



**В.Ю. Агеец<sup>1</sup>, Г.П. Воронова<sup>1</sup>, В.К. Дашкевич<sup>1</sup>, А.Г. Литвинова<sup>1</sup>,  
С.И. Ракач<sup>1</sup>, В.А. Хотин<sup>1</sup>, Э.И. Коломиец<sup>2</sup>, М.Н. Мандрик-Литвинкович<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр  
Национальной академии наук Беларуси по животноводству», Минск,  
Республика Беларусь*

*<sup>2</sup>ГНПО «Химический синтез и биотехнологии», Минск, Республика Беларусь*

## **ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЕСТЕСТВЕННОЙ КОРМОВОЙ БАЗЫ И РЫБОПРОДУКТИВНОСТИ РЫБОВОДНЫХ ПРУДОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПРЕПАРАТА МИКРОБНОГО «БИОПРУД»**

**Аннотация.** Изучено влияние препарата микробного «Биопруд» на формирование естественной кормовой базы и рыбопродуктивность при разных сроках внесения по донным отложениям экспериментальных прудов.

Показано положительное влияние препарата на выход биогенов из донных отложений и показатели естественной и общей рыбопродуктивности нагульных прудов. Наибольший прирост товарной рыбы отмечен в группе прудов, где донные отложения обрабатывались препаратом с осени предыдущего года.

**Ключевые слова:** рыбоводные пруды, донные отложения, препарат микробный «Биопруд», рыбопродуктивность

**Uladzimir Yu. Aheyets<sup>1</sup>, Galina P. Voronova<sup>1</sup>, Viktor K. Dashkevich<sup>1</sup>,  
Anastasiya G. Litvinava<sup>1</sup>, Svetlana I. Rakach<sup>1</sup>, Vitaliy A. Khotin<sup>1</sup>, Emilia I.  
Kolomiets<sup>2</sup>, Marina N. Mandryk-Litvinkovich<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>RUE «Fish Industry Institute» of the RUE «Scientific and Practical Center of Belarus  
National Academy of Sciences for Animal Husbandry», Minsk, Republic of Belarus*

*<sup>2</sup>SNPO «Chemical Synthesis and Biotechnology», Minsk, Republic of Belarus*

## **NATURAL FOOD BASE AND FISH PRODUCTIVITY PATTERNS OF FORMATION IN FISH PONDS WHILE USING THE MICROBIAL PREPARATION “BIOPRUD”**

**Abstract.** The effect of the microbial preparation «Bioprud» on the formation of the natural food base and fish productivity was studied at different terms of introduction on bottom sediments of experimental ponds.



The preparation's positive effect on the outflow of nutrients from bottom sediments as well as indices of natural and total fish productivity of feeding ponds was shown. The greatest increase in marketable fish was noted in the group of ponds, where bottom sediments were treated with the preparation since the autumn of the previous year.

**Keywords:** fish ponds, bottom sediments, microbial preparation «Bioprud»

**Введение.** В формировании продуктивности рыбоводных прудов решающая роль принадлежит применению разнообразных средств интенсификации: плотностям посадки поликультуры выращиваемых рыб, комбикормам, органическим и минеральным удобрениям [1]. Воздействуя на среду обитания, они создают условия по увеличению естественной кормовой базы и рыбопродуктивности прудов. Биологическая продуктивность в значительной степени зависит также от качества грунтов, на которых расположены пруды, содержания в донных отложениях органического вещества и регенерации биогенов в водную среду [2].

Одним из перспективных направлений повышения естественной продуктивности прудов является применение микробных препаратов, созданных на основе природных штаммов бактерий, действие которых направлено на минерализацию органического вещества и высвобождение биогеенных элементов из донных отложений прудов и перевода их в доступную для дальнейшего усвоения форму.

Цель работы — изучить формирование естественной кормовой базы и рыбопродуктивности рыбоводных прудов при использовании препарата микробного «Биопруд».

**Материалы и методы исследований.** Исследование провели в 2021–2022 гг. на 6 экспериментальных прудах СПУ «Изобелино», Минской области, площадью по 0,07–0,08 га каждый, сгруппированных в 3 варианта опыта. Внесение препарата осуществляли в поверхностный слой донных отложений с последующей культивацией, в дозе 3 л/га, которая ранее была определена в модельных опытах [3].

Препарат вносили осенью предыдущего года (вариант 1) и в весенний период следующего (вариант 2), за 5 дней до залития прудов водой. Контролем служили пруды, в которые препарат не вносили (вариант 3).

Оценку регенерации биогенов из грунтов под воздействием микробного препарата проводили при выращивании товарной рыбы (3-х летков) в поликультуре, с общей плотностью посадки рыбы 1,48 тыс. экз./га. Кормление рыбы осуществляли в течение 45 суток в августе и сентябре ячменем и зерновыми отходами. Минеральные азотно-фосфорные удобрения вносили в пруды ограничено из расчета 40 % нормы (200 кг/га). В контрольные — полную норму удобрений — 500 кг/га.



Дополнительно во все пруды 3 раза за сезон вносили барду спиртовую из расчета разовой нормы 50 кг/га.

Вегетационный период выращивания рыбы составил 145 суток.

**Результаты исследований и обсуждение.** В ходе проведенных исследований установлено, что применение микробного препарата не оказывало отрицательного влияния на гидрохимический режим. Основные показатели газового режима (растворенный кислород, водородный показатель, углекислота, гидрокарбонаты) находились в пределах норматива для летних карповых прудов [4]. В среднем за вегетационный период концентрация растворенного в воде кислорода колебалась в пределах 7,54–8,82 мг/л, что соответствовало 73–85 % насыщения воды кислородом. Водородный показатель не превышал 8,52 единиц. Содержание углекислоты и гидрокарбонатов было в пределах допустимых значений. Из-за относительно небольшого развития водорослей прозрачность воды была в пределах 0,7–0,8 м (табл. 1).

*Таблица 1. Гидрохимический режим экспериментальных прудов СПУ «Изобелино» при использовании препарата микробного (средние за сезон данные), 2022 г.*

*Table 1. Hydrochemical regime of experimental fish ponds of SPU «Isobelino» when using the microbial preparation (season average), 2022*

Показатели	Варианты		
	1	2	3 (контроль)
Температура, °С	16,60	16,90	16,90
Кислород растворенный, мг/л	7,54	8,52	8,82
Насыщение кислородом, %	73,30	82,30	85,20
Водородный показатель, рН	7,92	8,30	8,52
Свободная углекислота, мг/л	17,45	17,60	22,40
Гидрокарбонаты, мг/л	228,20	231,80	219,10
Кальций, мг/л	66,0	63,0	63,0
Общая жесткость, мг-экв/л	4,42	4,35	4,30
Хлориды, мг/л	8,45	8,34	8,57
Железо общее, мг/л	0,04	0,04	0,04
Аммонийный азот, мг N/л	0,86	0,99	0,92
Нитраты, мг N/л	0,64	0,78	0,69
Нитриты, мг N/л	0,04	0,04	0,03
Аммиак, мг/л	0,01	0,06	0,08
Фосфор минеральный, мг P/л	0,11	0,05	0,05
Окисляемость перманганатная, мг O/л	13,27	12,29	13,54
Общая минерализация, мг/л	320,14	320,78	313,11

В сезонном аспекте наибольшее содержание общего азота в воде отмечалось на 5 и 35 день после залития прудов водой, фосфатов на 5, 35, 73 и 122 день (рис. 1, 2).

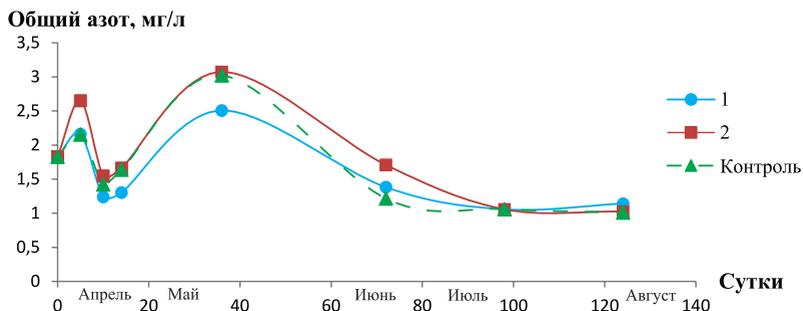


Рис. 1. Динамика минерального азота в воде экспериментальных прудов при использовании микробного препарата, 2022 г.

Fig. 1. Dynamics of mineral nitrogen in the water of experimental fish ponds when using the microbial preparation, 2022

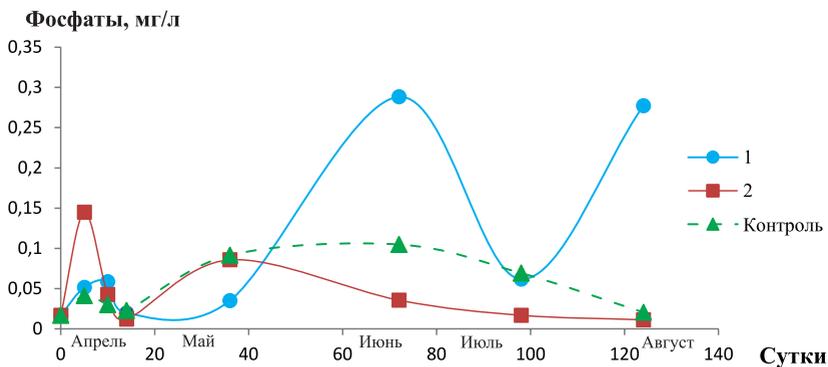


Рис. 2. Динамика фосфатов в воде экспериментальных прудов при использовании микробного препарата, 2022 г.

Fig. 2. Dynamics of phosphates in the water of experimental fish ponds when using the microbial preparation, 2022

Наиболее значительный размах колебаний концентрации фосфатов в воде отмечался в группе прудов первого варианта, где микробный препарат вносили в донные отложения с осени предыдущего года (рис. 2). В то время как содержание общего азота было больше в группе прудов второго варианта, где микробный препарат применяли весной те-



кущего года за 5 суток до заливания прудов водой (рис. 1). Известно, что между грунтами и водной средой в придонных слоях существует определенное равновесие. Минерализация органического вещества в донных отложениях сопровождается поступлением биогенов в почвенный раствор, а затем в водную среду. Одноразовая обработка донных отложений микробным препаратом усиливала регенерацию биогенов в водную среду на протяжении значительной части вегетационного сезона.

При выращивании товарной рыбы необходимым условием является обеспечение ее естественным кормом. Снижение доли естественной пищи в рационе 2-х и 3-х летков карпа меньше 10–15 %, комбикорм слабо усваивается, рыба плохо растет, идет перерасход комбикормов, снижается рыбопродуктивность. Основу естественной кормовой базы при выращивании карпа в поликультуре рыб наряду с зоопланктоном и зообентосом составляют фитопланктон, макрофиты и детрит.

Как показали исследования, биомасса фитопланктона опытных прудов при выращивании товарной рыбы при разреженных посадках и ограниченном кормлении зерном в исследуемый период была относительно невысокой. В течение сезона она колебалась от 1,55 до 10,09 мг/л, в среднем по вариантам составив от 3,88 до 6,18 мг/л (табл. 2). За сутки фитопланктоном продуцировалось от 1,55 до 2,47 мг/л сырой биомассы водорослей.

Основное участие в формировании биомассы фитопланктона принимали синезеленые водоросли, в среднем за сезон по вариантам они составляли 31,6–42,4 %. Доля зеленых водорослей в биомассе фитопланктона в среднем по вариантам не превышали 18,8 %.

Несмотря на то, что рыба была слабо обеспечена зерном и практически на протяжении сезона потребляла естественный корм, в прудах отмечена достаточно высокая биомасса зоопланктона, которая в среднем по вариантам, составила 4,60–6,36 г/м<sup>2</sup> (табл. 2). Наибольшие значения биомассы зоопланктона отмечены в группе опытных прудов 1 и 2 вариантов, где применяли микробный препарат. В прудах, где применяли препарат с осени предыдущего года, биомасса зоопланктона превышала аналогичную биомассу в контрольных прудах на 38 %.

В биомассе зоопланктона в основном доминировали кладоцеры 42,17–43,31 %, представленные как грубыми, так и тонкими фильтраторами из р. *Daphnia*, *Bosmina*, *Chydorus* и др. Доля копепод в биомассе составляла от 13,12 до 38,78 %, коловраток от 18,12 до 43,57 %. Отмечена высокая доля коловраток в группе контрольных прудов, биомасса кото-



рых в 1,5–2,4 раза превышала их содержание в опытных прудах. Достаточно высокая доля коловраток в прудах всех вариантов была вызвана с одной стороны внесением в пруды спиртовой барды, с другой поступлением органического вещества с экскрементами белого амура, плотность которого была увеличена по сравнению с нормативом на 33 %. Наличие мелкодисперсной фракции в сестоне приводило к развитию коловраток и тонких фильтраторов из рода *Bosmina*, *Chydorus* и др.

**Таблица 2. Естественная рыбопродуктивность, количественное развитие и продукция гидробионтов в опытных прудах при внесении микробного препарата «Биопруд»**

**Table 2. Natural fish productivity, quantity development and production of aquatic organisms in experimental fish ponds under introduction of the microbial preparation «Bioprud»**

Вариант	Фитопланктон		Зоопланктон		Макрозообентос		Естественная рыбопродуктивность кг/га
	Биомасса, г/м <sup>2</sup>	Продукция за сезон, г/м <sup>2</sup>	Биомасса, г/м <sup>2</sup>	Продукция за сезон, г/м <sup>2</sup>	Биомасса, г/м <sup>2</sup>	Продукция за сезон, г/м <sup>2</sup>	
1	3,88	224,75	6,36	146,45	0,17	1,42	166,91
2	4,54	263,90	5,04	129,05	0,16	1,74	152,15
3(контроль)	6,18	358,15	4,60	129,05	0,29	1,35	158,71

Наибольший пресс со стороны рыбы испытывал зообентос, средняя биомасса которого по вариантам составляла 0,16–0,28 г/м<sup>2</sup> (табл. 2). Активное потребление зообентоса привело к тому, что во многих прудах за отдельные даты в мае, июле и августе в пробах было отмечено полное отсутствие организмов макрозообентоса. Биомасса зообентоса в опытных прудах в основном была представлена личинками хирономид, ручейниками и моллюсками из класса брюхоногих.

Расчет продукции кормовых гидробионтов позволил оценить продукционные возможности экосистемы пруда, и, в частности, определить естественную рыбопродуктивность опытных прудов за вегетационный период [5]. С учетом коэффициентов потребления (0,4 для фитопланктона и 0,7 для зоопланктона и зообентоса) и кормовых коэффициентов (для фитопланктона — 50, зоопланктона — 7 и зообентоса — 6) расчетная естественная рыбопродуктивность составила в опытных прудах



1,58–1,67 ц/га. Применение микробного препарата «Биопруд» по донным отложениям с ограниченной дозой азотно-фосфорных удобрений (40 % нормы) способствовало поддержанию естественной рыбопродуктивности на уровне контрольных прудов, где минеральные удобрения вносили в полной мере, согласно нормативу (500 кг/га). В целом естественная рыбопродуктивность опытных прудов при использовании микробного препарата на 27–39 % превышала нормативные значения для второй зоны рыбоводства (1,2 ц/га) [6]. Следует отметить, что наибольшая естественная рыбопродуктивность (1,67 ц/га) наблюдалась в группе опытных прудов 1-ого варианта, где микробный препарат вносили по донным отложениям осенью предыдущего года (табл. 2).

Применение в рыбоводстве микробных препаратов оказывает положительное влияние не только на естественную рыбопродуктивность, но и на оздоровление среды обитания рыбы, предотвращает многие заболевания (например, такие бактериальные инфекции, как аэромоноз, и псевдомоноз). Микроорганизмы, входящие в состав препаратов, продуцируют антибиотики, фитогормоны, витамины группы В, широкий спектр ферментов и органических кислот. Ихтиопатологическое обследование рыб (3-х летков карпа, пестрого толстолобика и белого амура) показало, что рыба была клинически здорова. На поверхности тела, жабрах и плавниках видимых повреждений не выявлено, на вивисекции внутренние органы без изменений.

Коэффициент упитанности 3-х летков карпа при использовании микробного препарата находился в пределах 1,9–3,4 ед. Средняя масса рыбы составляла от 474 до 882 г при длине рыбы от рыла до конца чешуйчатого покрова 26–32 см.

Анализ рыбоводных данных показал, что применение комплексного микробного препарата «Биопруд» для регенерации биогеоценозов из донных отложений позволило увеличить рыбопродукцию опытных прудов по сравнению с контрольными прудами на 11–23 %, рыбопродуктивность, соответственно, на 17–42% (табл. 3). Наибольшая рыбопродукция (1171,5 кг/га) и рыбопродуктивность (812,5 кг/га) были отмечены в группе прудов, где донные отложения обрабатывались препаратом «Биопруд» с осени предыдущего года (вариант 1, табл. 3). При этом затраты корма составили 1,73 ед. и были снижены по сравнению с контролем на 29,7 %. Выращивание товарных трехлетков рыб в поликультуре при разреженных посадках (1483 экз./га) позволило обеспечить нормативный выход во всех группах прудов (92,5–100 %) при высоких



конечных навесках трехлетков белого амура (1,02–1,07 кг) и толстолобиков (1,3–1,9 кг), которые превышали норматив, соответственно, в 1,7–2,2 раза. Для подавления амуром высшей водной растительности (80–100 % зарастаемости водного зеркала пруда) кормление карпа зерном осуществляли с августа до середины сентября, что привело к более низким навескам 3-летков карпа (0,53–0,76 кг).

Таблица 3. Рыбопродуктивность прудов при использовании микробного препарата «Биопруд», 2022г.

Table 3. Fish productivity ponds when using the microbial preparation «Bioprud», 2022

Вариант	Сроки и нормы внесения микробного препарата, л/га	Вид рыбы	Плотность посадки, шт./га	Выход с га		Рыбопродуктивность, кг/га	Затраты корма, ед.
				Рыбопродукция, кг	средняя масса рыбы, г		
1	осень предыдущего года 3,0	карп	1191	832,7	758,0	583,2	1,73
		белый амур	200	192,7	1038,8	140,7	
		пестрый толстолобик	93	146,1	1675,0	88,6	
		<b>Итого</b>	<b>1483</b>	<b>1171,5+</b> <b>96,5</b>		<b>812,5+</b> <b>51,4</b>	
2	весна текущего года 3,0	карп	1191	681,1	574,2	413,1	2,22
		белый амур	200	205,6	1016,7	149,6	
		пестрый толстолобик	93	172,3	1857,2	110,8	
		<b>Итого</b>	<b>1483</b>	<b>1059,0+</b> <b>37,1</b>		<b>673,5+</b> <b>10,6</b>	
3	контроль -	карп	1191	611,4	532,2	352,4	2,46
		белый амур	200	215,1	1070,0	159,1	
		пестрый толстолобик	93	122,9	1286,2	61,4	
		<b>Итого</b>	<b>1483</b>	<b>949,4+</b> <b>110,7</b>		<b>572,8+</b> <b>78,2</b>	



Таким образом, анализ полученных рыбоводных данных показал, что лучшие рыбоводные результаты были получены при использовании препарата «Биопруд» по грунтам в осенний период из расчета 3,0 л/га, с внесением по воде в последующий год их использования ограниченной дозы минеральных удобрений (40 % нормы). При этом общая рыбопродуктивность прудов по сравнению с контрольными прудами увеличилась на 41 %, затраты кормов на прирост рыбы снизились на 29,7 %.

**Выводы.** Изучено влияние препарата микробного «Биопруд» на формирование естественной кормовой базы и рыбопродуктивность при разных сроках его внесения по донным отложениям экспериментальных нагульных прудов.

Показано, что обработка донных отложений препаратом «Биопруд» из расчета 3 л/га не оказывает отрицательного влияния на гидрохимический режим прудов.

Выявлено пролонгированное действие препарата на регенерацию биогенов из донных отложений на протяжении большей части вегетационного сезона. Отмечено увеличение содержания общего минерального азота в воде на 5 и 35 день; фосфатов на 5, 35, 72 и 122 день после залития прудов водой.

Определено развитие планктонных и бентосных организмов при использовании препарата микробного «Биопруд». Применение микробного препарата из расчета 3,0 л/га с ограниченной дозой азотно-фосфорных удобрений (не более 40 % от нормы) способствует достижению естественной рыбопродуктивности на уровне 1,58–1,67 ц/га, что превышает нормативные показатели на 32–39%.

Выявлено, что применение препарата микробного способствует оздоровлению выращиваемых рыб и поддержанию нормативной упитанности.

Установлено, что интродукция препарата микробного «Биопруд» в донные отложения увеличивает общую рыбопродукцию опытных прудов по сравнению с контрольными прудами на 11–23 %, рыбопродуктивность на 17–42 %, при снижении затрат кормов на прирост рыбы на 9,7–29,7 %. Наибольший прирост рыбы отмечен в группе прудов, где донные отложения обрабатывались препаратом с осени предыдущего года.

### **Список использованных источников**

1. Камлюк, Л.В. Закономерности функционирования зоопланктонного сообщества экосистем рыбоводных прудов :автореф. дис. ... д-ра биол.наук :



- 03.00.18/ Л.В. Камлюк ; Акад. наук Беларуси, Ин-т зоологии. — Минск, 1992. — 39 с.
2. Александрійская, А.В. Хімічны склад глебы прудов і іх звязь з прадукцыйнымі працэсамі ў ўмовах інтэнсіўнага рыбаводства : аўтарэф. дыс. ... канд. біол. навук :06.02.04/ А.В. Александрійская ; Калінінгр. тэх. ін-т рыб. прам-сці і хоз-ва. — Калінінград, 1974. — 33 с.
  3. К впрасу аб іспальзованні бактэрыяльнага консорціума для трансфармацыі біогенаў з глебоводных прудов / В.Ю. Агеец [і др.] // Мікробныя біатэхналогіі: фундаментальныя і прыкладныя аспекты : сб. науч. тр. / Нац. акад. навук Беларусі [і др.]. — Мінск, 2022. — Т. 14. — С. 209–221. <https://doi.org/10.47612/2226-3136-2022-14-209-221>
  4. Вода рыбаводчэских прудов. Трэбаванія : СТБ 1943-2009. — Введ. 01.08.09. — Мінск : Госстандарт, 2009. — 10 с.
  5. Морузі, ІВ. Вызначэнне велічыні естэсвеннай рыбаводнасці прудов / І.В. Морузі, Е.В. Пішчэнко, П.Б. Белоусов // Рыбаводства і рыб. хоз-во. — 2016. — № 2. — С. 50–52.
  6. Рыбаводна-біялагічныя нормы для эксплуатацыі прудовых і садковых хазяйстваў Беларусі / В.В. Кончыц [і др.] ; ред. В.В. Кончыц. — Мінск : [б. и.], 2011. — 85 с.

## Reference

1. Kamlyuk L.V. *Zooplankton community of fish pond ecosystems patterns of functioning*. Abstract of Ph.D diss. Minsk, 1992. 39 p. (in Russian).
2. Aleksandriiskaya A.V. *The chemical composition of the soil of ponds and their relationship with production processes under conditions of intensive fish farming*. Abstract of Ph.D. diss. Kaliningrad, 1974. 33 p. (in Russian).
3. Aheyets U.Yu., Kalamiyets E.I., Voronova G.P., Mandryk-Litvinkovich M.N., Tavrykina O.M., Litvinova A.G., Shmyga E.Yu., Girilovich N.I., Rakach S.I. The problem of utilizing bacterial consortium for transformation of biogenic materials from sediments of fish ponds. *Mikrobynye biotekhnologii: fundamental'nye i prikladnye aspekty: sbornik nauchnykh trudov* [Microbial biotechnologies: fundamental and applied aspects: collection of scientific papers]. Minsk, 2022, vol. 14, pp. 209–221 (in Russian). <https://doi.org/10.47612/2226-3136-2022-14-209-221>
4. STB 1943-2009. *Water of fish ponds. Requirements*. Minsk, Gosstandart Publ., 2009. 10 p. (in Russian).
5. Moruzi I.V., Pishchenko E.V., Belousov P.V. Idefinition of magnitude natural fish productivity ponds. *Rybovodstvo i rybnoe khozyaistvo = Fish Breeding and Fisheries*, 2016, no. 2, pp. 50–52 (in Russian).
6. Konchits V.V. (ed.). *Fish and biological standards for the operation of pond and cage farms in Belarus*. Minsk, 2011. 85 p. (in Russian).

## Сведения об авторах

Агеец Владимир Юльевич — доктор сельскохозйственных наук, профессор, директор, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр



Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@tut.by

*Воронова Галина Петровна* — кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории гидробиологии и гидрохимии, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@mail.by

*Дашкевич Виктор Карлович* — кандидат химических наук, заведующий лабораторией гидробиологии и гидрохимии, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: v.dashkevich@gmail.com

*Литвинова Анастасия Геннадьевна* — кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории гидробиологии и гидрохимии, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: nastya\_litvinova\_1986@mail.ru

*Ракач Светлана Ивановна* — научный сотрудник лаборатории гидробиологии и гидрохимии, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@mail.by

*Хотин Виталий Андреевич* — младший научный сотрудник лаборатории гидробиологии и гидрохимии, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@mail.by

*Коломиец Эмилия Ивановна* — генеральный директор, академик, доктор биологических наук, ГНПО «Химический синтез и биотехнологии» (ул. Академика Купревича, 2, 220084, Минск, Республика Беларусь). E-mail: kolomiets@biotech.bas-net.by; kolomiets@mbio.bas-net.by

*Мандрик-Литвинкович Марина Николаевна* — кандидат биологических наук, начальник отдела регуляции микробиоценозов техногенных экосистем, ГНПО «Химический синтез и биотехнологии» (ул. Академика Купревича, 2, 220084, Минск, Республика Беларусь). E-mail: gnpo@biotech.bas-net.by

### Information about the authors

*Uladzimir Yu. Aheyets* — D.Sc. (Agriculture), Professor, Director, RUE «Fish Industry Institute» of the RUE «Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry» (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@tut.by

*Galina P. Voronova* — PhD (Biology), Leading Researcher of Lab. Hidrobiology and Hydrochemistry, RUE «Fish Industry Institute» of the RUE «Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry» (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@tut.by

*Viktor K. Dashkevich* — PhD (Chemical), Head of Laboratory Hidrobiology and Hydrochemistry, RUE «Fish Industry Institute» of the RUE «Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry» (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: v.dashkevich@gmail.com



- Anastasiya G. Litvinava* — PhD. (Biology), assistant professor, Leading Researcher of Lab. Hidrobiology and Hydrochemistry, RUE «Fish Industry Institute» of the RUE «Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry» (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: nastya\_litvinova\_1986@mail.ru
- Svetlana I. Rakach* — Researcher of Lab. Hidrobiology and Hydrochemistry, RUE «Fish Industry Institute» of the RUE «Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry» (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@tut.by
- Vitaliy A. Khotin* — Junior researcher of Lab. Hidrobiology and Hydrochemistry, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@tut.by
- Emilia I. Kolomiets* — Doctor of Biological Sciences, academician of the National Academy of Sciences of Belarus, Director General of the Scientific and Production Association «Chemical Synthesis and Biotechnology» (2, Kuprevich Str., 220084, Minsk, Republic of Belarus Belarus). E-mail: kolomiets@biotech.bas-net.by; kolomiets@mbio.bas-net.by
- Marina N. Mandryk-Litvinkovich* — PhD. (Biology), assistant professor, Head of the microbiocenoses of technogenic ecosystems regulation department of the Scientific and Production Association «Chemical Synthesis and Biotechnology» (2, Kuprevich Str., 220084, Minsk, Republic of Belarus Belarus). E-mail: gnpo@biotech.bas-net.by