

ТОВАРНАЯ АКВАКУЛЬТУРА И ИСКУССТВЕННОЕ ВОСПРОИЗВОДСТВО ГИДРОБИОНТОВ

COMMODITY AQUACULTURE AND ARTIFICIAL REPRODUCTION OF HYDROBIONTS

Научная статья
УДК 597.42
<https://doi.org/10.24143/2073-5529-2023-4-42-47>
EDN RHSFWN

Оценка влияния пробиотического препарата на энтеросорбенте «Флорин форте» на физиолого-иммунологическое состояние бестера

*Аделя Джуманияшевна Жандалгарова^{1✉},
Анна Александровна Бахарева², Юлия Николаевна Грозеску³*

¹⁻³*Астраханский государственный технический университет,
Астрахань, Россия, zhandalgarova@mail.ru*

²*Московский государственный университет технологий и управления имени К. Г. Разумовского
(Первый казачий университет),
Москва, Россия*

Аннотация. Оценка физиологического и иммунологического статуса рыб является актуальной проблемой современной аквакультуры. Один из методов такой оценки основан на проведении гематологических и биохимических исследований. Кровь является наиболее чувствительным и информативным индикатором изменений, происходящих в организме рыб. Она быстро и остро реагирует на воздействие различных неблагоприятных факторов окружающей среды и может служить одним из ранних показателей нарушения функционального состояния рыб. Изучение влияния пробиотического препарата на энтеросорбенте «Флорин форте» на гематологические и биохимические показатели крови, в частности на уровень гемоглобина, общего сывороточного белка, триглицеридов, холестерина, глюкозы, а также на распределение форменных элементов периферической крови бестера (*Huso huso* × *Acipenser ruthenus*) проводилось в экспериментальной установке замкнутого водоснабжения и в лабораториях кафедры «Аквакультура и водные биоресурсы» Астраханского государственного технического университета в течение 30 суток. В результате проведенных исследований было отмечено, что использование сорбированной формы пробиотического препарата оказывает положительное влияние на физиолого-иммунологическое состояние выращиваемых рыб. Так, кровь двухлетков бестера, выращенных на комбикормах с добавлением пробиотика-энтеросорбента, характеризовалась повышением уровня гемоглобина до 64,9 г/л, общего сывороточного белка до 23,6 г/л, а также снижением концентрации холестерина и глюкозы до 2,6 и 0,55 ммоль/л соответственно. В лейкоцитарной формуле исследуемых рыб были обнаружены сдвиги в количественных соотношениях лейкоцитов, подтверждающие реакцию организма на введение в рацион пробиотического препарата на энтеросорбенте и рассматриваемые в качестве адаптационного механизма, повышающего защитную функцию крови.

Ключевые слова: аквакультура, бестер, пробиотик-энтеросорбент, гематологические и биохимические исследования, лейкоцитарная формула крови

Благодарности: исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-76-01019, <https://rscf.ru/project/23-76-01019/>.

Для цитирования: Жандалгарова А. Д., Бахарева А. А., Грозеску Ю. Н. Оценка влияния пробиотического препарата на энтеросорбенте «Флорин форте» на физиолого-иммунологическое состояние бестера // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2023. № 4. С. 42–47. <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2023-4-42-47>. EDN RHSFWN.

Probiotic drug effect evaluation on the enterosorbent “Florin forte” on the physiological and immunological state of bester

Adelya D. Zhandalgarova^{1✉}, Anna A. Bakhareva², Yulia N. Grozesku³

¹⁻³Astrakhan State Technical University,
Astrakhan, Russia, zhandalgarova@mail.ru✉

²K.G. Razumovsky Moscow State University of technologies and management (the First Cossack University),
Moscow, Russia

Abstract. Assessment of the physiological and immunological status of fish is an urgent problem of modern aquaculture. One of the methods of such assessment is based on hematological and biochemical studies. Blood is the most sensitive and informative indicator of changes occurring in the body of fish. It reacts quickly and acutely to the effects of various adverse environmental factors and can serve as one of the early indicators of a violation of the functional state of fish. The study of the effect of a probiotic drug on the enterosorbent “Florin forte” on hematological and biochemical blood parameters, in particular, on the level of hemoglobin, total serum protein, triglycerides, cholesterol, glucose, as well as on the distribution of shaped elements of peripheral blood of Bester (*Huso huso* × *Acipenser ruthenus*) was carried out on the basis of the Innovation Center “Bioaquapark – scientific and technical center of aquaculture” ASTU for 30 days. As a result of the conducted studies, it was noted that the use of the sorbed form of the probiotic drug has a positive effect on the physiological and immunological condition of the farmed fish. Thus, the blood of Bester's two-year-olds grown on compound feeds with the addition of probiotic enterosorbent was characterized by an increase in hemoglobin levels to 64.9 g/l, total whey protein to 23.6 g/l, as well as a decrease in cholesterol and glucose concentrations to 2.6 and 0.55 mmol/l, respectively. In the leukocyte formula of the studied fish, shifts in the quantitative ratios of leukocytes were found, confirming the body's reaction to the introduction of a probiotic drug on enterosorbent into the diet and considered as an adaptive mechanism that increases the protective function of the blood.

Keywords: aquaculture, bester, probiotic-enterosorbent, hematological and biochemical studies, leukocyte blood formula

Acknowledgment: the research was carried out at the expense of the grant of the Russian Science Foundation No. 23-76-019, <https://rscf.ru/project/23-76-01019/>.

For citation: Zhandalgarova A. D., Bakhareva A. A., Grozesku Yu. N. Probiotic drug effect evaluation on the enterosorbent “Florin forte” on the physiological and immunological state of bester. *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishing industry.* 2023;4:42-47. (In Russ.). <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2023-4-42-47>. EDN RHSFWN.

Введение

В настоящее время в условиях интенсивной аквакультуры наиболее важным фактором является тщательный контроль за физиолого-иммунологическим состоянием объектов выращивания [1]. Кровь и ее компоненты являются внутренней средой организма, образованной жидкой соединительной тканью. Любые изменения ее состава отражают метаболические процессы, протекающие в организме при воздействии на него внешней среды [2]. Кроме того, кровь представляет собой лабильную ткань, наиболее быстро реагирующую на воздействие различных факторов и способствующую восстановлению нарушений равновесия между организмом гидробионтов и средой их обитания. В связи с этим для ранней диагностики различных заболеваний, помимо ихтиопатологических и микробиологических исследований, проводят клинический и биохимический анализ крови. В аквакультуре при гематологических и биохимических исследованиях принято определять следующие показатели крови: уровень гемоглобина, скорость оседания эритроцитов, количественный показатель общего белка в сыворотке крови, уровень глюкозы, липидный профиль, количество эритроцитов и лейкоцитарную формулу [1].

Цель исследований – оценить влияние различных дозировок пробиотического препарата на энтеросорбенте «Флорин форте» на физиолого-иммунологическое состояние бестера.

Материал и методы исследований

Исследования проводились в экспериментальной установке замкнутого водоснабжения и в лабораториях кафедры «Аквакультура и водные биоресурсы» Астраханского государственного технического университета. В качестве объектов исследований выступили двухлетки бестера (*Huso huso* × *Acipenser ruthenus*) (рис. 1).



Рис. 1. Двухлетки бестера (*Huso huso* × *Acipenser ruthenus*)

Fig. 1. Bester two year olds (*Huso huso* × *Acipenser ruthenus*)

Для проведения исследований использовали поликомпонентный сорбированный пробиотический препарат «Флорин форте», представляющий собой комплекс бифидобактерий штамма *Bifidobacterium bifidum* 1 ($5 \cdot 10^7$ КОЕ) и лактобактерий штамма *Lactobacillus plantarum* 8P-A3 ($5 \cdot 10^7$ КОЕ), сорбированных на активированном угле.

Экспериментальное выращивание рыб осуществлялось в стеклопластиковых бассейнах типа ИЦА-1 согласно опубликованным нормативным документам [3]. Для кормления рыб использовали производственные комбикорма рецептуры ОТ-7. Из исследуемых рыб были сформированы 4 группы: контрольная и 3 опытные. Экспериментальные дозировки препарата в комбикормах составили 4, 6, 8 г/кг комбикорма (1, 2, 3 опытная группа соответственно).

Оценка влияния пробиотического препарата на физиологический статус исследуемых рыб была проведена на основании анализа основных биохимических показателей крови, на иммунологический статус – на основании анализа лейкоцитарной формулы периферической крови.

Отбор крови производили прижизненно из хвостовой вены. Определение концентрации гемоглобина в крови проводили гемиглобинцианидным методом [4, 5], общего сывороточного белка – биуретовым методом [5], холестерина и триглицеридов – энзиматическим методом [6], глюкозы – энзиматическим колориметрическим методом без депротеинизации [7]. Для изучения лейкоцитарной формулы мазки крови окрашивали фиксатором-красителем по Май-Грюнвальду [8].

Полученные результаты подвергали обработке на основании общепринятых методов с использованием элементов статистического анализа [9, 10].

Результаты исследований

Проведение гематологических и биохимических исследований является одним из методов,

используемых для оценки физиологического и иммунологического статуса рыб в аквакультуре. Анализ крови включает в себя измерение основных биохимических показателей крови, плазмы или сыворотки: например, уровня глюкозы, сывороточного белка, липидного профиля и т. д. Гематологические и биохимические показатели крови позволяют получить достоверную информацию о способности рыб транспортировать кислород, об иммунном потенциале, уровне стресса, заболеваемости, интоксикации и т. д. [1].

Результаты проведенных исследований показали, что содержание гемоглобина в крови рыб опытной группы, в рационе которых содержался пробиотический препарат, превышало таковой показатель у рыб из контрольной группы. Концентрация гемоглобина в крови двухлеток бестера варьировала в пределах 59,5–64,9 г/л. В контрольном варианте данный показатель не превышал 57,9 г/л, что также соответствует биологической норме данного вида (см. рис. 1). Необходимо отметить, что уровень гемоглобина в крови рыб является индикатором реализации дыхательной функции, и его снижение может свидетельствовать о функциональной напряженности в системе обеспечения организма кислородом [11].

Общий белок выполняет в организме рыб разнообразные функции и служит основным источником энергии [11]. Согласно полученным результатам, уровень общего белка в сыворотке крови бестера, выращенного с использованием пробиотика-энтеросорбента, увеличился от начала эксперимента к его окончанию. Так, максимальное его значение наблюдалось во второй опытной группе и составило 23,6 г/л, в то время как в контроле данный показатель снизился на 0,8 г/л, что может быть связано с обменом веществ и обусловлено интенсивностью питания (рис. 2).

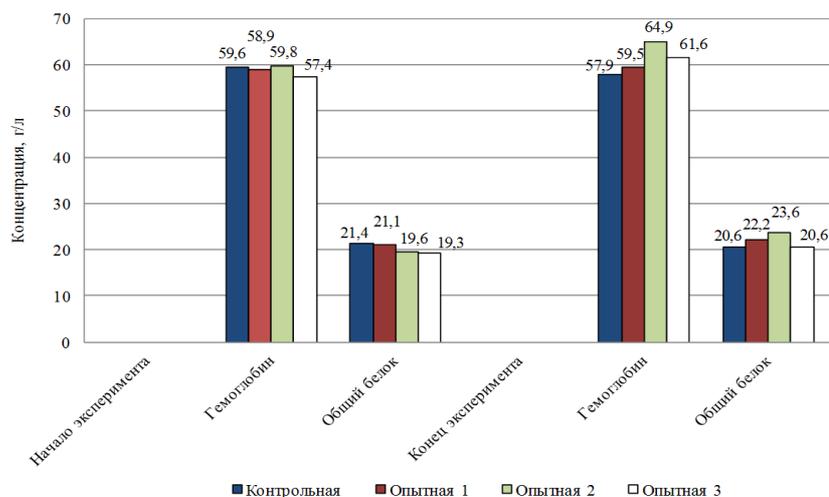


Рис. 2. Концентрация гемоглобина и общего белка в сыворотке крови бестера

Fig. 2. The level of hemoglobin and total protein in bester's blood serum

Вариабельность уровня холестерина в сыворотке крови осетровых рыб в значительной степени соизмерима с динамикой концентрации общего сывороточного белка [11, 12]. Следует отметить, что уровень холестерина у рыб контрольной группы был выше, чем у рыб из опытных групп, и составил 4,92 ммоль/л. Кроме того, установлено, что у бестера, выращенного с использованием сорбированного пробиотического препарата, наблюдалось снижение данного показателя к концу эксперимента до 2,60 ммоль/л.

Наиболее частым показателем углеводного обмена у рыб является содержание глюкозы в сыворотке крови [11]. Глюкоза используется для получения

энергии и является эффективным показателем протекания обменных процессов в организме. Повышение уровня глюкозы в крови рыб происходит в ответ на факторы, вызывающие стрессовые реакции. Кроме того, глюкоза является важным субстратом для метаболизма клеток, в частности клеток головного мозга. Установлено, что для опытных групп была характерна тенденция к снижению концентрации глюкозы в сыворотке крови двухлетков бестера к концу экспериментального исследования. Так, у рыб первой опытной группы (4 г/кг) произошло понижение данного показателя в 1,5 раза, у второй (6 г/кг) – в 1,3 раза, в третьей (8 г/кг) – в 2,2 раза, однако полученные различия не были достоверны (рис. 3).

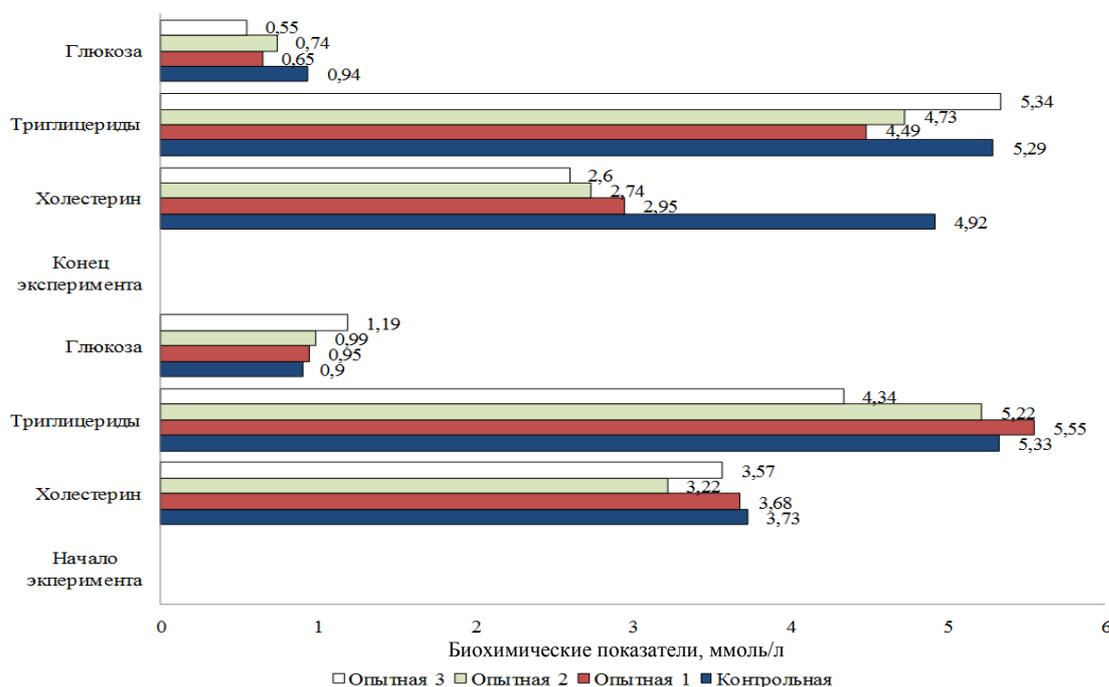


Рис. 3. Биохимические показатели крови бестера

Fig. 3. Biochemical parameters of bester's blood

Таким образом, применение пробиотического препарата на энтеросорбенте «Флорин форте» оказало положительное влияние на показатели крови двухлетков бестера, выраженное в повышении уровня гемоглобина, общего белка, снижении концентрации холестерина и глюкозы.

Одним из информативных показателей иммунологического состояния рыб является лейкоцитарная

формула крови. Соотношение лейкоцитов в лейкоцитарной формуле крови отражает не только состояние неспецифического иммунитета, в частности клеточного, но и является характеристикой функционального состояния организма рыб [13]. Анализ лейкоцитарной формулы периферической крови двухлетков бестера представлен в таблице.

Лейкоцитарная формула периферической крови бестера, %

The leukocyte formula of bester's peripheral blood, %

Показатель	Группа			
	Контрольная	Опытная 1	Опытная 2	Опытная 3
Лимфоциты	70,68 ± 2,98	74,71 ± 3,31	76,73 ± 1,97	75,63 ± 2,14
Моноциты	4,31 ± 0,24	3,89 ± 0,64	3,32 ± 0,52	3,36 ± 0,47
Палочкоядерные нейтрофилы	20,79 ± 1,14	16,29 ± 1,02	14,07 ± 0,98	15,53 ± 1,31
Сегментоядерные нейтрофилы	2,15 ± 0,12	2,96 ± 0,32	3,15 ± 0,27	2,98 ± 0,32
Эозинофилы	2,07 ± 0,41	2,15 ± 0,24	2,73 ± 0,36	2,50 ± 0,18

Полученная лейкоцитарная формула крови подтвердила хорошее физиологическое состояние исследуемых рыб. Обнаружено, что белая кровь носила ярко выраженный лимфоидный характер. Так, количество лимфоцитов варьировало в пределах 70,68–76,73 %, количество моноцитов было незначительным и не превышало 4,31 %. Кроме того, в лейкоцитарном профиле крови рыб отмечено, что значительную часть лейкоцитов составляли палочкоядерные (14,07–20,79 %) и сегментоядерные (2,15–3,15 %) нейтрофилы.

В результате анализа установлено, что сдвиг лейкоцитарной формулы крови двухлетков бестера находился в пределах физиологической нормы, что подтверждает отсутствие различного рода патологических и воспалительных реакций в организме выращиваемых рыб.

Заключение

По полученным в ходе экспериментальных исследований результатам можно сделать вывод о том, что использование сорбированной формы пробиотического препарата «Флорин форте» при

кормлении осетровых рыб оказывает положительное влияние на их физиолого-иммунологическое состояние. Так, у рыб, получавших пробиотический препарат в различных дозировках, наблюдалось увеличение гематологических и биохимических показателей крови. Уровень гемоглобина у рыб опытных групп повысился до 59,5–64,9 г/л, общего белка до 20,6–23,6 г/л, при этом уровень холестерина снизился на 0,48–0,97 ммоль/л.

Анализ лейкоцитарной формулы периферической крови двухлетков бестера позволил установить, что популяция лейкоцитов была представлена лимфоцитами и моноцитами, относящимися к агранулоцитам, и нейтрофилами, и эозинофилами, относящимися к гранулоцитарному ряду, находящимися на различных стадиях развития. Обнаружено, что лимфоциты занимали доминирующее положение как в контрольной (70,68 %), так и в опытных группах (74,71–75,63 %). Установлено, что пробиотик-энтеросорбент «Флорин форте» способствовал активизации функции существующих лимфоцитов, но не вызывал стимуляцию появления новых лимфобластных клеток.

Список источников

1. Головина Н. А. Использование гематологических показателей для оценки физиологического состояния организма рыб // Аквакультура и здоровье рыб: Рос.-Американ. симп. (12–19 июля 1998 г.). М.: Изд-во ВНИИПРХ, 1998. С. 137–138.
2. Пучков Н. В. Физиология рыб. М.: Пищепромиздат, 1954. 370 с.
3. Пономарев С. В., Грозеску Ю. Н., Бахарева А. А. Индустриальное рыбоводство. СПб.: Лань, 2013. 420 с.
4. Van Kampen E. J., Zijlstra W. G. Standardization of hemoglobinometry. The hemiglobincyanide method // Clin. Chim. Acta. 1961. 538 p.
5. Филиппович Ю. Б., Егорова Т. А., Севастьянова Г. А. Практикум по общей биохимии. М.: Просвещение, 1975. 318 с.
6. Fishbach F., Dunning M. A manual of laboratory diagnostic tests. Lppincott Williams & Wilkins, 2004. 1291 p.
7. Trinder P. Determination of glucose in blood using glucose oxidase with an alternative oxygen acceptor // Ann. Clin. Biochem. 1969. P. 24–25.
8. Абрамов М. Г. Гематологический атлас. М.: Медицина, 1985. 344 с.
9. Катмаков П. С., Гавриленко В. П., Бушов А. В. Биометрия. М.: Юрайт, 2019. 177 с.
10. Лакин Г. Ф. Биометрия. М.: Высш. шк., 1990. 293 с.
11. Матишов Г. Г., Кокоза А. А., Металлов Г. Ф., Гераскин П. П. Комплексный подход к проблеме сохранения и воспроизводства осетровых рыб Каспийского моря. Ростов н/Д.: Изд-во ЮНЦ РАН, 2017. 352 с.
12. Металлов Г. Ф., Гераскин П. П., Аксенов В. П., Левина О. А. Многолетний мониторинг физиологического состояния основных видов каспийских осетровых рыб // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Рыбное хозяйство. 2016. № 1. С. 88–97.
13. Жандалгарова А. Д., Бахарева А. А., Грозеску Ю. Н., Ахмеджанов А. Б. Опыт применения пробиотического поливалентного очищенного (*Probiophagum polyvalentum purum*) в аквакультуре // Рыб. хоз. 2021. № 4. С. 76–80.

References

1. Golovina N. A. Ispol'zovanie gematologicheskikh pokazatelei dlia otsenki fiziologicheskogo sostoiانيا organizma ryb [The use of hematological indicators to assess the physiological state of the body of fish]. *Akvakul'tura i zdorov'e ryb: Rossiisko-Amerikanskii simpozium (12–19 iuliia 1998 g.)*. Moscow, Izd-vo VNIIPRKh, 1998. Pp. 137-138.
2. Puchkov N. V. *Fiziologiya ryb* [Physiology of fish]. Moscow, Pishchepromizdat, 1954. 370 p.
3. Ponomarev S. V., Grozesku Iu. N., Bakhareva A. A. *Industrial'noe rybovodstvo* [Industrial fish farming]. Saint-Petersburg, Lan' Publ., 2013. 420 p.
4. Van Kampen E. J., Zijlstra W. G. Standardization of hemoglobinometry. The hemiglobincyanide method. *Clin. Chim. Acta*, 1961. 538 p.
5. Filippovich Yu. B., Egorova T. A., Sevast'ianova G. A. *Praktikum po obshchei biokhimii* [Workshop on general biochemistry]. Moscow, Prosveshchenie Publ., 1975. 318 p.
6. Fishbach F., Dunning M. *A manual of laboratory diagnostic tests*. Lppincott Williams & Wilkins, 2004. 1291 p.
7. Trinder P. Determination of glucose in blood using glucose oxidase with an alternative oxygen acceptor. *Ann. Clin. Biochem.*, 1969, pp. 24-25.

8. Abramov M. G. *Gematologicheskii atlas* [Hematological Atlas]. Moscow, Meditsina Publ., 1985. 344 p.

9. Katmakov P. S., Gavrilenko V. P., Bushov A. V. *Biometriia* [Biometrics]. Moscow, Iurait Publ., 2019. 177 p.

10. Lakin G. F. *Biometriia* [Biometrics]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 1990. 293 p.

11. Matishov G. G., Kokoza A. A., Metallov G. F., Geraskin P. P. *Kompleksnyi podkhod k probleme sokhraneniia i vosproizvodstva osetrovyykh ryb Kaspiiskogo moria* [An integrated approach to the problem of conservation and reproduction of sturgeon fish of the Caspian Sea]. Rostov-on-Don, Izd-vo IuNTs RAN, 2017. 352 p.

12. Metallov G. F., Geraskin P. P., Aksenov V. P., Levina O. A. *Mnogoletnii monitoring fiziologicheskogo so-*

stoianii osnovnykh vidov kaspiiskikh osetrovyykh ryb [Long-term monitoring of the physiological state of the main Caspian sturgeon species]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Rybnoe khoziaistvo*, 2016, no. 1, pp. 88-97.

13. Zhandalgarova A. D., Bakhareva A. A., Grozesku Iu. N., Akhmedzhanov A. B. *Opyt primeneniia piobakteriofaga polivalentnogo ochishchennogo (Pyobacteriophagum polyvalentum purum) v akvakul'ture* [Experience of application of polyvalent purified pyobacteriophage (*Pyobacteriophagum polyvalentum purum*) in aquaculture]. *Rybnoe khoziaistvo*, 2021, no. 4, pp. 7680.

Статья поступила в редакцию 09.10.2023; одобрена после рецензирования 13.11.2023; принята к публикации 08.12.2023
The article was submitted 09.10.2023; approved after reviewing 13.11.2023; accepted for publication 08.12.2023

Информация об авторах / Information about the authors

Аделя Джуманияшевна Жандалгарова – кандидат сельскохозяйственных наук; доцент кафедры аквакультуры и водных биоресурсов; Астраханский государственный технический университет; zhandalgarova@mail.ru

Анна Александровна Бахарева – доктор сельскохозяйственных наук, доцент; профессор кафедры аквакультуры и водных биоресурсов; Астраханский государственный технический университет; заведующий кафедрой ихтиологии и рыбоводства; Московский государственный университет технологий и управления имени К. Г. Разумовского (Первый казачий университет); bahareva.anya@yandex.ru

Юлия Николаевна Грозеску – доктор сельскохозяйственных наук, доцент; заведующий кафедрой аквакультуры и водных биоресурсов; Астраханский государственный технический университет; grozesku@yandex.ru

Adelya D. Zhandalgarova – Candidate of Agricultural Sciences; Assistant Professor of the Department of Aquaculture and Water Bioresources; Astrakhan State Technical University; zhandalgarova@mail.ru

Anna A. Bakhareva – Doctor of Agricultural Sciences, Assistant Professor; Professor of the Department of Aquaculture and Water Bioresources; Astrakhan State Technical University; Head of the Department of Ichthyology and Fish Breeding; K. G. Razumovsky Moscow State University of technologies and management (the First Cossack University); bahareva.anya@yandex.ru

Yulia N. Grozesku – Doctor of Agricultural Sciences, Assistant Professor; Head of the Department of Aquaculture and Water Bioresources; Astrakhan State Technical University; grozesku@yandex.ru

