



А.Г. Литвинова, Г.П. Воронова, В.К. Дашкевич, С.И. Ракач, В.А. Хотин

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

ВЛИЯНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ БИОКОМПОСТОВ НА РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫРАЩИВАНИЯ ТОВАРНЫХ ДВУХЛЕТКОВ КАРПА В ПОЛИКУЛЬТУРЕ

Аннотация. Оценена эффективность действия 2 видов компостов, разработанных для рыбной отрасли, на развитие основных сообществ живых организмов прудов и выход рыбопродукции. Установлено, что их применение позволяет сократить расходы на кормление рыбы и дорогостоящие удобрения, а также дает возможность удобрять категории прудов, где запрещено применение навоза.

Большинство нормируемых показателей при внесении компостных смесей не превышали установленных нормативов.

В вариантах, где достигнуто наибольшее развитие сообществ фито- и зоопланктона, показатели биомассы превышали контрольные в 2–3 раза. При применении компостных смесей в прудах отмечалось доминирование зеленых водорослей (21,6–73,8 %) и копеоподитных стадий веслоногих (47,3–53,6 %), среди макрозообентоса — личинок хирономид.

Внесение в пруды разработанных биокомпостных смесей позволило повысить естественную рыбопродуктивность на 41,1–60,0 % по сравнению с контрольными неудобряемыми прудами, а также увеличить выход рыбопродукции на 25,5–96,8 %.

Ключевые слова: товарная рыба, биокомпосты, удобрение, норма внесения, фитопланктон, зоопланктон, зообентос, численность, биомасса, зерно, рыбопродуктивность, рыбопродукция

Anastasiya G. Litvinava, Galina P. Voronova, Viktor K. Dashkevich,
Svetlana I. Rakach, Vitaliy A. Khotin

*RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus
National Academy of Sciences for Animal Husbandry”, Minsk, Republic of Belarus*

EFFECT OF BIOCOMPOSTS USE ON THE RESULTS OF COMMERCIAL TWO-YEAR-OLD CARP CULTIVATION IN POLYCULTURE

Abstract. The effectiveness of 2 types of composts for the fish industry was assessed on the basis of main communities of living organism’s development



and the yield of fish products in ponds. It was established that their use reduces the cost of feeding fish and expensive fertilizers, and also makes it possible to fertilize the categories of ponds where the use of manure is prohibited.

Most of the standardized parameters when adding compost mixtures did not exceed the established standards.

In the variants where the greatest development of phytoplankton and zooplankton communities was achieved, biomass parameters exceeded the controls by 2–3 times. When using compost mixtures in ponds, the dominance of green algae (21,6–73,8 %) and copepodit stages of copepods (47,3–53,6 %) was noted, among macrozoobenthos — chironomid larvae.

The introduction of the developed biocompost mixtures into the ponds made it possible to increase the natural fish productivity by 41,1–60,0 % compared to the control not fertilized ponds, as well as to increase the yield of fish production by 25,5–96,8 %.

Keywords: marketable fish, biocomposts, fertilizer, rate of introduction, phytoplankton, zooplankton, macrozoobenthos, number, biomass, grain, fish productivity, fish production

Введение. Современное ведение рыбной отрасли предполагает применение интенсивных технологий для улучшения культуры производства рыбы. Необходимым элементом интенсификации аквакультуры является внесение минеральных и органических удобрений как наиболее действенных средств повышения рыбопродуктивности.

В настоящее время из-за увеличивающейся стоимости минеральные удобрения в прудах практически не применяются. Использование же органических удобрений (навоза) в рыбоводных прудах должно проводиться с большими ограничениями, так как они при разложении в воде потребляют большое количество кислорода и могут вызывать заморные явления [1, 2]. Кроме этого, внесение навоза усложняется отрицательным влиянием на ихтиофауну имеющихся в нем патогенных микроорганизмов и гельминтов, в связи с чем при выращивании товарной рыбы внесение навоза в пруды запрещено [3, 4].

В связи с вышеуказанным возрастает необходимость компостирования как наиболее эффективного, экологичного и экономически выгодного способа переработки органических отходов различного происхождения.

В настоящее время рыбхозы достаточно широко используют компосты для удобрения прудов. Так, в 2020 г. рыбоводными организациями для выращивания сеголетка в пруды было внесено 7046 т компостов, для выращивания товарной рыбы и рыбопосадочного материала в вы-



растных прудах — 14667 т. Однако компостирование представляет собой достаточно долгий процесс и требует научного подхода для правильно подбора соотношения исходных компонентов, современных методов, включающих в том числе и использование ускорителей созревания — биоактиваторов, обеспечивающих в том числе получение сбалансированных по химическому составу удобрений, не содержащих патогенных и инфекционных организмов.

Целью работы являлось изучение влияния разработанных экспериментальных компостов на формирование естественной кормовой базы рыб и рыбопродуктивности рыбоводных прудов.

Материалы и методы исследований. Работы проведены в 2021–2022 гг. на базе РУ «Вилейка». В летний период первого года на территории рыбхоза были заложены компостные массы двух видов. В качестве основы они имели общий состав: наземная и надводная *растительность прудов* рыбхоза (тростник, рогоз, камыш), *донные отложения* из прудов, а также *органические удобрения* (навоз), весовое соотношение компонентов 0,8:1:1. Укладку компонентов в компостах производили послойно.

Для ускорения созревания и повышения эффективности действия компостов использовали два вида биоактиваторов белорусского производства: КАС (Карбамидо-аммиачная смесь — жидкое азотсодержащее удобрение, представленное водным раствором аммиачной селитры и карбамида) и Полибакт (комплексный микробный препарат для восстановления микробоценоза почв и повышения урожайности сельскохозяйственных культур). Преператы разводили водой согласно инструкции, ими поливался каждый слой при укладке компостной кучи. В первом компосте для биоактивации применяли препарат КАС, во втором — Полибакт.

В исследованиях вегетационного сезона 2022 г. были задействованы 10 экспериментальных прудов РУ «Вилейка» площадью 0,24 га каждый, по 2 пруда на разовые обрабатываемые дозы внесения (5 и 2,5 т/га) обоих видов компоста, итого 4 варианта опыта и контроль (табл. 1).

Экспериментальные пруды зарыбляли поликультурой рыб (годовики карпа, пестрого толстолобика и белого амура, трехлеток белого амура) из расчета 1633 экз./га. Минеральные азотно-фосфорные удобрения (аммиачная селитра и аммофос) вносили пятикратно за сезон из расчета 25 кг/га. Кормление рыбы в прудах осуществляли кормовым пшеничным зернопродуктом из расчета 2–3 кг/пруд разового внесения. Кормление проводилось 5-кратно в июле и сентябре, 11 раз — в август-



те. За сезон в каждый пруд внесли зернопродукта из расчета 188–196 кг/га, кормовые затраты на единицу прироста ихтиомассы колебались в районе 1,88–1,96 ц/га.

Таблица 1. Нормы внесения компостных смесей в рыбоводные пруды, РУ «Вилейка»

Table 1. Norms for adding compost mixtures into fish ponds, RU «Vileika»

Биоактиватор в составе компоста	Доза внесения компоста, т/га		
	5	2,5	0
КАС	Пруды №№ 21, 22 Вариант 1	Пруды №№ 23, 24 Вариант 2	Контроль
Полибакт	Пруды №№ 25, 26 Вариант 3	Пруды №№ 27, 28 Вариант 4	

В целом необходимо отметить, что посадку рыбы, ее кормление, а также внесение минеральных удобрений во всех прудах — как опытных, так и контрольных — проводили по одной схеме.

Результаты исследований. Нами были проанализированы гидрохимические показатели исследуемых прудов (табл. 2), развитие основных сообществ живых организмов и выход рыбной продукции. Выявлено, что на протяжении периода исследований водородный показатель колебался в диапазоне 6,59–8,57 ед., находясь в рамках технологических норм. Отмечалось подкисление водной среды под действием внесенных компостных смесей с тенденцией понижения рН по вариантам от 4-ого к 1-ому. Содержание фосфатов воде прудов находилось в рамках установленной технологической нормы [5, 6], при этом отмечалось более высокое их содержание в тех прудах, в которые вносили компост на основе препарата Полибакт (среднесезонное значение составило 0,18 мгР/л в 3 и 0,15 мгР/л в 4 вариантах опыта).

1 вариант опыта (КАС в дозе 5 т/га) характеризовался очень высоким на фоне остальных среднесезонным содержанием общего азота (6,15 мг/л). Так, для него отмечено 4-кратное превышение концентрации нитратов и на 25,9 % более высокое содержание ионов аммония по сравнению с контролем. Необходимо отметить тот факт, что среднесезонное содержание аммонийного азота во всех экспериментальных прудах и нитратов в 1 варианте опыта превышало установленные нормативом допустимые величины (1,0 г/м³ для иона аммония и 3,0 г/м³ для нитрат-иона) из-за повышенных концентраций этих ионов в конце июня и августа.



**Таблица 2. Гидрохимический режим экспериментальных прудов
рыбхоза «Вилейка» при внесении компостных смесей, 2022 г.
(среднесезонные показатели)**

**Table 2. Hydrochemical regime of experimental ponds of the fish farm «Vileyka»
when compost mixtures are applied, 2022 (seasonal averages)**

Показатели	Варианты					Нормативные значения для летних кар- повых прудов [5, 6]
	1	2	3	4	контроль	
Кислород растворен- ный, мгО ₂ /л	7,3	7,53	6,54	7,93	8,497	6,0–8,0
Насыщение кислоро- дом, %	71,8	75,0	67,1	82,8	81,9	—
Водородный показа- тель, pH	7,63	7,85	8,09	8,12	8,26	7,0–8,5
Свободная углекисло- та, мг/л	28,5	11,3	32,5	14,0	23,7	10,0–30,0
Гидрокарбонаты, мг/л	156	165	163	156	161,2	—
Температура, °С	17,8	18,0	17,8	18,1	17,4	—
Прозрачность, м	0,98	0,86	0,86	0,74	0,84	0,5
Фосфаты, мгР/л	0,104	0,122	0,180	0,15	0,157	0,1
Перманганатная окис- ляемость, мгО/л	12,7	13,7	13,9	13,9	13,1	10,0–15,0
Хлориды, мг/л	3,29	2,8	2,8	3,29	3,29	—
Общая жесткость, мг- экв./л	2,8	2,6	2,5	2,7	2,6	—
Кальций, мг/л	34	34	36	34	35	—
Железо общее, мг/л	0,008	0,028	0,074	0,028	0,067	До 2,0
Аммонийный азот, мгN/л	1,80	1,09	1,01	1,34	1,43	0,5–1,0
Нитраты, мгN/л	4,34	0,38	0,23	0,59	1,101	0,2–1,0
Нитриты, мгN/л	0,01	0,02	0,02	0,02	0,014	0,08
Общий азот, мгN/л	6,15	1,49	1,26	1,95	2,545	—

Среднесезонные значения содержания растворенного в воде кисло-
рода в прудах составляли 6,54–8,50 мг/дм³, насыщение воды кислоро-
дом было максимальным в контрольных прудах. Отмечалось высокое
содержание в воде прудов свободной углекислоты, особенно в 1 и 3
вариантах опыта, куда вносились компосты в дозировке 5 т/га и где
отмечалось даже превышение допустимого значения 30 мг/л. Осталь-



ные показатели качества воды в прудах (прозрачность, температурный режим, перманганатная окисляемость, нитрит-ионы, хлорид-ионы, кальций, магний, железо) отличались в исследуемых вариантах незначительно и не превышали установленных нормативных значений.

Таким образом, внесение экспериментальных компостов в пруды сопровождалось некоторым ухудшением их кислородного режима, но в то же время приводило к повышению содержания в воде биогенов (N, P).

Биомасса представителей фитопланктона за исследованный сезон была умеренно низкой, среднесезонные значения по вариантам оставляли 1,46–12,34 мг/л. Самое низкое значение отмечено в прудах 1 варианта, самое высокое — в прудах 4 варианта. Наиболее многочисленными в опытных прудах, особенно в конце сезона, являлись зеленые и синезеленые водоросли, которые являются ценными в кормовом отношении (среднее за сезон — от 21,6 % до 73,8 %), в прудах контрольного варианта зеленые водоросли доминировали практически весь сезон. Пиком развития фитопланктона в сезонной динамике явился конец августа при высоких температурах и накоплении в прудах легкоокисляемых органических веществ, при этом биомасса достигала 21,37–56,57 мг/л за счет массового развития зеленых водорослей.

Как в экспериментальных, так и в контрольных прудах основу биомассы зоопланктона формировали копеподитные стадии развития веслоногих ракообразных. Высокая доля молоди копепод (46,3–53,6 %) свидетельствует о сильном прессе рыб на зоопланктон и выедании его крупных форм.

Биомасса зоопланктона в исследованный период колебались в пределах 0,11–8,6 мг/л, в среднем за сезон по вариантам — от 1,37 до 3,92 мг/л. Самые высокие значения биомассы и наиболее выраженные ее колебания отмечены в прудах 2 и 3 вариантов, самые низкие среднесезонные значения и слабые скачки биомассы отмечались в прудах 1 и 4 вариантов опыта, где показатели были сравнимы с контрольными.

В сезонной динамике отмечались два пика в развитии биомассы зоопланктона: весенний, преимущественно в середине мая, и летний, когда максимум биомассы в большинстве вариантов отмечен в середине июля. В этот период высокий вклад в создание биомассы вносили представитель ветвистоусых ракообразных *Bosmina longirostris* и коловратка *Asplanchna priodonta*.

Анализ кормовой базы экспериментальных прудов показал эффективность применения компостных смесей на увеличение численности и биомассы сообществ зоопланктона во всех вариантах опыта и эффект от



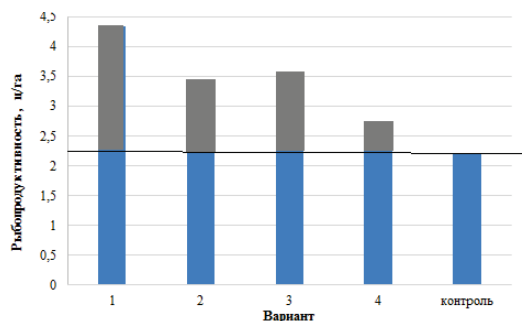
внесения компоста на основе Полибакта на развитие сообществ фитопланктона. Наиболее эффективным на увеличение концентрации зоопланктона оказалось внесение в пруды компоста на основе КАС в дозировке 2,5 т/га (пруды 2 варианта) и на основе Полибакта в дозировке 5 т/га (пруды 3 варианта), на увеличение численности и биомассы фитопланктона — внесение компоста на основе Полибакта (3–4 варианты).

Биомассу макрозообентоса в экспериментальных прудах формировали преимущественно личинки хирономид (Сем. Chironomidae: *Pentapedilum exectum*, *Glyptotendipes gripekoveni*, *Polypedilum scalaenum* и *Chironomus plumosus*) и малощетинковые черви (Кл. Oligochaeta). Показатели численности и биомассы были очень низкими, поскольку бентос практически полностью элиминировался карпом. Среднесезонный показатель численности колебался в районе 21–50 экз./м², средняя за сезон биомасса бентоса варьировала по вариантам от 0,04 до 0,26 г/м². Более высокие показатели отмечались в прудах 1 и 2 вариантов, куда вносились компосты на основе КАС.

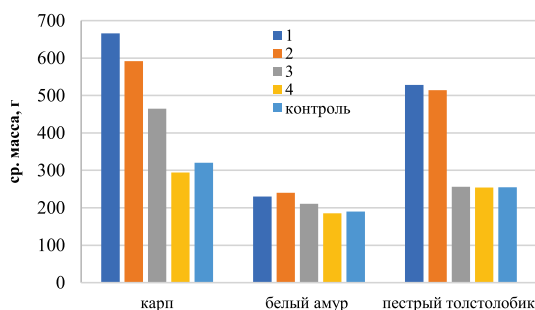
Расчет естественной рыбопродуктивности экспериментальных прудов за вегетационный период проводился по методике И.В. Моружи и др., 2016 г. [7] с использованием собственных данных по продукции фито-, зоопланктона и бентоса и с учетом 190-дневного вегетационного сезона. Он показал эффективность применения компостных смесей в качестве органического удобрения. Так, внесение компостов способствовало росту естественной рыбопродуктивности по сравнению с контрольным значением (84,1 кг/га) на 48–109 % с максимальным значением для второго опытного варианта (176 кг/га). Отмеченное ниже контрольного значение показателя в прудах 1 варианта может быть связано с выеданием кормовых организмов, а также естественными sukcesиями, происходящими в пруду.

По результатам проведенных обловов отмечено увеличение рыбопродуктивности экспериментальных прудов (рис. 1), в которые вносились компосты, по сравнению с контрольной группой прудов (2,2 ц/га) на 25,5–96,8 %.

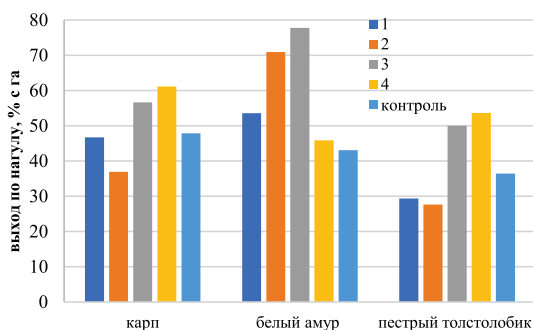
Более высокие значения общей рыбопродуктивности отмечались при внесении компоста на основе КАС (4,33 и 3,39 ц/га в 1 и 2 вариантах) и при внесении обеих компостных смесей в разовой дозе 5 т/га (4,33 ц/га в 1 варианте и 3,56 ц/га в 3 варианте). Таким образом, самая высокая рыбопродуктивность отмечена для 1 варианта опыта (в общем она составила 4,33 ц/га, рыбопродуктивность по карпу составила 2,93 ц/га).



а) общая рыбопродуктивность



б) средняя масса двухлетка



в) процент выхода

Рис. 1. Рыбоводные данные по экспериментальным прудам рыбхоза «Вилейка» при внесении компостных смесей, 2022 г: а) общая рыбопродуктивность; б) средняя масса двухлетка; в) процент выхода

Fig. 1. Fish-breeding data on experimental ponds of the fish farm «Vileyka» when compost mixtures are applied, 2022: a) total fish productivity; b) average weight of a two-year-old; c) percentage of yield



Аналогичная тенденция отмечена и в отношении влияния внесенных компостов на среднюю конечную навеску двухлетков рыб, особенно выраженная в отношении *двухлетков карпа*. Средняя навеска контроля, составившая 320 г (при нормативной величине 400–440 г), оказалась на 108,85 и 45 % ниже полученной средней навески в 1 (666 г), 2 (592 г) и 3 (465 г) вариантах опыта. Очень эффективно сказалось и внесение компостных смесей на основе КАС на прирост средней конечной массы *пестрого толстолобика*. Отмечено 2-кратное увеличение средней навески в 1–2 вариантах (514–528 г) по сравнению с контрольной (255 г).

Выход двухлетков карпа (36,9–61,2 %) и пестрого толстолобика (27,7–53,7 %) во всех вариантах был ниже соответствующих нормативных значений, составляющих 85 % и 75 % по карпу и пестрому толстолобику соответственно. При этом в вариантах 3 и 4, куда вносили компосты на основе Полибакта, выход по нагулу для обоих видов и превосходил полученные контрольные показатели (47,9 % и 36,5 % по карпу и пестрому толстолобику). Все 4 экспериментальных варианта дали больший выход по белому амуру по сравнению с контролем (43,05 %), максимальные значения, близкие к нормативному выходу по белому амуру (85 %), были достигнуты во 2 (70,9 %) и 3 (77,8 %) вариантах.

Выводы. Изучено действие биокомпостов двух видов, составленных на основе местного сырья с применением различных биоактиваторов, на гидрохимический режим и развитие естественной кормовой базы экспериментальных прудов, показатели их рыбопродуктивности. Отработаны разные дозы внесения компостов в пруды, составившие 5 и 2,5 т/га.

Отмечено увеличение содержания в воде фосфатов при внесении компостов на основе препарата Полибакт и минерального азота с внесением компоста на основе КАС в дозе 5 т/га.

Выявлено положительное влияние внесения компостов на развитие сообществ фитопланктона, зоопланктона и макрозообентоса, что в конечном счете приводило к увеличению естественной рыбопродуктивности прудов на 48–109 %.

Отмечено увеличение рыбопродуктивности при внесении компостов по сравнению с контролем (2,2 ц/га): до 4,33 и 3,39 ц/га при применении компоста на основе КАС из расчета 5 и 2,5 т/га и до 3,56 и 2,76 ц/га при применении компоста на основе Полибакта из расчета 5 и 2,5 т/га.



Больший прирост рыбопродукции отмечался в вариантах с внесением компостов на основе КАС и обоих видов компостов в дозировке 5 т/га. Самый высокий выход рыбопродукции, близкий к общему нормативному 4,6–5,2 ц/га, отмечен в варианте с внесением компоста на основе КАС в разовой дозе 5 т/га.

Список использованных источников

1. Винберг, Г.Г. Удобрение прудов / Г.Г. Винберг, В.П. Ляхнович. — М. : Пищевая пром-сть, 1965. — 271 с.
2. Мартышев, Ф.Г. Прудовое рыбоводство / Ф.Г. Мартышев — М. : Кн. по требованию, 2012. — 428 с.
3. Болтовский, В.С. Проблемы гидролитической переработки растительной биомассы и перспективные пути их решения / В.С. Болтовский, Ю.В. Кардаш, О.В. Остроух // Новейшие достижения в области инновационного развития в химической промышленности и производстве строительных материалов : материалы Междунар. науч.-техн. конф., 18–20 нояб. 2015 г. / Белорус. гос. технол. ун-т ; редкол.: И.М. Жарский [и др.]. — Минск, 2015. — С. 305–308.
4. Кольга, Д.Ф. Переработка навоза в экологически безопасные органические удобрения / Д.Ф. Кольга, А.С. Васько. — Минск : БГАТУ, 2017. — 126 с.
5. Вода рыбоводческих прудов. Требования : СТБ 1943-2009. — Введ. 01.08.09. — Минск : Госстандарт, 2009. — 10 с.
6. Рыбоводно-биологические нормы для эксплуатации прудовых и садковых хозяйств Беларуси / В.В. Кончиц [и др.] ; ред. В.В. Кончиц. — Минск : [б. и.], 2011. — 85 с.
7. Моружи, И.В. Определение величины естественной рыбопродуктивности прудов / И.В. Моружи, Е.В. Пищенко, П.В. Белоусов // Рыбоводство и рыб. хоз-во. — 2016. — № 2. — С. 50–52.

References

1. Vinberg G.G., Lyakhnovich V.P. *Fertilizing ponds*. Moscow, Pishchevaya promyshlennost' Publ., 1965. 271 p. (in Russian).
2. Martyshev F.G. *Pond fish breeding*. Moscow, Kniga po trebovaniyu Publ., 2012. 428 p. (in Russian).
3. Boltovskii V.S., Kardash Yu.V., Ostroukh O.V. Problems of hydrolytic processing of plant biomass and promising ways to solve them. *Noveishie dostizheniya v oblasti innovatsionnogo razvitiya v khimicheskoi promyshlennosti i proizvodstve stroitel'nykh materialov: materialy Mezhdunarodnoi nauchno-tekhnicheskoi konferentsii, 18–20 noyabrya 2015 g.* [The latest in innovative development in the chemical industry and the production of building materials: proceedings of the International scientific and technical conference, November 18–20, 2015]. Minsk, 2015, pp. 305–308 (in Russian).



4. Kol'ga D.F., Vas'ko A.S. *Processing manure into environmentally friendly organic fertilizers*. Minsk, Belarusian State Agrarian Technical University, 2017. 126 p. (in Russian).
5. STB 1943-2009. *Water of fish ponds. Requirements*. Minsk, Gosstandart Publ., 2009. 10 p. (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).
7. 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).

Сведения об авторах

Литвинова Анастасия Геннадьевна — кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник 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: nastya_litvinova_1986@mail.ru

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

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

Information about the authors

Anastasiya G. Litvinava — PhD (Biology), assistant professor, Leading Researcher of Lab. Hidrobiology and Hidrochemistry, 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

Galina P. Voronova — PhD (Biology), Leading Researcher of Lab. Hidrobiology and Hidrochemistry, 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

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