



## ФАРМАКОЛОГИЯ, ТОКСИКОЛОГИЯ, ФАРМАЦИЯ

УДК 597.442:639.043.2

DOI:10.52419/issn2072-2419.2023.4.126

### ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ПРЕПАРАТОВ НА ТЕМПЫ РОСТА ЛИЧИНОК СТЕРЛЯДИ

Кузьмичева С.В.<sup>1\*</sup> – науч. сотр. лабораторией иммунологии (ORCID 0000-0001-9476-3858); Микряков Д.В.<sup>1</sup> – канд. биол. наук, зав. лабораторией иммунологии, (ORCID 0000-0001-9086-1688); Новиков Д.А.<sup>1</sup> – зав. стационаром полевых, экспериментальных и экспедиционных работ (ORCID 0009-0005-6172-7785); Салов С.Р.<sup>2</sup> – студ. (ORCID 0009-0009-5389-7935).

<sup>1</sup> ФГБУН «Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН».

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Ярославский государственный аграрный университет».

\*kuzmicheva.sv@ibiw.ru

**Ключевые слова:** личинка стерляди, кормовая добавка «Аквадан», пробиотик «СУБ-ПРО», антибактериальный препарат «Антибак-100», рыбохозяйственные показатели.

**Keywords:** sterlet larvae; feed additive «Aquatan»; probiotic «SUB-PRO»; antibacterial preparation «Antibak-100»; fishery indicators.

**Финансирование:** Материалы подготовлены в рамках регионального конкурса Российского научного фонда 2021 года «Проведение фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований малыми отдельными научными группами» (соглашение № 22-26-20111 от 22.03.2022 г).

Поступила: 27.10.2023

Принята к публикации: 17.11.2023

Опубликована онлайн: 08.12.2023

#### РЕФЕРАТ



Проведено экспериментальное исследование влияния различных кормовых добавок на темпы накопления массы и скорость роста личинок стерляди. Четыре группы рыб рассадил в проточные пластиковые бассейны по 150 особей. Контрольная группа (I) – обычный корм, а опытным с добавлением разных препаратов: II – препарат «АКВАТАН» на основе эллаготанинов производства компании «Танин» г. Севница (Словения) из расчета 2 г/кг корма, III – антибактериальный препарат на основе ципрофлоксацина «Антибак-100» (ООО «НВЦ Агроветзащита»), из расчета 0.5 г/кг живой массы рыб, IV – пробиотик на основе *Bacillus subtilis* «СУБ-ПРО» (ООО «Вектор-Евро») из расчета 100 г/т корма. Препараты в корм добавляли согласно инструкциям. Оценку влияние препаратов на рыб исследовали по рыбохозяйственным показателям: среднесуточная скорость роста, абсолютный прирост, среднесуточный прирост и коэффициент массонакопления. За время эксперимента установлено, что величины рыбохозяйственных показателей в разных группах стерляди изменялись с различной интенсивностью в зависимости от вре-

мени после начала эксперимента. Наиболее высокие показатели скорости роста и темпы массонакопления зафиксированы у рыб, которым добавляли в корм «СУБ-ПРО» и «Антибак-100», а наиболее низкие – «АКВАТАН». Полученные результаты указывают на целесообразность дальнейших исследований влияния различных препаратов на рыбохозяйственные показатели объектов аквакультуры.

## ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION

В условиях повышения спроса на осетровые виды рыб, аквакультура – единственный надежный источник увеличения объемов выращивания и служит гарантом продовольственной безопасности России [1]. Выросшее за последние годы воспроизводство и выращивание осетровых рыб связано с увеличением спроса, высокой рентабельностью, сокращением запасов в естественных водоемах.

Стерлядь *Acipenser ruthenus* (Linnaeus, 1758) – один из основных объектов пресноводной аквакультуры [2]. При выращивании рыбы часто подвергаются действию неблагоприятных стресс-факторов (колебаний кислородного и температурного режимов, изменений pH-среды и условий кормления, транспортировки и др.), которые приводят к снижению иммунитета и выживаемости, а также темпов роста и развития [3; 4; 5]. Использование различных лечебных, профилактических препаратов и иммуномодуляторов широко распространено в современной аквакультуре. Антибактериальные препараты используют для лечения бактериальных заболеваний [6]. Для неспецифической иммунопрофилактики применяют различные пробиотики [7], механизм действия которых заключается в повышении активности пищеварительных ферментов и антагонистическом действии на бактериальные антигены и препараты растительного происхождения, повышающие защиту от возбудителей различных заболеваний [8; 9; 10], иммунную активность и выживаемость рыб [11; 12]. Цель исследований – изучение влияния различных препаратов на темпы накопления массы и скорость роста личинок стерляди.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ / MATERIALS AND METHODS

Исследования проводили на личинках стерляди средней массой (0,5 г) в возрасте 1 месяц. Их разделили на четыре

группы: контрольная и 3 опытных добавлением препаратов. Каждую группу по 1000 особей рассадили в проточные пластиковые бассейны, объемом 0,3 м<sup>3</sup>. За время эксперимента температура воды колебалась в пределах 17 – 20°C, содержание кислорода от 7 до 10 мг О<sub>2</sub>/л на выходе из бассейна, уровень pH и азотистых метаболитов в норме. Стерлядь кормили 24 раза в сутки кормом для рыб фирмы «Alltech Coppens Advance». Согласно данным производителя в состав этого вида корма входят белки (56%), жиры (15%), клетчатка (0,3%), зола (11,6%), фосфор (1,75%) и витамин А (14000 МЕ/кг). В первую неделю эксперимента для кормления использовали гранулы размером 0,2-0,3 мм, далее личинок переводили на гранулы размером 0,3-0,5 мм. Используемый в эксперименте корм различался только размерами гранул. Контрольная группа (I) – простой корм, а опытным с добавлением разных препаратов: II – препарат «АКВАТАН» на основе эллаготанинов производства компании «Танин» г. Севница (Словения) из расчета 2 г/кг корма, III – антибактериальный препарат на основе ципрофлоксацина «Антибак-100» (ООО «НВЦ Агроветзащита»), из расчета 0,5г/кг живой массы рыб, IV – пробиотик на основе *Bacillus subtilis* «СУБ-ПРО» (ООО «Вектор-Евро») из расчета 100 г/т корма. Препараты в корм добавляли согласно инструкциям.

Взвешивание личинок проводили путем облова из всех бассейнов. По 200 особей из каждой группы сажали в ведро с водой с заранее известной массой и взвешивали с помощью весов марки M-ER 223AC-15.2 LED. За среднее значение массы 200 личинок принималось среднее арифметическое по результатам трех взвешиваний. Далее высчитывали среднюю массу одной личинки.

Оценку влияние кормовых добавок,

препаратов и пробиотиков на темпы роста рыб рассчитывали по общепринятым показателям [13; 14; 15]:

1. Среднесуточную скорость роста по формуле сложных процентов:

$$A = [(m_k / m_o) 1/t - 1] \times 100 (\%),$$

где  $m_k$  и  $m_o$  – масса рыбы в конце и в начале опыта;  $t$  – продолжительность опыта, сут.

2. Абсолютный прирост:

$$P_{аб} = m_k - m_o,$$

где  $m_k$  – конечная масса испытуемых рыб, г;  $m_o$  – начальная масса молоди, г.

3. Среднесуточный прирост:

$$P_{ср.сут.} = (m_k - m_o)/t,$$

где  $m_k$  – конечная масса рыб, г;  $m_o$  – начальная масса молоди, г;  $t$  – продолжительность опыта, сут.

4. Для более точного определения скорости роста коэффициент массонакопления:

$$K_m = ((M_k/3 - M_o/3) * 3)/t,$$

где  $K_m$  – общий продукционный коэффициент скорости роста;  $M_k$  и  $M_o$  – конечная и начальная масса рыбы, г;  $t$  – продолжительность выращивания, сут.

Таблица 1 – Рыбоводно-хозяйственные показатели

№	Средняя масса личинки, г.	Рыбоводхозяйственные показатели			
		Среднесуточная скорость роста, %	Абсолютный прирост, г.	Среднесуточный прирост, г.	Коэффициент массонакапливания, ед.
	через 7 сут.				
I	0,55	1,37	0,05	0,007	0,01
II	0,60	2,63	0,1	0,01	0,02
III	0,70	4,92	0,2	0,02	0,04
IV	0,60	2,63	0,1	0,01	0,02
	через 14 сут				
I	0,80	3,41	0,3	0,021	0,028
II	0,70	2,43	0,2	0,014	0,020
III	0,75	2,93	0,25	0,017	0,024
IV	0,70	2,43	0,2	0,014	0,020
	через 21 сут				
I	1,15	4,04	0,65	0,03	0,036
II	1,05	3,59	0,55	0,026	0,031
III	1,15	4,04	0,65	0,03	0,036
IV	1,17	4,13	0,67	0,031	0,037
	через 27 сут				
I	1,60	4,4	1,1	0,04	0,041
II	1,57	4,32	1,07	0,039	0,04
III	1,72	4,68	1,22	0,045	0,044
IV	1,75	4,74	1,25	0,046	0,045

Примечание: I – Контрольная группа; II – «АКВАТАН»; III – «Антибак-100»; IV – «СУБ-ПРО».

## РЕЗУЛЬТАТЫ / RESULTS

Используемые в качестве кормовых добавок препараты оказали влияние на скорость роста и накопления массы опытных рыб (таблица). Отличия зафиксированы как опытных групп от контроля, так и между разными опытными группами.

За время эксперимента установлено, что величины рыбохозяйственных показателей в разных группах стерляди изменялись с различной интенсивностью в зависимости от времени после начала эксперимента. Наиболее высокие рыбохозяйственные показатели отмечены на 7 сутки с начала эксперимента в группе с «Антибак-100», на 14 сутки в контроле. В последующие сроки наблюдения – в 4-й группе с добавлением «СУБ-ПРО».

В конце эксперимента наиболее низкие исследуемые рыбохозяйственные показатели зафиксированы у личинок второй группы, которым добавляли в корм препарат «АКВАТАН». Тогда, как наиболее высокие исследуемые параметры отмечены у третьей («Антибак-100») и четвертой («СУБ-ПРО») групп. Зафиксированные отличия исследуемых параметров к концу эксперимента в исследуемых группах рыб связаны с воздействием используемых препаратов на процессы пищеварения и усвоения корма.

«СУБ-ПРО» оказал благоприятное влияние, т.к. механизм действия этого пробиотика заключается в колонизации кишечника рыбы полезными микроорганизмами, которые повышают активность ферментов, функционирующих в кишечнике рыб. Однако бактерии р. *Bacillus* не колонизируют кишечник рыб, и их концентрация должна постоянно поддерживаться [16].

Высокие показатели у рыб 3 группы по сравнению контролем, вероятно, связаны с положительным воздействием антибиотика на активность пищеварительных ферментов. Ранее было установлено положительное влияние препарата «Антибак-100» на протеолитическую активность слизи оболочки кишечника у годовиков карпа *Cyprinus carpio* L. [17].

Низкие показатели темпов накопления

массы и скорости роста личинок стерляди второй группы указывают на отсутствие положительного влияния препарата «АКВАТАН». Исследования в основном проводили на лососевых видах рыб [18; 19] и, вероятно, связано с неправильной дозировкой препарата при проведении эксперимента на личинках.

## ВЫВОДЫ / CONCLUSION

Анализ полученных результатов показал отличия влияния исследуемых препаратов на скорость роста и темпы массонакопления у личинки стерляди во время эксперимента. По мере развития организма наиболее положительное воздействие оказывал пробиотик «СУБ-ПРО». Полученные результаты указывают на целесообразность дальнейших исследований влияния различных препаратов на рыбохозяйственные показатели объектов аквакультуры.

## EFFECT OF DIFFERENT PREPARATIONS ON THE GROWTH RATE STERLET LARVAE

Kuzmicheva S.V.<sup>1\*</sup> – researcher (ORCID 0000-0001-9476-3858)4 Mikryakov D.V.<sup>1</sup> – head of laboratory immunology, candidate of Biology (ORCID 0000-0001-9086-1688); Novikov D.A.<sup>1</sup> – head of the Station for field, experimental and expeditionary (ORCID 0009-0005-6172-7785); Salov S.R.<sup>2</sup> – student (ORCID 0009-0009-5389-7935).

<sup>1</sup> Papanin Institute for Biology of Inland Waters, Russian Academy of Sciences

<sup>2</sup> Yaroslavl State Agrarian University

\*kuzmicheva.sv@ibiw.ru

**Financing:** The materials were prepared within the framework of the regional competition of the Russian Science Foundation in 2021 "Conducting foundation scientific research and search for scientific research by small individual scientific groups" (Agreement No. 22-26-20111 of 22.03.2022).

## ABSTRACT

An experimental study of the effect of various feed additives on the rate of mass accumulation, growth rate and survival of

sterlet larvae was carried out. Four groups of fish were planted in flow-through plastic pools with 150 fish each. The control group (I) was fed without additives, while the experimental group was fed with the addition of different preparations: II - preparation "AQUATAN" based on ellagotannins produced by the company "Tanin", Sevnica, Slovenia. Sevnica (Slovenia) at the rate of 2 g/kg of feed, III - antibacterial preparation based on ciprofloxacin "Antibak-100" (LLC "NVTs Agrovetzaschita"), at the rate of 0.5 g/kg live weight of fish, IV - probiotic based on *Bacillus subtilis* "SUB-PRO" (LLC "Vector-Euro") at the rate of 100 g/t feed. The preparations were added to the feed according to the instructions. The effect of preparations on fish was evaluated by fishery indicators: average daily growth rate, absolute growth, average daily gain and mass accumulation coefficient. During the experiment it was found that the values of fishery indicators in different groups of sterlet changed with different intensity depending on the time after the beginning of the experiment. The highest growth rate and mass accumulation rates were recorded in fish fed with SUB-PRO and Antibak-100, and the lowest with Aquatan. The results obtained indicate the expediency of further studies of the effect of various preparations on the fishery parameters of aquaculture objects. aquaculture.

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Богерук, А. К. Аквакультура России: история и современность / А. К. Богерук // Рыбное хозяйство. – 2005. – № 4. – С. 14-18. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18215569>
2. Виноградов, В. К. Биотехника товарного осетроводства / В. К. Виноградов, Е. А. Мельченков // Аквакультура начала XXI века: истоки, состояние, стратегия развития. Матер. междунар. науч.-практ. конф. – Москва. – 2002. – С. 81-87.
3. Головин, П. П. Проблема стресса у рыб в пресноводной аквакультуре: способы диагностики и коррекции / П. П. Головин // Болезни рыб: Сб. науч. тр. – Москва: Компания Спутник, 2004. – Вып. 79. – С. 54-61.
4. Микряков, В. Р. Закономерности формирования приобретенного иммунитета у рыб / В. Р. Микряков. – Рыбинск: ИБВВ РАН, 1991. – 153 с. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21224668>
5. Наумова, А. М. Ихтиологический контроль на осетровых рыбоводных заводах / А. М. Наумова, О. М. Валедская, Л. В. Ларцева, Н. А. Головина, Л. Н. Юхименко, А. Ю. Наумова, А. В. Казарнокова, Е. В. Шестаковская, М. Г. Трофимова, Н. А. Ефимова // Тезисы международной конференции: Осетровые на рубеже XXI века – Астрахань: Издательство «КаспНИРХ», 2000. – С. 268-269.
6. Юхименко, Л. Н. Лечебные и профилактические мероприятия против бактериозов в рыбоводстве / Л. Н. Юхименко, С. Б. Токарева, М. С. Кукин, Л. И. Бычкова // Ветеринария и кормление. – 2021. – № 6. – С. 67-69. – DOI: 10.30917/АТТ-VK-1814-9588-2021-6-18. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47419316>
7. Бычкова, Л. И. Пробиотический препарат СУБ-ПРО (субалин) – альтернатива антибиотикам / Л. И. Бычкова, Л. Н. Юхименко, А. Г. Ходак, О. С. Скоробогатько // Рыбоводство. – 2008. – № 2. – С. 48-49. – Режим доступа: [https://elibrary.ru/author\\_items.asp?author\\_id=1028699&pubrole=100&show\\_refs=1&show\\_option=0](https://elibrary.ru/author_items.asp?author_id=1028699&pubrole=100&show_refs=1&show_option=0)
8. Дегтярик, С. М. Влияние растительных экстрактов на возбудителей аэромоназов и псевдомонозов рыб / С. М. Дегтярик, Е. И. Гребнева, Г. В. Слободническая, Н. А. Бенецкая, Е. В. Максимьюк, А. В. Беспалый // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. – 2016. – № 32. – С. 249-261. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28114134>
9. Nya, E. J. Use of garlic, *Allium sativum*, to control *Aeromonas hydrophila* infection in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum) / E. J. Nya, B. Austin // J. Fish Diseases. – 2009. – Vol. 32, – № 11. – P. 963-970.
10. Sahu, S. Effect of *Allium sativum* on the



- immunity and survival of *Labeorohita* infected with *Aeromonashydrophila* / S. Sahu, B.K. Das, B.K. Mishra, J. Pradhan, N. Sarangi // *J. Appl. Ichthyol.* – 2007. – Vol. 23, – № 1. – P. 80-86.
11. Immanuel, G. Dietary medicinal plant extracts improve growth, immune activity and survival of tilapia *Oreochromismosambicus* / G. Immanuel, R.P. Uma, P. Iyapparaj, T. Citarasu, S. M. Punitha Peter, M. Michael Babu, A. Palavesam // *J. Fish Biol.* – 2009. – 74, – № 7. – P. 1462-1475.
12. Tkachenko, H. The antibacterial activity of the ethanolic leaf extract of *FicusPumilla* L. (MORACEAE) against *Fich Bacterial Patogens* / H. Tkachenko, L. Buyun, O. Kasiyan, E. Terech-Majewska, Z. Osadowski // *Scientific Journal of the Far East State Technical Fisheries University.* – 2018. – № 2. – Т. 45. – P. 20-30.
13. Правдин, П. Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных) / П. Ф. Правдин. – Москва: «Пищ. Пром-ть», 1966. – 250 с.
14. Резников, В. Ф. Стандартная модель массонакопления рыбы / В. Ф. Резников, С. А. Баранов, Е. А. Стариков, Г. И. Толчинский // *Механизация и автоматизация рыбководства и рыболовства во внутренних водоемах: сб. науч. тр.* – Москва: «ВНИИПРХ», 1978. – Вып. 77. – С. 12-14.
15. Castell, J. D. Report of the EIFAC, IUNS and ICES Working Group on the standardization of the methodology in fish nutrition research / J. D. Castell, K. Tiews // *Hamburg, (Federal Republic of Germany, March 21-23, 1979), European Inland Fisheries Advisory Commission. Technical paper 36.* 1979. – P. 1-24.
16. Бурлаченко, И. В. Актуальные вопросы безопасности комбикормов в аквакультуре рыб / И. В. Бурлаченко. – Москва: Издательство «ВНИРО», 2008. – 183 с. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24087440>
17. Кузьмина, В. В. Влияние антибактериальных препаратов и пробиотиков на активность ферментов слизистой оболочки кишечника карпа *Cyprinus carpio*. 2. Протеиназы / В. В. Кузьмина, Д. В. Микряков, М. В. Шалыгин, К. В. Гаврилин // *Проблемы биологии продуктивных животных.* – 2011. – № 4. – С. 18-22. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17949141>
18. Использование эллаготанинов в рационах аквакультуры. [Электронный ресурс] – 2020. – URL: <https://apknews.su/article/213/2594/> (дата обращения 04.08.2021).
19. Зеков, Д. Д. Определение эффективных норм введения кормовой добавки Акватан в рацион радужной форели с биологической оценкой влияния на рыбохозяйственные показатели / Д. Д. Зеков, М. В. Ульянов, Д. В. Микряков, Т. А. Суворова // *Рыбоводство и рыбное хозяйство.* – 2021. – № 11. – С. 66-77. – DOI: 10.33920/sel09211106. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47327779>

## REFERENCES

1. Bogeruk, A. K. Aquaculture of Russia: history and modernity / A. K. Bogeruk // *Fisheries.* 2005:4:14-18. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18215569> (In Russ.)
2. Vinogradov, V. K. Biotechnology of commercial sturgeon farming / V. K. Vinogradov, E. A. Melchenkov // *Aquaculture of the early 21st century: origins, status, development strategy. Mat. international scientific-practical conf.* – Moscow. 2002:81-87.
3. Golovin, P. P. The problem of stress in fish in freshwater aquaculture: methods of diagnosis and correction / P. P. Golovin // *Fish diseases: Coll. scientific tr.* – Moscow: Sputnik Company, 2004:79:54-61.
4. Mikryakov, V. R. Patterns of the formation of acquired immunity in fish / V. R. Mikryakov. – Rybinsk: «IBVV RAS», 1991:153. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21224668> (In Russ.)
5. Naumova, A. M. Ichthyological control at sturgeon hatcheries / A. M. Naumova, O. M. Valedskaya, L. V. Lartseva, N. A. Golovina, L. N. Yukhimenko, A. Yu. Naumova, A. V. Kazarnokova, E. V. Shestakovskaya, M. G. Trofimova, N. A. Efimova // *Abstracts of the international conference: Sturgeon at the turn of the 21st century - Astrakhan: Pub-*

- lishing House "KaspNIRKH", 2000:268-269.
6. Yukhimenko, L. N. Therapeutic and preventive measures against bacterial diseases in fish farming / L. N. Yukhimenko, S. B. Tokareva, M. S. Kukin, L. I. Bychkova // Veterinary medicine and feeding. 2021:6:67-69. – DOI: 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2021-6-18. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47419316> (In Russ.)
7. Bychkova, L. I. Probiotic drug SUB-PRO (subalin) - an alternative to antibiotics / L. I. Bychkova, L. N. Yukhimenko, A. G. Khodak, O. S. Skorobogatko // Fish farming. 2008:2:48-49. – URL: [https://elibrary.ru/author\\_items.asp?authorid=1028699&pubrole=100&showrefs=1&showoption=0](https://elibrary.ru/author_items.asp?authorid=1028699&pubrole=100&showrefs=1&showoption=0) (In Russ.)
8. Degtyarik, S. M. Influence of plant extracts on the causative agents of aeromonosis and pseudomonosis in fish / S. M. Degtyarik, E. I. Grebneva, G. V. Slobodnitskaya, N. A. Benetskaya, E. V. Maksimiyuk, A. V. Bepaly // Issues of fisheries in Belarus. 2016:32:249-261. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28114134>
9. Nya, E. J. Use of garlic, *Allium sativum*, to control *Aeromonas hydrophila* infection in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum) / E. J. Nya, B. Austin // J. Fish Diseases. 2009:32;11:963-970.
10. Sahu, S. Effect of *Allium sativum* on the immunity and survival of *Labeo rohita* infected with *Aeromonas hydrophila* / S. Sahu, B. K. Das, B. K. Mishra, J. Pradhan, N. Sarangi // J. Appl. Ichthyol. 2007:23;1:80-86.
11. Immanuel, G. Dietary medicinal plant extracts improve growth, immune activity and survival of tilapia *Oreochromis mossambicus* / G. Immanuel, R. P. Uma, P. Iyapparaj, T. Citarasu, S. M. Punitha Peter, M. Michael Babu, A. Palavesam // J. Fish Biol. 2009:74;7:1462-1475.
12. Tkachenko, H. The antibacterial activity of the ethanolic leaf extract of *Ficus Pumilla* L. (MORACEAE) against Fish Bacterial Pathogens / H. Tkachenko, L. Buyun, O. Kasiyan, E. Terech-Majewska, Ż. Osadowski // Scientific Journal of the Far East State Technical Fisheries University. 2018:2;45:20-30.
13. Pravdin, P. F. Guide to the study of fish (mainly freshwater) / P. F. Pravdin. – Moscow: "Pishch. Prom-t", 1966:250. (In Russ.)
14. Reznikov, V. F. Standard model of fish mass accumulation / V. F. Reznikov, S. A. Baranov, E. A. Starikov, G. I. Tolchinsky // Mechanization and automation of fish farming and fishing in inland waters: collection. scientific tr. – Moscow: "VNIIPRH", 1978:77:12-14.
15. Castell, J. D. Report of the EIFAC, IUNS and ICES Working Group on the standardization of the methodology in fish nutrition research / J. D. Castell, K. Tiews // Hamburg, (Federal Republic of Germany, March 21-23, 1979), European Inland Fisheries Advisory Commission. Technical paper 36. 1979:1-24.
16. Burlachenko, I. V. Current issues of feed safety in fish aquaculture / I. V. Burlachenko. – Moscow: Publishing House "VNIRO", 2008:183. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24087440> (In Russ.)
17. Kuzmina, V. V. The influence of antibacterial drugs and probiotics on the activity of enzymes in the intestinal mucosa of the carp *Cyprinus carpio*. 2. Proteinases / V. V. Kuzmina, D. V. Mikryakov, M. V. Shalygin, K. V. Gavrilin // Problems of biology of productive animals. 2011:4:18-22. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17949141> (In Russ.)
18. Use of ellagitannins in aquaculture diets. 2020. URL: <https://apknews.ru/article/213/2594/> (date of access 04.08.2021).
19. Zekov, D. D. Determination of effective rates of introduction of the feed additive Aquatan into the diet of rainbow trout with a biological assessment of the effect on fishery indicators / D. D. Zekov, M. V. Ulyanov, D. V. Mikryakov, T. A. Suvorova // Fish farming and fish farming. 2021:11:66-77. – DOI: 10.33920/sel09211106. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47327779> (In Russ.)