas*, *Sphingobacterium*. Test batch of probiotic was manufactured and studies were conducted to evaluate its effect on fish species.

Поступила в редакцию 10.05.2018 г.