

УДК 639.371.2.043.13:[636.085.622:577.118]
ББК 47.294-451:28.072.52/53

Г. Ф. Металлов, О. А. Левина, В. А. Григорьев, А. В. Ковалёва

БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ДОБАВКИ В ПРОДУКЦИОННЫХ КОРМАХ ДЛЯ ОСЕТРОВЫХ ПОРОД РЫБ

G. F. Metallov, O. A. Levina, B. A. Grigoriev, A. V. Kovaleva

BIOLOGICALLY ACTIVE ADDITIVES IN PRODUCTIVE STURGEON DIETS

По мере перехода рыбоводства на промышленную основу на первый план выступают проблемы, связанные с техногенным воздействием новых биотехнологий на организм выращиваемых рыб. Это предполагает глубокое изучение не только рыбоводно-биологических показателей, но и физиологического состояния культивируемых рыб. Изучение обменных процессов в период выращивания позволяет не только своевременно принять решение по корректировке отдельных этапов рыбоводной технологии, но и своевременно скорректировать их физиологическое состояние, применяя различные пробиотические и витаминно-минеральные добавки. Исследования были выполнены в 2013 г. в лаборатории водных биоресурсов и аквакультуры на базе экспериментального аквариального комплекса «Кагальник» Южного научного центра Российской академии наук в условиях замкнутого водоснабжения. В качестве объекта исследований использовали сеголеток гибрида стерлядь × белуга (*Acipenser ruthenus* × *Acipenser huso* Linnaeus). В качестве биопрепаратов при кормлении добавляли пробиотик Бацелл, а также витаминно-минеральный комплекс Е-селен вместе с пробиотиком Бацелл. Рыб кормили сухим гранулированным кормом Efico Sigma840 № 3–4 (BioMar). Результаты исследований подтвердили, что применение препарата Е-селен в низких концентрациях при кормлении рыб практически не увеличивает массовые характеристики. Применение профилактических доз ориентировано в первую очередь на стабилизацию перекисных процессов и, соответственно, физиологического состояния животного, деформируемого технологическими условиями выращивания.

Ключевые слова: осетровые, установка замкнутого водоснабжения, кормление рыб, пробиотик, селен.

While transferring fish breeding to the industrial basis the problems connected with technogenic impact of new biotechnologies on grown-up fishes become obvious. It assumes the deep studying not only piscicultural and biological, but physiological condition of cultivated fishes. Studying of exchange processes during cultivation allows not only to make in due time decision on correction of separate stages of fish-breeding technology, but in proper time to correct their physiological condition, applying various probiotic and vitamin and mineral additives. Researches have been executed in 2013 in the laboratory of water bioresources and aquaculture on the basis of the experimental aquaculture complex "Kagalnik" of the Southern Scientific Center of the Russian Academy of Sciences in the conditions of the recircular system. Fingerlings of a hybrid sterlet × beluga (*Acipenser ruthenus* × *Acipenser huso* Linnaeus) were used as objects of the researches. When feeding probiotic Batsell, as well as the vitamin and mineral E-selenium complex were added as biological products. Fishes were fed with the dry granulated feed of Efico Sigma 840 N 3–4 (BioMar). The results of the conducted researches confirmed that the use of low concentration of E-selenium when feeding fishes practically don't increase in mass characteristics. Application of preventive doses, first of all, is directed on stabilization of peroxide processes and correspondingly on physiological condition of an animal deformed by technological conditions of cultivation.

Key words: sturgeon, recircular system, feeding of fishes, probiotic, selenium.

Введение

Технологии, используемые в настоящее время при выращивании сельскохозяйственных животных, в том числе и рыб, как правило, сопровождаются стрессовыми ситуациями, которые, в свою очередь, индуцируют процессы свободно-радикального окисления (СРО).

Выращивание объектов аквакультуры, и в частности осетровых, в условиях рыбоводных хозяйств и использование при этом легкоокисляемых высокожирных кормов также индуцирует в организме рыб процессы СРО и нарушения обмена веществ, следствием чего являются недостаточный прирост и задержка развития рыб [1].

Одним из направлений усовершенствования биотехники разведения животных, в том числе и рыб, является использование средств адаптогенного действия. Особое внимание в настоящее время уделяется средствам антиоксидантного действия, в частности витаминам и микроэлементам. Исключительно важную роль в инактивировании процесса окисления полиненасыщенных жирных кислот и стабилизации клеточных мембран играют витамин Е (α -токоферол) и микроэлемент селен (Se) [2–5].

Исследований по применению селена в комплексе с витаминами для кормления сельскохозяйственных животных достаточно много. Однако при выращивании рыб, и особенно осетровых, результатов применения этого витаминно-минерального комплекса недостаточно, т. к. они не дают целостной картины получаемого эффекта [6].

Помимо микроэлементов и витаминов для восстановления нормального физиологического состояния животных широко используются различные пробиотические препараты, которые укрепляют естественный иммунитет за счёт активизации роста полезных микроорганизмов, вытесняя из состава кишечного микробиоценоза патогенные формы [7].

Цель исследований – изучить влияние препарата Е-селен при его взаимодействии с новым пробиотиком Бацелл на динамику рыбоводно-биологических показателей и физиологическое состояние молоди гибрида стерлядь \times белуга (*Acipenser ruthenus* \times *Acipenser huso* Linnaeus) в условиях замкнутого водоснабжения (УЗВ). Для достижения цели необходимо было изучить влияние пробиотика Бацелл и комплексного препарата Бацелл + Е-селен на рост, развитие и физиологическое состояние сеголеток гибрида стерлядь \times белуга (*Acipenser ruthenus* \times *Acipenser huso* Linnaeus).

Материалы и методы исследований

Исследования были выполнены в 2013 г. в лаборатории водных биоресурсов и аквакультуры на базе экспериментального аквариального комплекса «Кагальник» Южного научного центра Российской академии наук. В качестве объекта исследований использовали сеголеток гибрида стерлядь \times белуга (*Acipenser ruthenus* \times *Acipenser huso* Linnaeus).

Выращивание рыбы проводили в бассейнах размерами 1,0 \times 1,0 \times 0,5 м при контролируемых гидрохимических и гидрологических условиях: температурный режим поддерживался на уровне 17–19 °С, кислородный режим изменялся в пределах 6–7 мг/л, значения рН – 6–7 ед.

В качестве биопрепаратов при кормлении добавляли пробиотик Бацелл, а также витаминно-минеральный комплекс Е-селен + пробиотик Бацелл. Рыб кормили сухим гранулированным кормом Elico Sigma840 № 3–4 (BioMar) по стандартным нормам с корректировками по поедаемости. Нормы ввода пробиотика и витаминно-минерального комплекса в корм определяли на основании литературных данных и доз, принятых в сельском хозяйстве. Исследование проводили по следующей схеме:

1. Контроль – кормление сухим гранулированным кормом BioMar № 3–4.
2. Опыт № 1 – добавление в рацион пробиотика Бацелл в составе спорообразующих бактерий *Bacillus subtilis* 945(B-5225); ацидофильных бактерий *Lactobacillus acidophilus* L917 (B-4625); *Ruminococcus albus* 37(B-4292) (0,2 % от массы сухого корма).
3. Опыт № 2 – добавление в рацион пробиотика Бацелл (0,2 % от массы сухого корма) и витаминно-минерального комплекса Е-селен (300 мкг селена/кг корма).

Ранее было установлено, что применение комплекса Е-селен в дозе 300 мкг/кг корма способствовало незначительному увеличению показателей роста молоди гибридных форм осетровых [8].

Изменение весовых характеристик контролировали с помощью аналитических весов Ohaus Pioneer. Состояние исследуемых рыб и эффективность выращивания оценивали на основании данных весового роста, выживаемости, коэффициента массонакопления [9]. Взвешивание и измерение рыбы проводили согласно разработанным рекомендациям [10].

Физиологическое состояние рыб оценивали по содержанию гемоглобина [11, 12], СОЭ, уровню холестерина [13, 14] и общих сывороточных липидов [15–17], концентрации общего сывороточного белка [18]. Для гематологических исследований кровь у рыб брали прижизненно из хвостовой вены.

Результаты исследований обработаны с применением общепринятых методов биологической статистики [19] и программы Microsoft Excel. Уровень различий оценивали с помощью критерия достоверности Стьюдента.

Результаты исследований и их обсуждение

В результате исследований было выявлено, что абсолютный прирост рыб, выращенных в оптимальных условиях среды с добавлением в рацион пробиотика Бацелл и комплекса Бацелл + Е-селен, выше, чем в контрольном варианте в 6,8 и 3,7 раза соответственно. В варианте, где применяли комплекс добавок, прирост был несколько ниже, чем у рыб, в корм которым добавляли чистый пробиотик – на 26,2 %. Аналогичная динамика свойственна и другим массовым характеристикам (рис. 1).

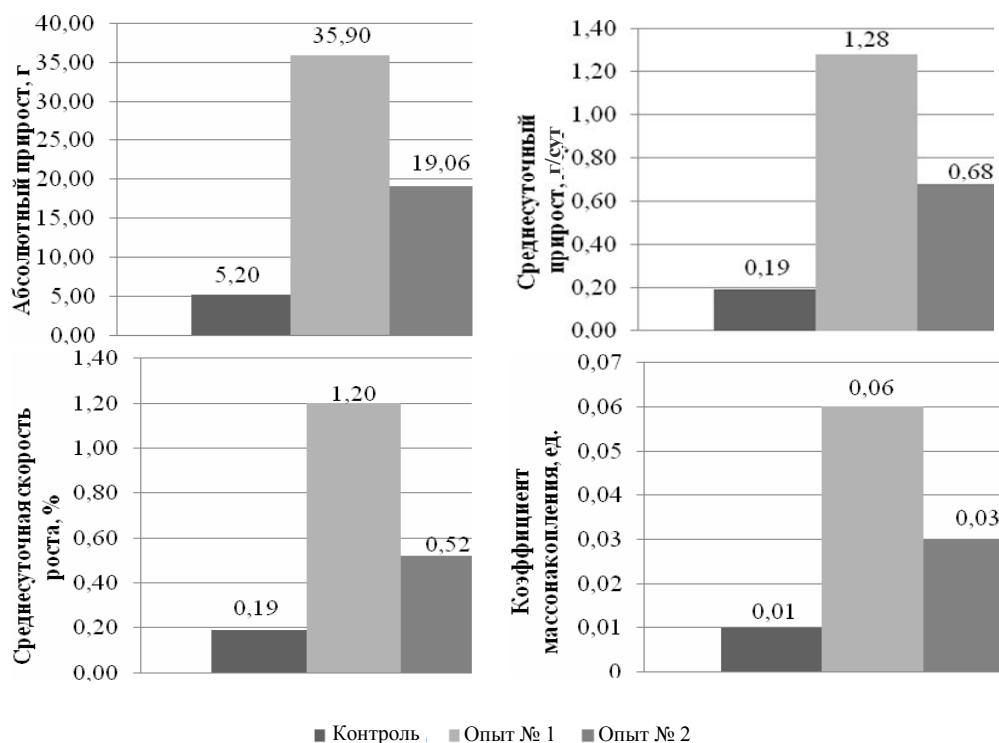


Рис. 1. Показатели роста стерляди при введении в рацион пробиотика Бацелл и препарата Е-селен

Таким образом, в оптимальных условиях среды наибольшую прибавку по массе дал пробиотик Бацелл. Снижение абсолютного прироста массы в опыте, где применялся комплекс Бацелл + Е-селен, можно объяснить образованием нерастворимых форм при его вступлении в контакт с микрофлорой кишечника и выводом части пробиотика вместе с кормом из организма рыб [20].

Кроме изучения рыбоводно-биологических параметров у экспериментальных рыб, исследовали динамику гематологических показателей. Исследование красной крови (рис. 2) показало, что значения СОЭ были ниже установленной нормы, характерной для осетровых в естественной среде (2–4 мм/ч), во всех вариантах эксперимента (0,5–2,0 мм/ч). Это связано со спецификой выращивания и кормления рыб в УЗВ и обусловлено изменением соотношения альбуминов и глобулинов в крови экспериментальных рыб. Однако в процессе эксперимента наблюдалось достоверное увеличение значений СОЭ. Биологически активные добавки, и в первую очередь пробиотик, повлияли на положительную динамику значений СОЭ в крови рыб. Е-селен, содержащийся в составе комплексного препарата, оказался менее эффективным.

Динамика значений гемоглобина в крови опытных рыб находилась в пределах нормы (50–80 г/л), характерной для рыб из естественных водоемов. Более существенное увеличение уровня гемоглобина от исходного уровня выявлено у рыб, которым добавляли в рацион комплекс Бацелл + Е-селен. Положительное влияние на динамику этого физиологического показателя оказал Е-селен.

Концентрация сывороточного белка в крови гибрида стерлядь × белуга в начале эксперимента была ниже нормы (23,0–25,0 г/л) и достоверно не отличалась во всех опытных вариантах и контроле. При добавлении в корм комплексного препарата Бацелл + Е-селен наблюдалось некоторое увеличение уровня транспорта белка в крови – $28,24 \pm 1,71$ г/л по сравнению с другими вариантами эксперимента (рис. 3).

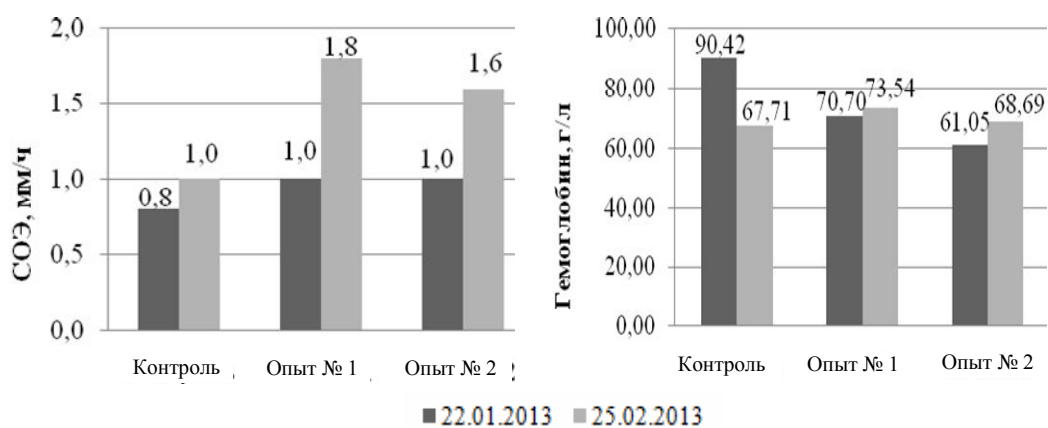


Рис. 2. Динамика значений СОЭ и гемоглобина при введении в рацион молоди стербела пробиотика Бацелл и 300 мкг/кг Е-селен ($n = 10$)

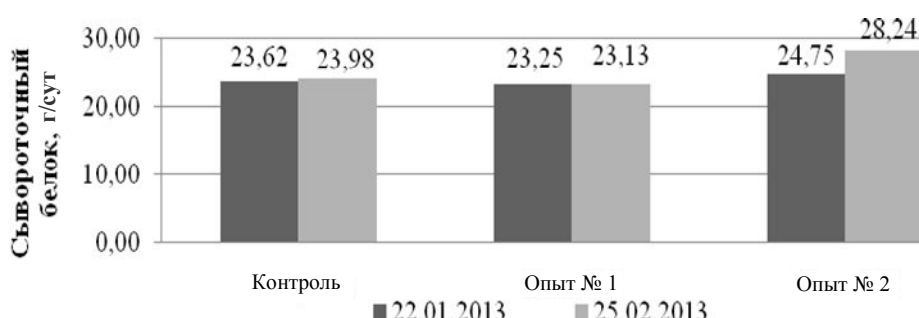


Рис. 3. Динамика общего сывороточного белка при введении в рацион молоди стербела пробиотика Бацелл и препарата Е-селен ($n = 10$)

Степень влияния биологически активных добавок на физиологическое состояние экспериментальной молоди также характеризуется изменением динамики липидного обмена. Анализ исходного физиологического состояния отдельных групп стербела показал, что оно неоднородно по уровню липидов в крови. Особенно высокий уровень липидов при норме 3,1–5,6 г/л отмечен у рыб в опыте № 2 в исходном состоянии (рис. 4). В процессе эксперимента у рыб, которым добавляли в корм комплекс Бацелл + Е-селен, уровень липидов в крови снизился и стабилизировался в пределах нижней границы нормы. У рыб контрольной группы концентрация липидов в крови увеличилась более чем в 2 раза, а у рыб, где в качестве добавки применялся только пробиотик Бацелл, – в 1,3 раза. Селен положительно повлиял на динамику липидов в крови экспериментальных рыб.

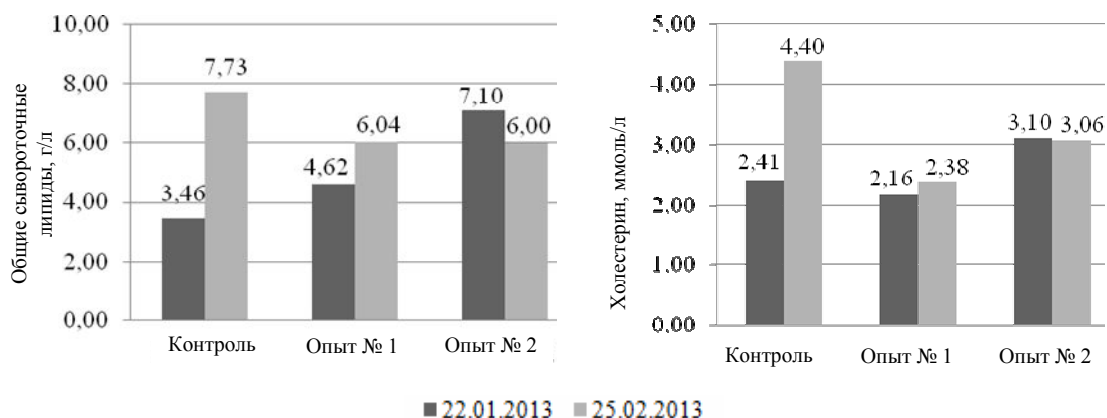


Рис. 4. Динамика липидного обмена при введении в рацион молоди стербела пробиотика Бацелл и препарата Е-селен ($n = 10$)

Динамика холестерина во всех вариантах была однонаправленной и соответствовала динамике липидов, однако достоверных различий между исходным уровнем и конечным результатом у конкретной группы рыб не выявлено. Влияние пробиотика и препарата Е-селен на холестериновый обмен никак не проявилось.

Заключение

Результаты исследований подтвердили, что применение препарата Е-селен в низких концентрациях при кормлении рыб практически не увеличивает значения массовых характеристик. Профилактические дозы применяются в первую очередь с целью стабилизации перекисных процессов и, соответственно, физиологического состояния животного, деформируемого технологическими условиями выращивания.

Выращивание стербела в оптимальных условиях среды показало, что наибольшую прибавку по массе дал пробиотик Бацелл. Снижение эффективности действия комплексного препарата Бацелл + Е-селен, возможно, было обусловлено кумулятивным эффектом вступления препарата Е-селен в контакт с микрофлорой кишечника и переходом комплекса в нерастворимые формы с его выводом из организма рыб.

Таким образом, при разработке новых биотехнологий выращивания рыб, особенно гибридов, в УЗВ с использованием пробиотических и витаминно-минеральных препаратов необходимо учитывать не только исходное физиологическое состояние объектов аквакультуры, наследственные потенции к росту родительских пар, но и возможность возникновения кумулятивных и антагонистических эффектов при использовании кормов, содержащих в своем составе эти компоненты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пономарёв С. В. Осетроводство на интенсивной основе / С. В. Пономарёв, Д. И. Иванов. М.: Изд-во Колос, 2009. 311 с.
2. Емелина Н. Г. Витамины в кормлении сельскохозяйственных животных и птиц / Н. Г. Емелина, В. С. Крылова, Е. А. Петрухова, Н. В. Бромлей. М.: Колос, 1970. 310 с.
3. Витамины / под ред. М. И. Смирнова. М.: Агропромиздат, 1974. 495 с.
4. Hung S. O. Effect of oxidized fish oil DL- α -tocopherol acetate and ethoxyquin supplementation on the vitamin E nutrition of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) fed practical diets / S. O. Hung, C. Y. Cho, S. Y. Slinger // J. Nutr. 1981. Vol. 111. P. 648–657.
5. Cowey C. B. The vitamin E requirement of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) given diets containing polyunsaturated fatty acids derived from fish oil / C. B. Cowey, J. W. Adron, A. Joungson // Aquaculture. 1983. Vol. 30. P. 85–93.
6. Овчинникова Т. М. Селен: и яд, и противоядие / Т. М. Овчинникова // Животноводство России. 2005. № 4. С. 45.
7. Артюхова С. И. Использование пробиотиков в кормлении птицы / С. И. Артюхова, А. В. Лашин // Сб. материалов Междунар. конф. «Пробиотики, пребиотики, синбиотики и функциональные продукты питания. Современное состояние и перспективы». М., 2004. С. 130–131.
8. Металлов Г. Ф. Влияние препарата Е-селен на рост и физиологические показатели гибрида русский осётр \times ленский осётр / Г. Ф. Металлов, В. А. Григорьев, А. В. Ковалёва, О. А. Левина, М. Н. Сорокина // Вестн. Южного науч. центра. 2013. Т. 9, № 2. С. 57–67.
9. Купинский С. В. Радужная форель – предварительные параметры стандартной модели массонакопления / С. В. Купинский, С. А. Баранов, В. Ф. Резников // Индустриальное рыбоводство в замкнутых системах: сб. науч. тр. М.: ВНИИПРХ, 1985. Вып. 46. С. 109–115.
10. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб / И. Ф. Правдин. М.: Пищ. пром-сть, 1966. 376 с.
11. Van Kampen E. J. Standardization of hemoglobinometry. II. The hemoglobincyanide method / E. J. Van Kampen, W. G. Zijlstra // Clin. Chim. Acta. 1961. Vol. 6. P. 538–545.
12. Cromy V., Valickova M., Hule V., Babjuk J. S. // Z. Laor.-Diagn. 1977. 18. 106 p.
13. Trinder P. Determination of glucose in blood using glucose oxidase with an alternative oxygen acceptor / P. Trinder // Ann. Clin. Biochem. 1969. Vol. 6. P. 24–27.
14. Fishbach F. A manual of laboratory diagnostic tests / F. Fishbach, M. Dunning // 7th ed. Lppincott Williams & Wilkins, 2004. 1291 p.
15. Zolner N. Über die quantitive Bestimmung von Lipoiden (micromethode mittels die vieles naturlischen Lipoiden allen Bekannten plasmolipoiden) gemeinsamen sulfophosphovanilin-reaction / N. Zolner, K. Z. Kirch // Zeitschrift für die gesamte experimentelle Medicin. 1962. Vol. 135. N 6. P. 545–561.
16. Knight J. Chemical basis of the sulfo-phospho-vanillin reaction for estimating total serum lipids / J. Knight, S. Anderson, J. Rawle // Clin. Chem. 1972. Vol. 18. P. 199–202.
17. Chromy V., Kukla R., Hornakova M., Malimankova A., Belusa J. // Diagn. Lab. 1975.

18. Филиппович Ю. Б. Практикум по общей биохимии / Ю. Б. Филиппович, Т. А. Егорова, Г. А. Севастьянова. М.: Просвещение, 1975. 318 с.
19. Лакин Г.Ф. Биометрия / Г. Ф. Лакин. М.: Высш. шк., 1990. 293 с.
20. Воробьев Д. В. Обмен микроэлементов у коров в биогеохимических условиях Астраханской области / Д. В. Воробьев // Естественные науки. М., 2010. № 3. С. 82–86.

REFERENCES

1. Ponomarev S. V., Ivanov D. I. *Osetrovodstvo na intensivnoi osnove* [Sturgeon breeding on the intense basis]. Moscow, Kolos Publ., 2009. 311 p.
2. Emelina N. G., Krylova V. S., Petrukhova E. A., Bromlei N. V. *Vitaminy v kormlenii sel'skokhoziaistvennykh zivotnykh i ptits* [Vitamins in diet of farming livestock and poultry]. Moscow, Kolos Publ., 1970. 310 p.
3. *Vitaminy* [Vitamins]. Pod redaktsiei M. I. Smirnova. Moscow, Agropromizdat, 1974. 495 p.
4. Hung S. O., Cho C. Y., Slinger S. Y. Effect of oxidized fish oil DL- α -tocopherol acetate and ethoxyquin supplementation on the vitamin E nutrition of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) fed practical diets. *J. Nutr.*, 1981, vol. 111, pp. 648–657.
5. Cowey C. B., Adron J. W., Joungson A. The vitamin E requirement of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) given diets containing polyunsaturated fatty acids derived from fish oil. *Aquaculture*, 1983, vol. 30, pp. 85–93.
6. Ovchinnikova T. M. Selen: i iad, i protivoiadie [Selenium: both poison and antidote]. *Zhivotnovodstvo Rossii*, 2005, no. 4, p. 45.
7. Artiukhova S. I., Lashin A. V. Ispol'zovanie probiotikov v kormlenii ptitsy [Use of probiotics in poultry diets]. *Sbornik materialov Mezhdunarodnoi konferentsii «Probiotiki, prebiotiki, sinbiotiki i funktsional'nye produkty pitaniia. Sovremennoe sostoianie i perspektivy»*. Moscow, 2004, pp. 130–131.
8. Metallov G. F., Grigor'ev V. A., Kovaleva A. V., Levina O. A., Sorokina M. N. Vliianie preparata E-selen na rost i fiziologicheskie pokazateli gibrida russkii osetr kh lenskii osetr [Influence of E-selenium on the growth and physiological characteristics of Russian sturgeon hybrid x Lenskiy sturgeon]. *Vestnik Iuzhnogo nauchnogo tsentra Rossiiskoi akademii nauk*, 2013, vol. 9, no. 2, pp. 57–67.
9. Kupinskii S. V., Baranov S. A., Reznikov V. F. Raduzhnaia forel' – predvaritel'nye parametry standartnoi modeli massonakopleniia [Rainbow trout – prospective parameters of the standard model of mass accumulation]. *Industrial'noe rybovodstvo v zamknytykh sistemakh. Sbornik nauchnykh trudov*. Moscow, VNIIPRKh, 1985, vol. 46, pp. 109–115.
10. Pravdin I. F. *Rukovodstvo po izucheniiu ryb* [Guidelines on fish studying]. Moscow, Pishchevaia promyshlennost' Publ., 1966. 376 p.
11. Van Kampen E. J., Zijlstra W. G. Standardization of hemoglobinometry. II. The hemoglobincyanide method. *Clin. Chim. Acta*, 1961, vol. 6, pp. 538–545.
12. Cromy V., Valickova M., Hule V., Babjuk J. S. Z. *Laor.-Diagn.*, 1977, 18, 106 p.
13. Trinder P. Determination of glucose in blood using glucose oxidase with an alternative oxygen acceptor. *Ann. Clin. Biochem.*, 1969, vol. 6, pp. 24–27.
14. Fishbach F., Dunning M. *A manual of laboratory diagnostic tests*. 7th ed. Lppincott Williams & Wilkins, 2004. 1291 p.
15. Zolner N., Kirch K. Z. Über die quantitive Bestimmung von Lipoiden (micromethode mittels die vieles naturlischen Lipoiden allen Bekannten plasmolipoiden) gemeinsamen sulfophosphovanilin-reaction. *Zeitschrift für die gesamte experimentelle Medicin*, 1962, vol. 135, no. 6, pp. 545–561.
16. Knight J., Anderson S., Rawle J. Chemical basis of the sulfo-phospho-vanillin reaction for estimating total serum lipids. *Clin. Chem.*, 1972, vol. 18, pp. 199–202.
17. Chromy V., Kukla R., Hornakova M., Malimankova A., Belusa J. *Diagn. Lab.*, 1975.
18. Filippovich Iu. B., Egorova T. A., Sevast'ianova G. A. *Praktikum po obshchei biokhimii* [Practice in general biochemistry]. Moscow, Prosveshchenie Publ., 1975. 318 p.
19. Lakin G. F. *Biometriia* [Biometry]. Moscow, Vysshaia shkola Publ., 1990. 293 p.
20. Vorob'ev D. V. Obmen mikroelementov u korov v biogeokhimicheskikh usloviakh Astrakhanskoi oblasti [Exchange of microelements of cows in biogeochemical conditions of the Astrakhan region]. *Estestvennye nauki*. Moscow, 2010, no. 3, pp. 82–86.

Статья поступила в редакцию 9.09.2013

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Металлов Геннадий Фёдорович – Южный научный центр Российской академии наук, Ростов-на-Дону; г-р биол. наук, профессор; ведущий научный сотрудник отдела водных биологических ресурсов бассейнов южных морей; aqua-group@yandex.ru.

Metallov Gennadiy Fedorovich – Southern Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don; Doctor of Biology, Professor; Leading Researcher of the Department of Aquatic Biological Resources of the Southern Seas basins; aqua-group@yandex.ru.

Левина Ольга Александровна – Астраханский государственный технический университет; аспирант кафедры «Аквакультура и водные биоресурсы»; levina90@inbox.ru.

Levina Olga Aleksandrovna – Astrakhan State Technical University; Postgraduate Student of the Department "Aquaculture and Water Bioresources"; levina90@inbox.ru.

Григорьев Вагим Алексеевич – Южный научный центр Российской академии наук, Ростов-на-Дону; канд. биол. наук; старший научный сотрудник отдела водных биологических ресурсов бассейнов южных морей; aqua-group@yandex.ru.

Grigoriev Vadim Alekseevich – Southern Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don; Candidate of Biology; Senior Researcher of the Department of Aquatic Biological Resources of the Southern Seas basins; aqua-group@yandex.ru.

Ковалёва Анжелика Вячеславовна – Южный научный центр Российской академии наук, Ростов-на-Дону; канд. биол. наук; научный сотрудник отдела водных биологических ресурсов бассейнов южных морей; aqua-group@yandex.ru.

Kovaleva Angelika Vyachislavovna – Southern Scientific Center of the Russian Academy of Sciences; Rostov-on-Don; Candidate of Biology; Researcher of the Department of Aquatic Biological Resources of the Southern Seas basins; aqua-group@yandex.ru.