

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

УДК 639.3.043.2

Т.В. КОЗЛОВА, д-р с./х. наук, доцент,
профессор кафедры микробиологии и эпизоотологии
Гродненский государственный аграрный университет,
г. Гродно, Республика Беларусь

Н.П. ДМИТРОВИЧ, канд. с.-х. наук,
доцент кафедры биотехнологии
Полесский государственный университет,
г. Пинск, Республика Беларусь

Статья поступила 15 апреля 2023 г.

ВЛИЯНИЕ НОВЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ КОМБИКОРМОВ НА БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ ЛЕНСКОГО ОСЕТРА (*ACIPENSER BAERI* (BRANDT))

Производство продуктов аквакультуры направлено на обеспечение продовольственной безопасности, увеличение доступности рыбопродуктов, улучшение качества питания и здоровья человека. Однако получение рыбной продукции осетровых рыб возможно только при использовании комбикормов высокого качества. Анализ результатов исследований позволил выявить снижение активности щелочной фосфатазы и содержания триглицеридов при использовании опытного комбикорма КО №1, что свидетельствовало об улучшении физиологического состояния и отсутствии негативного влияния на протекание обмена веществ в организме рыб. Количество глюкозы находилось в пределах физиологической нормы для ленского осетра, что свидетельствовало о нормальном физиологическом состоянии рыб, а более низкая активность ферментов АЛТ и АСТ в опытных группах в конце опыта свидетельствовала о положительном влиянии разработанных комбикормов. Таким образом, отмечено значительное положительное влияние применения комбикормов с добавлением суспензии зеленой водоросли хлореллы и жмыхов масличных культур, таких как рапс и сафлор, на биохимические показатели крови ленского осетра.

Ключевые слова: *ленский осетр, суспензия хлореллы, жмых рапса, жмых сафлора, биохимические показатели крови, комбикорм.*

KOZLOVA Tamara V., Doctor of Agric. Sc., Associate Professor,
Professor of the Department of Microbiology and Epizootology
Grodno State Agrarian University, Grodno, Republic of Belarus
E-mail: kozlovaliv@yandex.ru

DMITROVICH Natallya P., PhD in Agric. Sc.,
Associate Professor of the Department of Biotechnology,
Polesky State University, Pinsk, Republic of Belarus
E-mail: natali-rigo@mail.ru

INFLUENCE OF NEW PLANT MIXED FODDERS COMPONENTS ON BLOOD BIOCHEMICAL PARAMETERS OF YOUNG STURGEON (*ACIPENSER BAERI* (BRANDT))

The production of aquaculture products is aimed at ensuring food security, increasing the availability of fish products, improving the quality of nutrition and human health. However, obtaining sturgeon fish products is possible only with the use of high quality mixed fodders. An analysis of the research results revealed a decrease in the activity of alkaline phosphatase and the content of triglycerides when using the experimental mixed feed KO No. 1, which indicated an improvement in the physiological state and the absence of a negative effect on the metabolism in the body of fish. The amount of glucose was within the physiological norm for the Lena sturgeon, which indicated the normal physiological state of the fish, and the lower activity of the ALT and AST enzymes in the experimental groups at the end of the experiment indicated the positive effect of the developed feed. Thus, it is noted a significant positive effect of using of experimental mixed fodders with the addition of a suspension of green algae chlorella and oilseed cakes, such as rapeseed and safflower, on the blood biochemical parameters of Lena sturgeon.

Keywords: *Lena sturgeon, chlorella suspension, rapeseed cake, safflower cake, blood biochemical parameters, mixed fodder.*

Введение. Как известно, одной из главных задач аквакультуры является производство качественной товарной рыбы. В сравнении с другими сельскохозяйственными животными рыба гораздо более эффективно использует энергию корма [4]. Организм рыб способен преобразовывать энергию корма в высококачественные белки, необходимые в рационе человека.

Получение товарной рыбы, а соответственно, и рыбной продукции высокого качества невозможно без использования сбалансированных комбикормов. В настоящее время мировая аквакультура располагает огромным опытом применения в кормах для рыб различных растительных компонентов, в том числе и водорослей. Однако большинство производителей комбикормов используют сухую биомассу водорослей, при этом значительная часть полезных веществ, содержащихся в культуральной жидкости, теряется. Применение суспензии как компонента комбикормов позволяет решить данную проблему. Кроме того, использование жмыхов рапса и сафлора при производстве комбикормов для рыб способно увеличить их пищевую ценность, что, в свою очередь, позволит получать комбикорма более высокого качества.

Одновременно с этим при введении в рацион рыб новых комбикормов или кормовых добавок необходимо проводить постоянный мониторинг физиологического состояния. Это связано с тем, что при применении нека-

чественных и несбалансированных комбикормов возможно его изменение, а следовательно, снижение пищевой активности и темпа роста рыб [11].

Физиологическое состояние рыб может быть оценено по биохимическому составу крови, так как кровь – достаточно информативный индикатор. Она быстро реагирует на действие неблагоприятных факторов и служит одним из ранних показателей нарушения состояния организма.

Исходя из этого, целью данной работы было определение влияния на биохимические показатели крови ленского осетра применения комбикормов с новыми растительными компонентами.

Методика и объекты исследования. Объектом исследований являлся ленский осетр (*Acipenser baeri* (Brandt)). В качестве ингредиентов для совершенствования рецептур отечественных комбикормов использовали суспензию зеленой водоросли хлореллы (*Chlorella vulgaris* (Beijerinck)), жмыхи масличных культур: рапса (*Brassica napus* L.) и сафлора красильного (*Carthamus tinctorius* L.).

Опыты по кормлению проводились в течение 88 дней. Плотность посадки рыб во всех емкостях ($V=0,25 \text{ м}^3$) составляла 140 экз./ м^3 .

Температуру воды и концентрацию растворенного кислорода определяли ежедневно. Водородный показатель (pH), концентрацию аммонийного азота, нитратов, нитритов, ам-

миака, ионов железа, общую жесткость воды – один раз в три дня, используя общепринятые методики [1]. Результаты измерений данных показателей приведены в более ранних работах [5, 8].

В опыте молодь рыб кормили 3 раза в светлое время суток. Суточная норма кормления составляла 1,0–1,3% от массы рыб [15]. Рецептуры опытных комбикормов содержали 2% жмыха рапса и 3% жмыха сафлора красильного на кг массы комбикорма (КО №1), 3% суспензии хлореллы, 2% жмыха рапса и 3% жмыха сафлора красильного на кг массы комбикорма (КО №2). В качестве контроля использовали комбикорм без суспензии хлореллы и жмыхов масличных культур (КО) [5, 8].

Кровь рыб отбирали, соблюдая общепринятые методики [2, 7, 13, 14] до начала кормления рыб и в конце проведения опыта. Из

каждой опытной и контрольной групп для анализа брали по четыре экземпляра ленского осетра. В сыворотке крови определяли содержание общего белка, холестерина, глюкозы, триглицеридов, щелочной фосфатазы, мочевины, аспаратаминотрансферазы и аланинаминотрансферазы. Количество биохимических компонентов крови определяли с помощью биохимического анализатора «ChemWell» согласно методикам, разработанным фирмой «АнализМед».

При математической и статистической обработке результатов использовали программное обеспечение MSExcel.

Результаты и их обсуждение. В начале эксперимента и по его окончании определяли биохимический состав сыворотки крови для выявления влияния комбикормов на физиологическое состояние рыб (таблица).

Таблица – Биохимические показатели крови ленского осетра (среднее ± стандартная ошибка)

Время отбора проб	Контроль (КО)	Опытный комбикорм	
		№1 (КО + 2% рапса + 3% сафлора)	№2 (КО + 2% рапса + 3% сафлора + 3% хлореллы)
Общий белок, г/л			
Начало опыта	9,10±0,09	10,30±1,01	9,25±0,25
Конец опыта	12,70±0,15	10,75±0,16***	11,60±0,27***
Щелочная фосфатаза, ед./л			
Начало опыта	122,50±9,77	164,50±1,85**	139,00±3,29**
Конец опыта	183,50±5,20	160,00±9,94*	198,00±15,76*
Мочевина, ммоль/л			
Начало опыта	0,75±0,06	1,15±0,06**	0,90±0,04**
Конец опыта	0,80±0,09	0,90±0,09	0,60±0,04
Холестерин, ммоль/л			
Начало опыта	1,25±0,06	1,20±0,04	1,50±0,26
Конец опыта	2,45±0,19	1,90±0,22	1,75±0,10
Триглицериды, ммоль/л			
Начало опыта	3,50±0,29	1,50±0,13***	2,40±0,06***
Конец опыта	3,40±0,40	2,10±0,09**	2,25±0,06**
Глюкоза, ммоль/л			
Начало опыта	4,45±0,47	1,95±0,16**	3,00±0,35**
Конец опыта	1,75±0,10	1,50±0,22***	4,90±0,26***
Аланинаминотрансфераза, ед./л			
Начало опыта	18,50±2,10	8,00±0,41**	11,00±0,91**
Конец опыта	52,00±2,94	15,00±1,83***	29,50±1,19***
Аспаратаминотрансфераза, ед./л			
Начало опыта	34,00±3,89	15,50±1,04**	27,00±2,08**
Конец опыта	37,50±2,66	20,50±1,55***	20,50±1,04***

Примечание – *Данные достоверно отличаются при $p < 0,05$, **данные достоверно отличаются при $p < 0,01$, ***данные достоверно отличаются при $p < 0,001$.

Проведенный однофакторный дисперсионный анализ выявил достоверное влияние фактора «вид комбикорма» на биохимические показатели крови ленского осетра за исключением содержания холестерина.

В пробах крови, взятых у рыб в начале эксперимента, содержание общего белка достоверно не отличалось, однако к концу опыта был отмечен достоверный рост данного показателя у рыб всех групп. У рыб, получавших опытный комбикорм с добавлением суспензии хлореллы, жмыхов рапса и сафлора (КО №2), содержание белка было выше на 7,91%, чем у рыб, потреблявших комбикорм без суспензии (КО №1). Колебания количества общего белка сыворотки крови на протяжении эксперимента в пределах от $9,10 \pm 0,09$ г/л до $12,70 \pm 0,15$ г/л могут быть связаны с обменом веществ. В целом содержание общего белка было несколько ниже границы физиологической нормы, которая составляет 20,00–51,00 г/л [10, 12], что может быть связано со стрессом. Однако постепенное дальнейшее увеличение данного показателя могло свидетельствовать о положительном влиянии условий выращивания и состава применявшихся комбикормов.

Значения показателя концентрации мочевины колебались лишь в начале опыта, однако после периода кормления не было выявлено достоверного влияния состава комбикорма на содержание мочевины в крови рыб.

Результаты опыта показали, что активность щелочной фосфатазы не выходила за рамки физиологической нормы (100–190 ед/л [12]). Однако к концу опыта самое большое значение данного показателя отмечено у рыб, потреблявших опытный комбикорм КО №2 ($198,00 \pm 15,76$ ед./л), а в крови у рыб, получавших комбикорм КО №1, было отмечено незначительное снижение активности фермента (в 1,03 раза). Практически все значения находились вблизи верхней границы физиологической нормы, а снижение активности щелочной фосфатазы при потреблении опытного комбикорма КО №1 свидетельствовало об улучшении физиологического состояния молоди ленского осетра.

Нормальное протекание липидного обмена – залог роста и развития рыб без заболеваний и патологических изменений. Содержание холестерина в крови рыб находилось в пре-

делах физиологической нормы: 1,0–2,8 ммоль/л [10], достоверного влияния состава комбикорма на данный показатель отмечено не было. Однако следует отметить тенденцию к незначительному увеличению содержания холестерина при использовании опытных комбикормов КО №1 и КО №2 по сравнению с контролем, при использовании которого отмечено увеличение данного показателя в 1,29 и 1,38 раза соответственно. Исходя из этого, применение новых видов комбикормов не оказывало отрицательного влияния на липидный обмен в организме рыб.

Результаты проведенного однофакторного дисперсионного анализа позволили выявить достоверное влияние фактора «вид комбикорма» на концентрацию триглицеридов. Отмечено изменение количества триглицеридов в крови молоди ленского осетра. Так, при применении опытного комбикорма КО №2 значение данного показателя снизилось в 1,06 раза, также как и при использовании контрольного комбикорма (в 1,03 раза). Однако кормление опытным комбикормом КО №1 приводило к некоторому увеличению (в 1,04 раза) содержания триглицеридов крови рыб. Достоверное снижение содержания триглицеридов, происходившее при использовании опытного комбикорма КО №1, свидетельствовало об отсутствии его негативного влияния на протекание липидного обмена в организме рыб.

Количественное содержание глюкозы в крови рыб является важнейшим показателем углеводного обмена, при этом у осетровых рыб данный показатель подвержен значительным колебаниям [3, 9]. На содержание глюкозы в крови ленского осетра фактор «вид комбикорма» оказывал достоверное влияние. Отмечено снижение концентрации глюкозы в крови рыб контрольной группы и опытной группы, получавшей комбикорм КО №1 в 2,54 и в 1,30 раза соответственно. Одновременно с этим в крови у рыб, получавших опытный комбикорм КО №2, отмечено самое высокое содержание глюкозы в конце опыта – $4,90 \pm 0,26$ ммоль/л, что было больше, чем других группах в среднем в 3,02 раза. Однако, все значения данного показателя находились в пределах физиологической нормы для ленского осетра (1–11 ммоль/л [12, 16]), что свидетельствовало о нормальном физиологи-

ческом состоянии рыб как в опытных группах, так и в контрольной.

Аминотрансферазы объединяют белковый, углеводный и жировой обмены и, следовательно, являются одним из ключевых компонентов обмена веществ. На протяжении всего эксперимента активность данного фермента не превышала физиологическую норму – 40–80 ед./л [12]. Активность АЛТ к концу опыта возросла во всех группах рыб, как опытных, так и контрольной. В контроле активность фермента увеличилась в 2,81 раза, в то время как в опытной группе, употреблявшей комбикорм КО №1, – в 1,88 раза, комбикорм КО №2 – в 2,68 раза. При этом отмечено достоверное влияние состава комбикормов на активность фермента АЛТ.

Кормление опытными комбикормами приводило к изменению активности фермента АСТ. В контрольной группе активность фермента была достоверно выше в 1,83 раза по сравнению с опытными группами. Более низкая активность ферментов АЛТ и АСТ в опытных группах в конце опыта свидетельствовала о положительном влиянии разработанных комбикормов [6].

Выводы. Проведенные исследования показали, что применение опытных комбикормов оказывало достоверное влияние на биохимические показатели крови ленского осетра за исключением содержания холестерина.

Опытные комбикорма обеспечивали нахождение большинства показателей белкового, липидного и углеводного обменов в рамках физиологических норм в организме рыб.

Таким образом, разработанные комбикорма с добавлением суспензии хлореллы обыкновенной, жмыхов рапса обыкновенного и сафлора красильного обеспечивали нормальное физиологическое состояние молоди ленского осетра с тенденцией к улучшению по ряду показателей.

Список литературы

1. Алекин, О. А. Руководство по химическому анализу вод суши / О. А. Алекин, А. Д. Семенов, Б. А. Скопинцев; Гл. упр. гидрометеорол. службы при Совете Министров СССР, Гидрохим. ин-т. – [3-е изд.]. – Л.: Гидрометеиздат, 1973. – 269 с.
2. Аминова, В. А. Физиология рыб / В. А. Аминова, А. А. Яржомбек. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1984. – 200 с.
3. Ахметова, В. В. Оценка морфологической и биохимической картины крови карповых рыб, выращиваемых в ООО «Рыбхоз» Ульяновского района Ульяновской области / В. В. Ахметова, С. Б. Васина // Вестн. Ульян. гос. с.-х. акад. – 2015. – № 3 (31). – С. 53–58.
4. Власов, В. А. Пресноводная аквакультура: учеб. пособие / В. А. Власов. – М.: КУРС: ИНФРА-М, 2017. – 384 с.
5. Выращивание молоди ценных видов рыб при использовании комбикормов, содержащих суспензию водоросли и жмыхи масличных культур: рекомендации / Т. В. Козлова, Н. П. Дмитриевич, А. И. Козлов, Н. А. Кузнецов, Е. В. Нестерук. – Гродно: ГГАУ, 2021. – 19 с.
6. Гулиев, Р. А. Особенности динамики трансфераз крови и их взаимосвязь с микроэлементным составом некоторых прудовых рыб Астраханской области / Р. А. Гулиев // Естеств. Науки. – 2011. – № 1 (34). – С. 114–117.
7. Иванов, А. А. Физиология рыб / А. А. Иванов. – М.: Изд-во «Лань», 2011. – 288 с.
8. Козлова, Т. В. Использование в комбикормах суспензии хлореллы и жмыхов масличных культур при выращивании молоди ленского осетра (*Acipenser baeri* Brandt) / Т. В. Козлова // Животноводство и ветеринарная медицина. 2021. – № 3. – С. 12–15.
9. Назыров, А. Д. Биоаккумуляция тяжелых металлов, диоксинов и влияние на гематологические биохимические показатели гидробионтов р. Уфа: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 16.00.02 / А. Д. Назыров; Башкир. гос. аграр. ун-т. – Уфа, 2003. – 23 с.
10. Опыт выращивания гибрида «русский осетр х ленский осетр» (*Acipenser gueldenstedtii* Brandt et Ratzeburg, 1833 х *Acipenser baeri* Brandt, 1869) в установке замкнутого водоснабжения / О. А. Левина, И. П. Степанова, Г. Ф. Металлов, М. Н. Сорокина // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2015. – № 3. – С. 17–25.
11. Оценка физиологического состояния сеголетков форели при использовании отечественного экструдированного комбикорма / Н. Н. Гадлевская, С. М. Дегтярик, И. Н. Селивончик, М. Н. Титюнова, И. А.

- Орлов // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси: сб. науч. тр. / РУП «Институт рыбного хозяйства»; под общ. ред. В.Ю. Агееца. – Минск, 2013. – С. 123–128.
12. Пронина, Г. И. Референсные значения физиолого-иммунологических показателей гидробионтов разных видов / Г. И. Пронина, Н. Ю. Корягина // Вестник АГТУ. Сер.: Рыбное хозяйство. – 2015. – № 4. – С. 103–108.
 13. Усов, М. М. Физиология рыб : методические указания к лабораторным занятиям / М. М. Усов. – Горки : БГСХА, 2014. – 36 с.
 14. Фізіялогія рыб: Практикум: навч. посіб. / П.А. Дехтярьов [і інш.]. – Київ : Вища шк., 2001. – 127 с.
 15. Щербина, М. А. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре / М. А. Щербина, Е. А. Гамыгин. – М. : Изд-во ВНИРО, 2006. – 360 с.
 16. Эколого-физиологическая характеристика рыб малых рек южного урала / Н.Г. Курамина, Э.Э. Нуртдинова, А.Д. Назыров, Г. Д. Виноградов, А. Ю. Матвеева, О. В. Богатова // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2015. – № 4 (179). – С. 240–243.
- References**
1. Alekin O.A. *Rukovodstvo po himicheskomu analizu vod sushi* [Guidelines for the chemical analysis of land waters]. L., Gidrometizdat, 1973, 269 p. (In Russian)
 2. Amineva V.A., Yarzombek A.A. *Fiziologiya ryib* [Fish physiology]. M., Legkaya i pischevaya prom-st, 1984, 200 p. (In Russian)
 3. Ahmetova V.V., Vasina S.B. Ocenka morfologicheskoy i biohimicheskoy kartiny krovi karpovyh ryb, vyrashchivaemyh v OOO «Rybhov» Ulyanovskogo rajona Ulyanovskoy oblasti [Evaluation of the morphological and biochemical picture of the blood of cyprinids grown in OOO Rybhov, Ulyanovsk district, Ulyanovsk region]. *Vestn. Ulyan. gos. s.-h. akad.* [Vestn. Ulyan. state agric. acad.], 2015, no. 3(31), pp. 53–58. (In Russian)
 4. Vlasov V.A. *Presnovodnaya akvakultura : ucheb. posobie* [Freshwater aquaculture: studies. manual]. M., COURSE: INFRA-M, 2017, 384 p. (In Russian)
 5. Kozlova T.V., Dmitrovich N.P., Kozlov A.I., Kuznecov N.A., Nesteruk E.V. *Vyrashchivanie molodi cennyh vidov ryb pri ispol'zovanii kombikormov, soderzhashchih suspenziyu vodorosli i zhmyhi maslichnyh kul'tur: rekomendacii* [Growing juveniles of valuable fish species using compound feed containing a suspension of algae and oilseed cake: recommendations]. Grodno, GGAU, 2021. 19 p. (In Russian)
 6. Guliev R.A. Osobennosti dinamiki transferaz krovi i ih vzaimosvyaz' s mikroelementnym sostavom nekotoryh prudovyh ryb Astrahanskoj oblasti [Features of the dynamics of blood transferases and their relationship with the microelement composition of some pond fish of the Astrakhan region]. *Estestv. nauki* [Natural. Sciences], 2011, no. 1 (34), pp. 114–117 (In Russian)
 7. Ivanov A.A. *Fiziologiya ryib* [Fish physiology]. M., Izd-vo «Lan», 2011, 288 p. (In Russian)
 8. Kozlova T.V. Ispol'zovanie v kombikormah suspenzii hlorelly i zhmyhov maslichnyh kul'tur pri vyrashchivanii molodi lenskogo osetra (Acipenser baeri Brandt) [The use of chlorella suspension and oilseed oilcake in compound feed when growing juvenile Lena sturgeon (Acipenser baeri Brandt)]. *Zhivotnovodstvo i veterinarnaya medicina* [Animal husbandry and veterinary medicine], 2021, no. 3, pp. 12–15 (In Russian)
 9. Nazyrov A.D. *Bioakkumulyaciya tyazhelyh metallov, dioksinov i vliyanie na gematologicheskie biohimicheskie pokazateli gidrобионтов r. Ufa* [Bioaccumulation of heavy metals, dioxins and the effect on hematological biochemical parameters of hydrobionts of the river]. Abstract of Ph. D. thesis. Ufa, 2003, 23 p. (In Russian)
 10. Levina O.A., Stepanova I.P., Metallov G.F., Sorokina M.N. Opyt vyrashchivaniya gibrida «russkij osetr x lenskij osetr» (Acipenser gueldenstedtii Brandt et Ratzeburg, 1833 x Acipenser baeri Brandt, 1869) v ustanovke zamknutogo vodosnabzheniya [Experience in growing the hybrid "Russian sturgeon x Lena sturgeon" (Acipenser gueldenstedtii Brandt et Ratzeburg, 1833 x Acipenser baeri Brandt, 1869) in a recirculating water supply system]. *Tekhnologii pishchevoj i pererabatyvayushchej promyshlennosti APK – produkty zdorovogo pitaniya* [Technologies of food and

- processing industry of the agro-industrial complex – healthy food products], 2015, no. 3, pp. 17–25 (In Russian)
11. Gadlevskaya N.N., Degtyarik S.M., Selivonchik I.N., Tityunova M.N., Orlov I.A. Ocenka fiziologicheskogo sostoyaniya segoletkov foreli pri ispol'zovanii otechestvennogo ekstrudirovannogo kombikorma [Assessment of the physiological state of trout underyearlings using domestic extruded compound feed]. *Voprosy rybnogo hozyajstva Belarusi: sb. nauch. tr.* [Issues of fisheries in Belarus: Sat. scientific tr.], Minsk, 2013, pp. 123–128 (In Russian)
 12. Pronina G.I., Koryagina N.Yu. Referentsnyie znacheniya fiziologo-immunologgicheskikh pokazateley gidrobiontov raznyih vidov [Reference values of physiological and immunological parameters of hydrobionts of different species]. *Vestnik AGTU. Ser.: Rybnoe hozyajstvo* [ASTU Bulletin. Ser.: Fisheries], 2015, no. 4, pp. 103–108. (In Russian)
 13. Usov M.M. *Fiziologiya ryib : metodicheskie ukazaniya k laboratornyim zanyatiyam* [Fish physiology: guidelines for laboratory studies]. Gorki, BGSFA, 2014, 36 p. (In Russian)
 14. Dekhtyar'ov P.A. *Fiziologiya rib: Praktikum: navch. posib.* [Physiology of fish: guidelines for laboratory studies]. Kiiv, Vishcha shk., 2001, 127 p. (In Russian)
 15. Scherbina M.A., Gamygin E.A. *Kormlenie ryib v presnovodnoy akvakulture* [Feeding fish in freshwater aquaculture]. M., Izd-vo VNIRO, 2006, 360 p. (In Russian)
 16. Kuramshina N.G., Nurtdinova E.E., Nazyrov A.D., Vinogradov G.D., Matveeva A.YU., Bogatova O.V. Ekologo-fiziologicheskaya harakteristika ryb malyh rek yuzhnogo urala [Ecological and physiological characteristics of fish from small rivers of the southern Urals] *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin Orenburg State University], 2015, no. 4 (179), pp. 240–243. (In Russian)

Received 15 April 2023