

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЫБОВОДСТВА

УДК 628.357.3:66.067.9

БИОЛОГИЧЕСКИЙ СПОСОБ ОЧИСТКИ ЗАГРЯЗНЕННЫХ ВОД, ОТВОДИМЫХ С РЫБОВОДНЫХ ХОЗЯЙСТВ В ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ

*В. Ю. Агеец¹, Г. П. Воронова¹, Э. И. Колomieц², Н. В. Сверчкова²,
Т. В. Петрашевская¹, И. В. Проскурина², Б. В. Адамович³*

¹*РУП «Институт рыбного хозяйства» 220024, Беларусь, г. Минск,
ул. Стебенева, 22, e-mail: belniirh@tut.by*

²*Институт Микробиологии НАН Беларуси, Минск, Беларусь,
e-mail: microbio@mbio.bas-net.by*

³*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь,
email: lakes@bsu.by*

BIOLOGICAL METHOD OF PURIFYING THE CONTAMINATED WATERS DIVERTED FROM FISH BREEDING FARMS INTO WATER

*V. Y. Ageyets¹, G. P. Voronova¹, E. I. Kolomiec², N. V. Sverchkova²,
T. V. Petrasheuskaya¹, I. V. Proskyrina², B. V. Adamovich³*

¹*RUE «Fish industry institute», 220024, Minsk, Stebenev str., 22, Belarus,
belniirh@tut.by*

²*Institute of microbiology of NAN of Belarus, Minsk, Belarus,
microbio@mbio.bas-net.by*

³*Belarussian State University, Minsk, Belarus, email: lakes@bsu.by*

Резюме. Предложен биологический способ очистки отводимой с рыбоводных хозяйств загрязненной воды за счет использования микробного препарата «Биовир».

Ключевые слова: микробный препарат, рыбоводные пруды, способ очистки загрязненных вод.

Resume. There is suggested biological method of purifying the contaminated water diverted from fish breeding farms by means of applying microbial substance «Biovir».

Key words: microbial substance, fish breeding ponds, method of purifying contaminated waters.

Введение. Основное производство рыбы в республике (более 80%) осуществляется в прудовых хозяйствах. В основном оно базируется на применении интенсивных технологий, что в конечном итоге приводит к ухудшению среды выращивания рыбы и увеличению объема сточных вод, сбрасываемых с прудов в водные объекты [1]. В последние годы во всем мире идет процесс регулирования как национальных, так и транснациональных правовых актов, ставящих своей целью снизить нагрузку производственной, в том числе и рыбохозяйственной деятельности на природные водоемы [2,3,4,5].

Влияние рыбохозяйственной деятельности человека на естественные водоемы может осуществляться по четырем основным направлениям, а именно, привнесением в природные воды:

- патогенных бактерий, вирусов и паразитов;
- препаратов, используемых в ветеринарных мероприятиях;
- остатков пищи и экскриментов рыб;
- минеральных и органических веществ, используемых для повышения продуктивности рыбоводных прудов.

Для Беларуси, где подавляющее большинство рыбной продукции производится с применением органо-минеральных удобрений и концентрированных кормов, на первый план выходят два последних направления, то есть обогащение вод водоприемников не утилизируемыми и экспортированными из прудов остатками кормов и удобрений. Принимая во внимание, что в открытые водотоки республики ежегодно из рыбоводных прудов поступает до 200 млн. м³ отработанной, загрязненной воды, что составляет 35% от суммарного годового потребления [1] актуальным становится разработка способа очистки отводимой воды с рыбоводных прудов.

Цель настоящей работы - улучшить качество воды, отводимой с рыбоводных прудов за счет использования биологического препарата «Биовир», путем минимизации загрязнения воды в рыбоводных прудах при выращивании рыбы.

Материалы и методы исследований. Испытание эффективности действия препарата, состоящего из консорциума бактерий родов *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Rhodococcus*, на качество отработанной прудовой воды проводили в 2015 г. на 10 малых прудах (0,24 га каждый) рыбхоза «Вилейка» Минской области, используемых под товарное выращивание рыбы.

В пруды в течение сезона в разные сроки вносили от 0,5 до 3,0 л/га препарата. Всего 4,5 л/га за сезон, оптимальная доза которого была установлена нами в модельных опытах [6]. Действие препарата оценивали как в неудобряемых, так и удобряемых азотом и фосфором прудах (таблица 1). Удобрения вносили по биологической потребности исходя из развития водорослей и прозрачности воды в прудах. При прозрачности воды меньше 1/3 глубины пруда минеральные удобрения не вносили.

Пруды зарыбляли годовиком карпа и белого амура из расчета 1,15 тыс. экз/га. Рыбу кормили комбикормом к-111. Вегетационный период выращивания рыбы составлял 180 суток.

Таблица 1 – Схема внесения микробного препарата в рыбоводные пруды

Вариант	Внесение препарата, л/га					Всего л/га
	май	июнь	июль	август	сентябрь	
1	0,5	0,5	0,5	3,0	-	4,5
2*	0,5	0,5	0,5	3,0	-	4,5
3	3,0	0,5	0,5	0,5	-	4,5
4*	3,0	0,5	0,5	0,5	-	4,5
5 (контроль)	-	-	-	-	-	-

Примечание: *пруды не удобряли азотно-фосфорными удобрениями.

Результаты и их обсуждение. Внесение в пруды препарата «Биовир» в концентрации 4,5 л/га за сезон не оказывало отрицательного влияния на гидрохимический режим прудов. В целом он был благоприятным для выращивания рыбы. Основные гидрохимические показатели: содержание в воде кислорода, рН среды, минеральных форм азота и фосфора,

перманганатной окисляемости находились в пределах норматива для летних карповых прудов (таблица 2) [7].

Таблица 2 – Основные показатели гидрохимического режима рыбоводных прудов рыбхоза "Вилейка" при использовании микробного препарата «Биовир»

Показатели	Вариант				
	1	2*	3	4*	5(контроль)
Кислород растворенный, мг/л	10,89	9,64	12,05	11,42	10,52
Водородный показатель (рН)	8,68	8,28	8,84	8,61	8,31
Диоксид углерода, мг/л	0,31	1,38	0,18	0,09	0,30
Гидрокарбонаты, мг/л	123,90	131,60	122,75	132,70	142,30
Нитраты, мгN/л	0,14	0,14	0,12	0,12	0,13
Аммонийный азот, мгN/л	0,58	0,55	0,49	0,47	0,49
Фосфор минеральный, мгP/л	0,15	0,12	0,15	0,07	0,07
Окисляемость перманганатная, мгО/л	25,22	23,66	23,75	24,7	22,85
Взвешенные вещества, мг/л	69,97	73,61	65,05	24,56	39,44

Примечание: *пруды без удобрений

При использовании препарата отмечено значительное снижение взвешенных веществ в группе прудов 4 варианта, где препарат вносили по схеме 3:0,5:0,5:0,5 л/га и, где не было дополнительного притока в экосистему биогенов, в виде азотно-фосфорных удобрений. Содержание взвешенных веществ в этой группе прудов по сравнению с контрольными снизилось в 1,6 раза, а по сравнению с аналогичными неудобряемыми прудами 2 варианта, где микробный препарат вносили по схеме 0,5:0,5:0,5:3,0 л/га в 3,0 раза (таблица 2).

Взвешенное вещество в прудах в основном представлено органической фракцией - сестоном (фито-, зоопланктоном и аборигенной микрофлорой). Внесение в начале сезона в неудобряемые пруды максимальной дозы препарата (3л/га) приводило к интенсивной утилизации интродуцированной микрофлорой препарата биогенов (азота и фосфора), необходимых для развития первичного звена, что привело к резкому снижению как биомассы фитопланктона, так и

последующих звеньев пищевой цепи (вариант 4, таблица 3). В этой группе прудов по сравнению с контролем биомасса фитопланктона уменьшилась в 1,9 раза, бактериопланктона в 1,6, зоопланктона в 1,8 раза.

Таблица 3 – Количественные развитие гидробионтов в рыбоводных прудах при внесении микробного препарата «Биовир»

Вариант	Доза препарата, л/га	Фито-планктон		Бактерио-планктон		Зоо-планктон		Рыбо-продуктивность, ц/га
		В**, г/м ³	Р***, г/м ³	В, г/м ³	Р, г/м ³	В, г/м ³	Р, г/м ³	
1	0,5:0,5:0,5:3,0	24,47	11,74	3,90	1,86	13,34	1,76	5,96
2*	0,5:0,5:0,5:3,0	19,28	10,60	3,60	1,81	13,63	1,95	6,17
3	3,0:0,5:0,5:0,5	21,62	11,02	3,90	1,99	7,69	1,11	3,61
4*	3,0:0,5:0,5:0,5	7,79	7,19	2,50	1,27	3,52	0,57	3,93
5 контроль	-	14,58	9,33	3,90	1,97	6,19	0,85	3,24

Примечания: *пруды без удобрения, **В-биомасса, ***Р-суточная продукция

В то же время внесение препарата в аналогичные пруды по схеме 0,5:0,5:0,5:3,0 л/га интенсифицировало процессы, протекающие в экосистеме пруда, способствовало стимуляции развития планктонных организмов в том числе и рыбы (вариант 2, таблица 3).

Анализ качества воды в прудах, проведенный за сутки перед их спуском показал, что вода только в неудобряемых прудах, в которые весной вносили основную дозу препарата (3 л/га), а затем поддерживающие дозы (по 0,5 л/га) по всем 7 показателям соответствовала качеству отводимой воды с рыбоводных прудов (вариант 4, таблица 4) [8].

В этой группе прудов (4 вариант, таблица 4) выявлено снижение в воде взвешенных веществ по сравнению с контролем в 2,4 раза, органического загрязнения (ХПК) в 1,6 раза, а по отношению к допустимым значениям, соответственно, в 1,2 и 2,0 раза. В остальных группах прудов при внесении микробного препарата, так же как и в контрольных прудах было отмечено

превышение взвешенных веществ в воде по сравнению с допустимыми значениями в 2,0-2,6 раза.

Таблица 4 – Концентрация загрязняющих веществ в составе сточных вод, сбрасываемых с рыбоводных прудов за сутки до облова рыбы, при использовании препарата «Биовир»

Загрязняющие вещества	Вариант					Допустимые значения не более
	1 0,5:0,5: 0,5:3,0 л/га	2* 0,5:0,5: 0,5:3,0 л/га	3 3,0:0,5: 0,5:0,5 л/га	4* 3,0:0,5: 0,5:0,5 л/га	5 (конт- роль)	
Бихроматная окисляемость (ХПК), мг О/л	106,2	46,4	68,0	49,6	79,2	100,0
БПК ₅ , мг О ₂ /л*	6,6	11,6	7,2	8,3	7,9	20,0
Взвешенные вещества, мг/л	72,5	86,7	66,0	27,0	66,0	33,0
Аммоний-ион, мг N/л	0,4	0,8	0,5	0,7	0,8	1,0
Нитрат-ион, мг N/л	0,14	0,14	0,13	0,13	0,17	3,0
Нитрит-ион, мг N/л	0,002	0,002	0,002	0,002	0,004	0,2
Фосфор общий, мг/л	0,243	0,147	0,165	0,095	0,095	1,0

При использовании микробного препарата "Биовир" в загрязненных рыбоводных прудах в целях улучшения качества отводимой воды целесообразно в конце сезона за 10 дней до облова дополнительно провести известкование прудов из расчета 50 кг/га [1]. Это позволит снизить содержание минеральных взвешенных веществ в воде, уплотнить поверхностный слой грунта, что будет способствовать уменьшению загрязнения открытых водотоков взвешенными минеральными и органическими веществами.

Заключение. Предложен биологический способ очистки загрязненной воды, отводимой с рыбоводных хозяйств, за счет использования микробного препарата «Биовир». Установлено, что применение препарата в рыбоводных прудах один раз в месяц в течение мая-августа из расчета 3,0 : 0,5 : 0,5 : 0,5 л/га снижает риск загрязнения открытых водоемов взвешенными веществами в 2,4 раза, органическим веществом (ХПК) в 1,6 раза.

Препарат рекомендуется применять в рыбоводных прудах, отличающихся значительными иловыми отложениями, чрезмерным развитием водорослей (более 80 мг/л), низкой прозрачностью воды (меньше 1/3 глубины пруда), дефицитом кислорода в летние месяцы в предутренние часы (менее 2 мг/л), предзаморными ситуациями.

Список используемых источников

1. Химический и биологический сток из рыбоводных прудов в открытые водотоки / И. Т. Астапович [и др.] // Рыбохозяйственное использование водоемов БССР / под ред. Н. П. Донского. – Минск, 1988. – С. 98–101.

2. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council : establishing a framework for Community action in the field of water policy of 23 October 2000 // *Offic. J. of the Europ. Communities.* – 2000. – L. 327. – P. 1–72.

3. Convention on biological diversity : concluded at Rio de Janeiro on 5 June 1992. – New York : United Nations, 1992. – 28 p.

4. The scientific principles underlying the monitoring of the environmental impact of aquaculture / T. F. Fernandes [et al.] // *J. of Applied Ichthyology.* – 2001. – Vol. 17, № 4. – P. 181–193.

5. Management to minimize the environmental impacts of pond effluent: Harvest draining techniques and effluent quality / C. K. Lin [et al.] // *Aquacultural Engineering.* – 2001. – Vol. 25, № 2. – P. 125–135.

6. Использование микробного препарата для очистки воды в рыбоводных прудах / В. Ю. Агеец [и др.] // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. науч. тр. / Ин-т рыб. хоз-ва, Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству. – Минск, 2015. – Вып. 31. – С. 209–221.

7. Вода рыбоводческих прудов. Требования : СТБ 1943-2009. – Введ. 01.08.09. – Минск : БелГИСС, 2009. – 10 с.

8. Охрана окружающей среды и природопользования. Порядок установления нормативов допустимых сбросов химических и иных веществ в составе сточных вод : ТКП 17.06-08-2012 (02120). – Введ. 01.01.13. – Минск : Минприроды, 2012. – 69 с.