

БИОЛОГИЧЕСКАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОБНОГО УДОБРЕНИЯ БАКТОФИШ В РЫБОВОДНЫХ ПРУДАХ

Г.П. ВОРОНОВА¹, О.М. ТАВРЫКИНА¹, З.М. АЛЕЩЕНКОВА²,
Г.В. САФРОНОВА², С.И. РАКАЧ¹, И.А. САВЧЕНКО¹, Д.С. ПАВЛОВИЧ¹.

1. РУП «Институт рыбного хозяйства», 220024, г.Минск, ул. Стебенева, 22, www.belniirh.by

2. Институт микробиологии НАН Беларуси, 220141, г.Минск, ул.Академика Купревича, 2,
www.mbio.bas-net.by

BIOLOGICAL AND ECONOMIC EFFICIENCY OF THE APPLICATION OF MICROBIAL FERTILIZER BAKTOFISH IN FISHING PONDS

G. VORONOVA¹, O. TAVRYKINA¹, Z. ALESCHENKOVA²,
G. SAFRONOV², S. RAKACH¹, I. SAVCHENKO¹, D. PAVLOVICH¹.

1. RUE «Fish Industry Institute», 220024, Minsk, Stebeneva Str., 22, www.belniirh.by

2. Institute of Microbiology, National Academy of Sciences of Belarus, 220141, Minsk, Akademik
Kuprevich St., 2, www.mbio.bas-net.by

Аннотация. Показана эффективность применения микробного удобрения БактоФиш в выростных прудах, способствующего обогащению водной среды биогенами, увеличению естественной рыбопродуктивности и снижению себестоимости сеголетков на 4% .

Ключевые слова: Выростные производственные пруды, микробное удобрение БактоФиш, биогены, азот, фосфор, естественная рыбопродуктивность, себестоимость, экономическая эффективность.

Abstract. The efficiency of the microbial fertilizer BaktoFish in nursery ponds are presented. Microbial fertilizer application leads to enrichment of the aquatic environment with nutrients, an increase in natural fish productivity and a reduction in the cost price of young carp at 4,0%.

Keywords: Nursery production ponds, BaktoFish microbial fertilizer, nutrients, nitrogen, phosphorus, natural fish productivity, cost price, economic efficiency.

Введение. В настоящее время в рыбоводстве актуальным становится использование в качестве удобрений экологически безопасных бактериальных препаратов, созданных на основе природных штаммов азотфиксирующих и фосфатмобилизирующих бактерий. Их применение, как альтернативы минеральным удобрениям, не приводит к накоплению труднорастворимых минеральных соединений в водоемах, что является необходимым условием

высокоэффективного производства. Как показали исследования, проведенные в Беларуси и Украине, внесение биоудобрений в рыбоводные пруды положительно влияет на выживаемость и продукцию рыб, при этом достигается экономия минеральных удобрений [1,2,3]. Обладая пролонгированным действием, они эффективно утилизируются в экосистеме пруда, не создавая угрозы биогенного загрязнения.

Целью исследований является оценка биологической и экономической эффективности применения комплексного микробного удобрения БактоФиш в рыбоводных прудах, обладающего азотфиксирующим и фосформобилизующим действием.

Материал и методика исследований. Исследования проводились на производственных выростных прудах рыбхоза «Белое» расположенного в третьей зоне рыбоводства Беларуси в 2018 г. Нормы внесения микробного удобрения БактоФиш были отработаны ранее на экспериментальных прудах [4].

Влияние микробного удобрения на экосистему производственных выростных прудов рыбхоза «Белое» изучали при внесении по воде одноразово из расчета 2 л/га, совместно с перепревшим навозом из расчета 3 т/га. В ходе опытов были определены гидрохимический режим, кормовая база и рыбопродуктивность производственных выростных прудов.

Результаты исследований и их обсуждение. Исследования показали, что при использовании микробного удобрения основные показатели газового режима были в пределах норматива для летних карповых прудов [5]. Содержание в воде растворенного кислорода в среднем за сезон находилось на уровне 6,9 - 7,0 мгО₂/л, водородный показатель был в пределах 7,61- 7,70 ед. (табл. 1). Отмеченное снижение в воде кислорода в прудах до 2,0 мг/л в 3-ей декаде июля независимо от применения микробного удобрения было вызвано высокой температурой воды – до 25,6-27,2 °С. Известно, что с повышением температуры насыщение воды кислородом снижается, как за счет уменьшения диффузии атмосферного кислорода в воде, так и за счет увеличения скорости метаболизма водными организмами, приводящими к истощению запасов кислорода в водной среде [6].

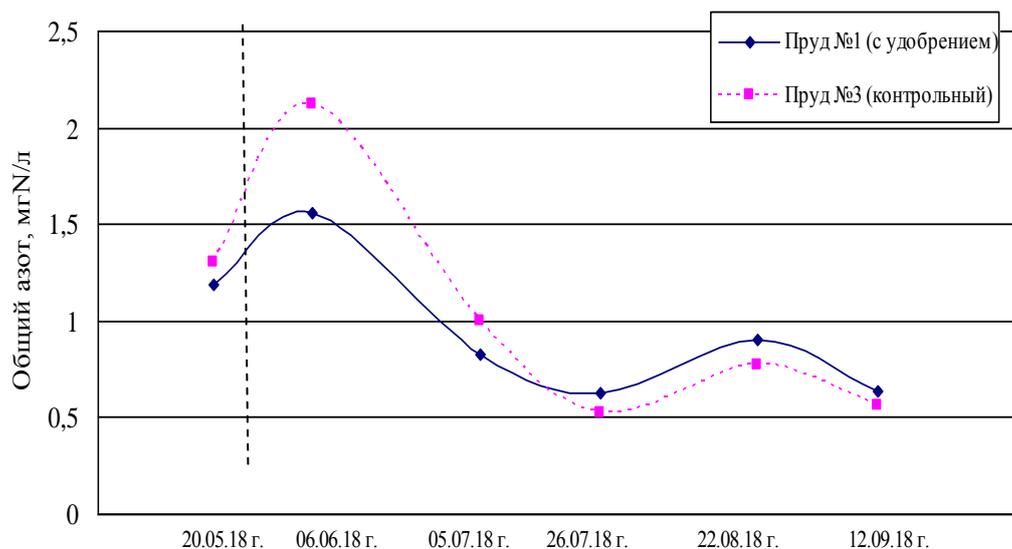
Исследованиями выявлено положительное влияние микробного удобрения на процессы обогащения водной среды фосфором. При использовании микробного удобрения совместно с навозом содержание общего фосфора в воде по сравнению с контролем увеличилось в среднем за сезон на 8% (с 0,130 до 0,140 мгР/л), фосфатов – на 50% (с 0,080 до 0,120 мгР/л). Усвояемые растениями минеральные формы фосфора составляли от 14 до 62%

общего фосфора в воде. Содержание минеральных форм азота в обоих прудах было в пределах 1,0 мгN/л (табл. 1).

Таблица 1.– Гидрохимический режим производственных прудов рыбхоза «Белое» при применении микробного удобрения БактоФиш, 2018 г (средние показатели)

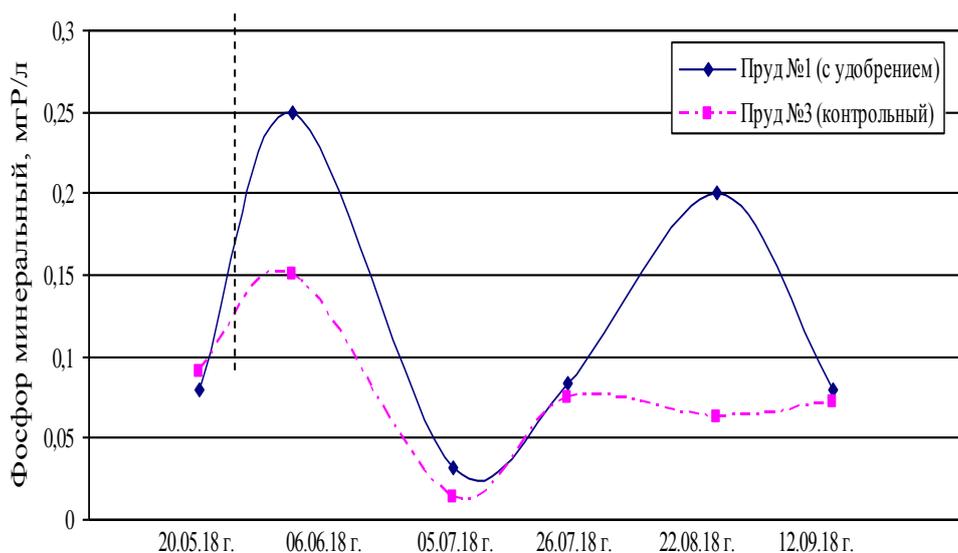
№ п/п	Показатели	Пруд «Белое»	
		Гулевичи-1 БактоФиш+навоз	Гулевичи-3 (контроль)
1.	Кислород растворенный, мгO ₂ /л	7,00	6,95
2.	Насыщение кислородом, %	71	78
3.	Водородный показатель, рН	7,61	7,70
4.	Свободная углекислота, мг/л	3,44	6,99
5.	Гидрокарбонаты, мг/л	1,69	2,62
6.	Температура, °С	20,9	20,7
7.	Прозрачность, м	0,43	0,53
8.	Аммонийный азот, мгN/л	0,66	0,62
9.	Нитраты, мгN/л	0,30	0,42
10.	Нитриты, мгN/л	0,007	0,004
11.	Фосфор минеральный, мгP/л	0,120	0,080
12.	Фосфор общий, мгP/л	0,140	0,130
13.	Хлориды, мг/л	46,7	47,9
14.	Кальций, мг/л	45,0	49,0
15.	Магний, мг/л	16,0	9,0
16.	Общая жесткость, мг-экв/л	3,6	3,2
17.	Железо общее, мг/л	0,19	0,19
18.	Окисляемость перманганатная, мгO/л	14,9	14,0

Динамика минеральных форм азота и фосфора в воде прудов зависела как от вносимых удобрений, так и от потребления биогенов высшей водной растительностью и фитопланктоном. Наибольшее накопление минерального азота и фосфатов в воде наблюдалось весной – 1,5-2,1 мгN/л и 0,15-0,25 мгP/л и, в период внесения удобрений и незначительного развития фитопланктона в прудах. Дальнейшее развитие высшей водной растительности и фитопланктона в прудах приводило к снижению биогенов в воде (рис. 1,2).



— Внесено бактериальное удобрение

Рисунок.1. – Динамика содержания общего азота в воде производственных прудов рыбхоза «Белое», 2018 г



— Внесено бактериальное удобрение

Рисунок.2 . – Динамика содержания минерального фосфора в воде опытных прудов рыбхоза «Белое», 2018 г

Применение микробного удобрения оказало положительное влияние на кормовую базу и естественную рыбопродуктивность прудов. Использование его совместно с перепревшим навозом способствовало увеличению биомассы микрофлоры в 1,1 раза; фитопланктона в 1,4; зоопланктона в 3,4 раза (табл.2).

В таксономической структуре фитопланктона в обоих прудах преобладали синезеленые водоросли (до 52%).

Таблица 2. – Количественное развитие и продукция гидробионтов в производственных прудах «Белое» при использовании микробного удобрения, 2018 г.

Рыбхоз, № пруда	Вид удобрений, доза внесения, л/га	Бактериопланктон		Фитопланктон		Зоопланктон		Зообентос	
		Биомасса (В), г/м ³	Продукция за сутки (Р), г/м ³	Биомасса (В), г/м ³	Продукция за сутки (Р), г/м ³	Биомасса (В), г/м ³	Продукция за сутки (Р), г/м ³	Биомасса (В), г/м ²	Продукция за сутки (Р), г/м ²
«Белое», Гулевичи -1	БактоФиш + навоз	1,92	1,34	11,98	8,62	10,72	1,20	0,16	0,007
Гулевичи -3 (К)	навоз	1,67	1,24	8,54	7,34	3,20	0,37	0,32	0,013

Примечание: К – контроль.

Биомассу зоопланктона в прудах в основном формировали копеподы (56,9-70,2%). Доля коловраток не превышала 7%.

В макрозообентосе производственных прудов доминировали хирономиды. Из-за пресса со стороны рыбы в обоих прудах наблюдалось снижение биомассы бентоса до нуля, начиная с последней декады июля.

Естественная рыбопродуктивность по карпу в производственных прудах, рассчитанная с учетом биомассы зоопланктона и бентоса [7] при использовании микробного удобрения составила 246,5 кг/га, в то время как в контрольных прудах она была в 2,7 раза ниже (табл. 3). Известно, что нормативная естественная рыбопродуктивность для высокопродуктивных прудов, расположенных на черноземах в 3-ей зоне рыбоводства за счет использования азотно-фосфорных удобрений составляет 280 кг/га [8]. Изученные производственные пруды, расположены на песках с низким содержанием гумуса, относятся к малопродуктивным. Для них нормальная естественная рыбопродуктивность не превышает 168 кг/га. Применение микробного удобрения совместно с навозом позволило увеличить нормативную естественную рыбопродуктивность на 46,7% (от 168 кг/га до 246,5 кг/га).

Таблица 3. – Естественная рыбопродуктивность производственных прудов «Белое» при внесении микробного удобрения БактоФиш, 2018 г.

Рыбхоз, № пруда	Вид удобрений, доза внесения, л/га	Естественная рыбопродуктивность по карпу, кг/га
«Белое», Гулевичи -1	БактоФиш + навоз	246,5
Гулевичи -3 (К)	навоз	91,9

Оценка питания сеголетков карпа в летний период выращивания (июль-август) показала, что индекс наполнения кишечника сеголетков карпа был средний и находился в пределах 381,3-396,1‰ (табл.4). Пищевой комок в основном состоял из естественной пищи: зоопланктона, зообентоса, водорослей, детрита. Низкий процент детрита в кишечниках сеголетков карпа (5,9-14,4%) свидетельствует о хорошей обеспеченности их как естественной, так и искусственной пищей, что положительно отразилось на росте рыбы. На период 2-ой декады августа масса сеголетков карпа при использовании микробного удобрения в среднем на 22% превышала аналогичную в контрольном пруду. Прирост сеголетков карпа в прудах в летние месяцы в основном осуществлялся за счет потребления естественной пищи. В пруду, где применяли бактериальное удобрение, доля естественной пищи в рационе сеголетков по сравнению с контрольным прудом возросла на 146%, а среднесуточный прирост карпа увеличивался на 20% (табл. 5).

Анализ рыбоводных данных показал, что, наряду с применением микробного удобрения, на общую рыбопродуктивность прудов значительное влияние оказывало соблюдение технологии выращивания рыбы.

Одноразовое применение микробного удобрения из расчета 2 л/га совместно с навозом (3 т/га) в производственном пруду Гулевичи-1 рыбхоза «Белое» способствовало увеличению рыбопродуктивности по сравнению с контрольным прудом Гулевичи-3 на 4,7%, снижению кормовых затрат при кормлении сеголетков комбикормом К-110 на 5,5%, а по сравнению с нормативом на 9,0% (с 3,0 до 2,73 ед.) [9]. Ввиду слабой обеспеченности рыбхоза «Белое» комбикормом кормить сеголетков карпа закончили в 3-й декаде августа, в связи с чем к облову прудов, который проходил в 1-ой и 2-ой декадах ноября, масса сеголетков уменьшилась на 13-17% (с 23 г в августе до 19-20 г в ноябре) (табл. 6).

Несмотря на не соблюдение технологии выращивания сеголетков, которое имело место в рыбхозе (недокорм рыбы), исследования показали эффективность применения микробного удобрения БактоФиш для стимуляции развития кормовой базы и повышения естественной рыбопродуктивности прудов. Применение микробного удобрения способствовало увеличению естественной рыбопродуктивности прудов по отношению к базовой технологии на 168,0%, снижению затрат на применение минеральных удобрений на 50%.

По результатам испытаний рассчитаны экономические показатели эффективности применения микробного удобрения БактоФиш на выростных прудах первого порядка в рыбхозе «Белое».

Себестоимость сеголетков карпа при использовании микробного удобрения БактоФиш составила 3,34 руб/кг, что было на 4% меньше, чем при выращивании рыбы по традиционной технологии (табл. 7). Экономический эффект, рассчитанный по разнице в себестоимости выращенных сеголетков в рыбхозе «Белое» составил 14 руб./ц на 1 ц выращенной рыбы.

Таблица 4. – Показатели интенсивности питания сеголетков карпа в производственных прудах рыбхоза «Белое» при внесении микробного удобрения БактоФиш, средние данные за июль-август 2018 г.

Рыбхоз, № пруда	Вид удобрений	Средняя масса сеголетков (W), г	Масс пищевого комка (m), г	Индекс наполнения кишечника, ‰	Состав пищевого комка, %				
					зоопланктон	зообентос	водоросли	детрит	комбикорм, зерно
«Белое», Гулевичи -1	БактоФиш + навоз	20,0	0,508	396,1	54,8	13,9	25,4	5,9	-
«Белое», Гулевичи -3 (контроль)	навоз	16,4	0,446	381,3	40,9	0,9	10,6	14,4	33,2

Таблица 5. – Темп роста и пищевые потребности сеголетков карпа в производственных прудах рыбхоза «Белое» при использовании микробного удобрения БактоФиш, средние данные за июль-август 2018 г.

Рыбхоз, № пруда	Вид удобрений	Средняя масса сеголетков (W), ккал	Среднесуточный прирост (P), ккал	Среднесуточные траты на обмен (R), ккал	Среднесуточный рацион (C), ккал	Естественная пища в рационе (N), ккал	N/C, %
«Белое», Гулевичи -1	БактоФиш + навоз	20,0	0,272	3,199	4,340	0,369	14,8
«Белое», Гулевичи -3 (контроль)	навоз	16,4	0,226	2,741	3,709	0,210	6,0

Таблица 6. – Рыбопродуктивность производственных выростных прудов 1-го порядка рыбхоза «Белое» при использовании комплексного микробного удобрения БактоФиш, 2018 г.

Рыбхоз, № пруда	Вид удобрения	Вид рыбы	Плотность посадки, экз/га	Выход, с га				Рыбопродук- тивность, кг/га	Затраты корма	
				%	тыс.экз.	Рыбопродук- ция, кг	Сред. масса рыбы, г		кг	ед.
«Белое», Гулевичи -1	БактоФиш + навоз	каarp	42,8	58,9	25,12	478,5	19,0	478,5	1307,0	2,73
«Белое», Гулевичи -3 (К)	навоз	каarp	42,8	53,3	22,8	457,1	20,0	457,1	1321,0	2,89

Таблица 7. – Показатели рыбоводной и экономической эффективности выращивания сеголетков при использовании микробного удобрения БактоФиш, 2018 г.

Показатели	Единица измерения	Технология применения микробного удобрения БактоФиш	
		рыбхоз «Белое»	
		новая	базовая
Общая рыбопродуктивность	ц/га	4,79	4,57
Себестоимость рыбы	руб./ц	334	348
Экономический эффект	руб./ц	14	-

Заклучение

Показана эффе́ктивность применения микробного удобрения БактоФиш в выростных прудах в концентрации 2 л/га за сезон совместно с органическим удобрением в виде перепревшего навоза. Выявлено положительное влияние микробного удобрения на обогащение водной среды фосфатами.

Установлено положительное влияние БактоФиш на кормовую базу и естественную рыбопродуктивность прудов. Естественная рыбопродуктивность по сравнению с контрольным прудом увеличилась в 2,7 раза, общая рыбопродуктивность в 1,1 раза. Себестоимость сеголетков снижена на 4%.

Рассчитан экономический эффект применения микробного удобрения в выростных прудах, который составил 14 руб на 1 ц выращиваний рыбы.

Список использованных источников

1. Базаева, А. В. Рыбопродуктивность прудов при использовании фосформобилизирующего бактериального удобрения полимиксобактерина / А. В. Базаева, Н. И. Вовк // Аквакультура Центральной и Восточной Европы: настоящее и будущее : II съезд NACEE (Сети Центров по аквакультуре в Центр. и Вост. Европе) и семинар о роли аквакультуры в развитии села, Кишинев, 17–19 окт. 2011 г. / Акад. наук Молдовы, М-во сел. хоз-ва и пищевой пром-сти Молдовы. – Кишинев, 2011. – С. 25–28.

2. Бактериальное удобрение для рыбоводного пруда : пат. ВУ 10942 / Э. К. Скурат, В. А. Сиволоцкая, Т. А. Говор, Р. Л. Асадчая. – Опубл. 30.08.2008.

3. Продуктивність вирощувальних ставів при застосуванні бактеріального добрива «Фосфобактерин» / Т. В. Григоренко [та ін.] // Рибогосп. наука України. – 2017. – № 3. – С. 50–64.

4. Закономерности формирования естественной продуктивности рыбоводных прудов при использовании комплексного микробного удобрения / Г. П. Воронова [и др.] // Инновационные решения для повышения эффективности аквакультуры : Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (Москва, 5 февр. 2019 г.) / Всерос. науч.-исслед. ин-т ирригац. рыбоводства [и др.]. – М., 2019. – Т. 1. – С. 75–82.

5. СТБ 1943-2009. Вода рыбоводческих прудов. Требования. – Введ. 11.02.09. – Минск : БелГИСС, 2009. – 10 с.

6. Хатчинсон, Д. Кислород в озерах / Д. Хатчинсон // Лимнология. Географические, физические и химические характеристики озер / Д. Хатчинсон ; сокращ. пер. с англ. Г. В. Цыцарина, Г. Г. Шинкар ; ред., авт. предисл. Л. Л. Россоломо. – М., 1969. – Гл. 5. – С. 249–313.

7. Ляхнович, В. П. Пути повышения рыбопродуктивности прудов Беларуси / В. П. Ляхнович // Селекция карпа и вопросы интенсификации

прудового рыбоводства / под ред. В. С. Кирпичникова. – Л., 1966. – С. 234–245. – (Известия Государственного научно-исследовательского института озерного и речного рыбного хозяйства ; т. 61).

8. Рыбоводно-биологические нормы для эксплуатации прудовых и садковых хозяйств Беларуси : утв. в 2008 г. / В. В. Кончиц [и др.] ; ред. В. В. Кончиц ; М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь [и др.]. – Минск : [б. и.], 2011. – 85 с.

9. Сборник нормативно-технологической документации по товарному рыбоводству : в 2 т. / Всесоюз. науч.-произв. об-ние по рыбоводству. – М. : Агропромиздат, 1986. – Т. 1. – 259 с.