

# ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЫБОВОДСТВА

УДК 628.357.3:66.067.9

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

*В. Ю. Агеец<sup>1</sup>, Г. П. Воронова<sup>1</sup>, Э. И. Колomieц<sup>2</sup>, Н. В. Сверчкова<sup>2</sup>,  
Т. В. Петрашевская<sup>1</sup>, И. В. Проскурина<sup>2</sup>, Б. В. Адамович<sup>3</sup>*

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

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

<sup>3</sup>*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. Ageyets<sup>1</sup>, G. P. Voronova<sup>1</sup>, E. I. Kolomiec<sup>2</sup>, N. V. Sverchkova<sup>2</sup>,  
T. V. Petrasheuskaya<sup>1</sup>, I. V. Proskyrina<sup>2</sup>, B. V. Adamovich<sup>3</sup>*

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

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

<sup>3</sup>*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. м<sup>3</sup> 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 <sup>3</sup>	Р***, г/м <sup>3</sup>	В, г/м <sup>3</sup>	Р, г/м <sup>3</sup>	В, г/м <sup>3</sup>	Р, г/м <sup>3</sup>	
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 <sub>5</sub> , мг О <sub>2</sub> /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.