

УДК 636.3.082:546.47

DOI:10.31677/2072-6724-2019-52-3-91-97

ВЛИЯНИЕ ГЕНОТИПА БАРАНОВ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ РОМАНОВСКОЙ ПОРОДЫ НА АККУМУЛЯЦИЮ ЦИНКА В ШЕРСТИ ПОТОМСТВА

²Мингжун Лью, доктор наук¹Р.Т. Саурбаева, аспирант²Венронг Ли, доктор наук¹О.И. Себежко, кандидат биологических наук¹В.А. Андреева, аспирант¹Т.В. Коновалова, ст. преподаватель¹О.С. Короткевич, доктор биологических наук, профессор¹Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия²Синьцзянская академия наук животноводства, Урумчи, КитайE-mail: [vet-gen-dep@nsau.edu.ru](mailto:veter-gen-dep@nsau.edu.ru)

Ключевые слова: цинк, шерсть, романовская порода овец, влияние генотипа баранов

Реферат. Изложены результаты анализа аккумуляции тяжелого металла цинка в шерсти потомков, полученных от баранов-производителей романовской породы. Исследования проведены в Кузбассе в ОАО «Ваганово» на популяции овец романовской породы. Концентрация цинка в пробах шерсти сыновей была определена с использованием метода инверсионной вольтамперометрии на вольтамперометрическом анализаторе TALAB. В зоне разведения овец проанализированы материалы исследований Института почвоведения и агрохимии СО РАН по содержанию цинка в окружающей среде. Во всех пробах не выявлено превышения ПДК цинка. Исследование почвы, кормов, органов и тканей у сельскохозяйственных животных разных видов подтверждает то, что на территории Западной Сибири отсутствуют загрязнения тяжелыми металлами за пределами санитарно-гигиенических зон. Установлено влияние генотипа баранов-производителей на аккумуляцию цинка в шерсти потомства. В потомстве разных отцов выявлены различия по фенотипической изменчивости уровня цинка. Показано, что в шерсти сыновей некоторых отцов содержание цинка было в 1,6 раза выше (97,2 мг/кг), чем у потомков других производителей. Обнаружена группа полусибсов, которые отличались низкой наследственной предрасположенностью к аккумуляции цинка в шерсти. В связи с отсутствием сведений о концентрации цинка в шерсти животных романовской породы в условиях Сибири полученные данные можно предварительно принять в качестве физиологической нормы.

THE IMPACT OF THE ROMANOV STUD RAMS' GENOTYPE ON THE ACCUMULATION OF ZINC IN THE WOOL

² Mingzhun Liu, Doctor of Science¹ Saurbaeva R.T., PhD-student² Venrong Lee, Doctor of Science¹ Sebezhko O.I., Candidate of Biology¹ Andreeva V.A., PhD-student¹ T.V. Konovalova, Art. teacher¹ O.S. Korotkevich, Doctor of Biological Sciences, Professor¹ Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia² Xinjiang Academy of Animal Sciences, Urumchi, China

Key words: zinc, wool, Romanov sheep, impact of the Romanov stud rams' genotype.

Abstract. The paper analyzes heavy zinc metal accumulation in the wool of descendants obtained from the Romanov stud rams. The experiment was conducted in the Kuzbass region at OAO "Vaganovo" on

the Romanov sheep populations. Zinc concentration in sons' wool samples was determined by means of applying inverse voltammetry method on TALAB voltammetric analyzer. In the zone of sheep breeding, the researchers used the materials of the Institute of Soil Science and Agrochemistry of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences for analyzing zinc concentration in the environment. They observed, there was no zinc excess in all the samples. The study of soil, fodder, organs and tissues of agricultural animals of different species confirms that in Western Siberia there is no heavy metal pollution outside the sanitary protection zones. The authors found out the impact of the Romanov stud rams' genotype on the accumulation of zinc in the wool of the offsprings. The differences in the phenotypic variability of zinc concentration were revealed in the offspring of different fathers. The article demonstrates that the zinc concentration of some fathers' sons' wool was 1.6 times higher (97.2 mg/kg) than that of descendants of other stud rams. A group of semi-sibs was found, which were characterized by low hereditary predisposition to zinc accumulation in wool. Due to the lack of data on zinc concentration in the wool of Romanov animals in Siberia, the obtained data can be applied as a physiological standard.

Цинк присутствует во всех органах, тканях, жидкостях и секретах организма. Более 95 % всего цинка содержится в клетках. Этот элемент сосредоточен в основном в коже, волосах и костной ткани. В биологических системах цинк фактически всегда находится в двухвалентном состоянии. Он участвует практически во всех стадиях роста клеток [1]. Особый интерес к цинку связан с открытием его роли в нуклеиновом обмене, процессах транскрипции, стабилизации нуклеиновых кислот, белков и особенно компонентов биологических мембран, а также в обмене витамина А. Он присутствует во всех 20 нуклеотидилтрансферазах, а его открытие в обратных транскриптазах позволило установить тесную взаимосвязь с процессами канцерогенеза. Этот элемент необходим для стабилизации структуры ДНК, РНК, рибосом, играет важную роль в процессе трансляции и незаменим на многих ключевых этапах экспрессии гена [1–3]. Цинк обнаружен в составе более 300 ферментов. Уникальность его заключается в том, что ни один элемент не входит в состав такого количества ферментов и не выполняет таких разнообразных физиологических функций. Цинк стабилизирует некоторые гормон-рецепторные комплексы, входит в состав гормона инсулина, участвующего в углеводном обмене, и необходим для нормального роста и развития, полового созревания, а в дальнейшем – для поддержания репродуктивной функции, а также для нормального кроветворения и заживления ран. Этот эссенциальный элемент играет важнейшую роль в процессах регенерации

кожи, роста волос и ногтей, секреции сальных желез, способствует всасыванию витамина Е и поддержанию нормальной концентрации этого витамина в крови. Цинк укрепляет иммунную систему организма и обладает детоксицирующим действием – способствует удалению из организма двуокиси углерода [1, 2, 4]. Дефицит цинка может приводить к серьезным физиологическим нарушениям. При недостаточном содержании цинка в пищевом рационе с детского возраста отмечаются карликовость, задержка полового развития, поражение кожи, снижение обоняния и вкусовые извращения. При хроническом дефиците цинка возникает ряд кожных заболеваний. Избыток цинка в растениях возникает в зонах промышленного загрязнения почв, а также при неправильном применении цинксодержащих удобрений. Большинство видов растений обладают высокой толерантностью к его избытку в почвах. Однако при очень высоком содержании этого металла в почвах обычным симптомом цинкового токсикоза является хлороз молодых листьев. Токсичность цинка для животных и человека невелика, т.к. при избыточном поступлении он не аккумулируется, а выводится. Повышенные концентрации цинка являются токсичными для живых организмов. В литературе имеются отдельные сообщения о токсическом влиянии этого металла [3–5].

Всасывание цинка происходит в тонкой кишке. Панкреатическая секреция – основной источник эндогенного цинка. Количество цинка, секретированного в кишку, изменяется в зависимости от его потребления. Считается,

что оптимальная интенсивность поступления цинка в организм – 10–15 мг/день [3].

О роли наследственных факторов в аккумуляции цинка и других тяжелых металлов в органах и тканях животных очень мало данных [6–8]. В настоящее время проводится комплексное изучение генофонда и фенотипа популяции овец романовской и других пород сельскохозяйственных животных Сибири [9–12].

В ходе этих исследований мы поставили цель определить влияние генотипа баранов-производителей романовской породы на аккумуляцию цинка в шерсти потомков.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проведены на популяции овец романовской породы, разводимой в Кузбассе. Взятые пробы шерсти от 30 баранчиков, которые являлись потомками трех баранов-производителей. Экспериментальные группы овец после отъема были помещены в отдельные боксы и обеспечены одинаковым кормлением и содержанием. В возрасте 10–11 месяцев баранчики были забиты. Перед забоем взяты образцы шерсти в области лопаток.

На территории разведения овец взяты пробы почвы и кормов. В лаборатории Института почвоведения и агрохимии СО РАН оценены содержание валовых и подвижных форм цинка в почве и его уровень в кормах, которые не превышали предельно допустимых концентраций (ПДК) [4, 5]. Исследования почвы, кормов, органов и тканей у сельскохозяйственных животных разных видов свидетельствуют о том, что на территории Западной Сибири за пределами санитарно-защитных зон отсутствуют загрязнения тяжелыми металлами.

Данные исследований обработаны по программе Microsoft Office Excel и Statisti-

са 8. Критерий Шапиро-Уилка использован для оценки нормальности распределения цинка в шерсти.

Факториальная изменчивость вычислялась по критерию Краскела-Уоллиса [13] по формуле

$$H = \frac{12}{N(N+1)} \cdot \sum_{i=1}^c \frac{R_i^2}{n_i} - 3(N+1),$$

где C – количество градаций; n – количество проб i -й градации; $N = \sum_{ni}$ – общее количество вариант в трех градациях; R_i – сумма рангов в i -й градации.

В связи с ненормальностью распределения применяли формулу S. Nozo [14]:

$$\bar{x} \approx \frac{a+2m+b}{4} + \frac{a-2n+b}{4n};$$

$$\sigma^2 \approx \frac{1}{n-1} \left(a^2 + m^2 + b^2 + \left(\frac{n-3}{2} \right) \frac{(a+m)^2 + (m+b)^2}{4} - n \left(\frac{a+2m+b}{4} + \frac{a-2m+b}{4n} \right)^2 \right),$$

где \bar{x} средняя арифметическая; σ^2 – дисперсия; n – величина выборки; a – минимальная величина признака; b – максимальная величина признака; m – медиана.

Рассчитали также межквартильный размах (IQR).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Ранее нами было показано, что в популяции овец романовской породы не установлено влияния генотипа баранов-производителей на уровень содержания меди в шерсти их сыновей [15]. В связи с ненормальностью распределения при обработке данных был использован метод S. Nozo [14].

На той же выборке изучена наследственная обусловленность устойчивости-воспри-

Влияние генотипа отцов на содержание цинка в шерсти сыновей романовской породы овец
The impact of fathers' genotype on the zinc concentration in the Romanov sheep's wool

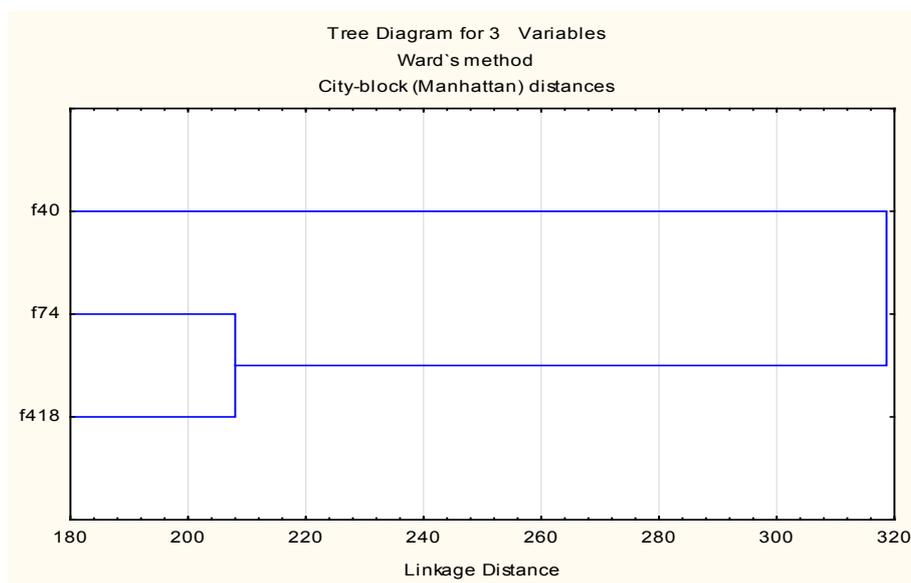
Номер отца	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	σ	IQR	Me	lim	Отношение крайних вариант
74	97,2±11,2	35,5	8,42	84	54-162	1:3,0
418	75,6±4,0	12,6	23,7	77	55-94	1:1,7
40	60,0±6,9	21,9	32,3	60	26-94	1:3,6
Общее	84,8±6,8	25,0	27,2	75	26-162	1:6,2

имчивости к аккумуляции цинка в шерсти потомства некоторых отцов (таблица).

У потомков барана № 74 содержание цинка в шерсти было в 1,6 раза выше, чем у сыновей производителя № 40 ($p > 0,95$). Наблюдалась тенденция ($p = 0,93$) к более низкой концентрации цинка в волосе потомков, полученных от отца № 40 в сравнении с сыновьями производителя № 418. Между потомками производителей 74 и 418 не выявлено различий по уровню цинка в волосе. По концентрации цинка производители располагались в следующем порядке: 1,62 : 1,26 : 1.

В потомстве разных отцов выявлены различия по фенотипической изменчивости уровня цинка. Наиболее консолидировано по уровню цинка было потомство производителя № 74. Полученные данные свидетельствуют о влиянии наследственности на аккумуляцию цинка в шерсти овец.

На рисунке показано сходство между потомками разных баранов по содержанию цинка в шерсти. Видно, что потомки отцов № 418 и 74 имеют большее сходство в сравнении с баранчиками, полученными от производителя № 40.



Дендрограмма сходства содержания цинка в шерсти потомства разных производителей
Similarity in zinc concentration in the wool of offsprings produced by different stud rams

R. Puls [16] приводит данные о норме содержания цинка в шерсти овец. Однако он не указывает возраст, пол, породную принадлежность животных и страны. Поэтому эти данные можно использовать только как ориентировочные. В сравнении с указанными R. Puls показателями потомки производителя № 40 имели дефицит цинка – 60 мг/кг (норма < 70 мг/кг). В потомстве барана-производителя № 74 было одно животное с «токсичным» уровнем цинка в шерсти.

В связи с отсутствием сведений о концентрации цинка в шерсти животных романовской породы в условиях Сибири полученные данные можно предварительно принять в качестве физиологической нормы.

В ряде работ было показано, что производные кожи по уровню химических элементов можно использовать в качестве показателей содержания тяжелых металлов в органах и тканях различных видов животных [17, 18].

В наших и других исследованиях была установлена наследственная обусловленность накопления тяжелых металлов в органах и тканях сельскохозяйственных животных [6, 19–21]. О роли наследственности в содержании, например, меди в печени говорят межпородные различия, выявленные E. Luttedike [6]. В работе показаны межпородные различия по уровню меди. У овец романовской породы концентрация меди в печени

была в 1,5 раза ниже (89 мкг/г), чем у животных породы тексел.

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что аккумуляция ряда тяжелых металлов в органах и тканях животных разных пород значительно отличалась. Таким образом, различия между породами и наши данные о дифференциации баранов-произво-

дителей по содержанию цинка в шерсти потомков указывают на определенную роль наследственных факторов в аккумуляции тяжелых металлов в органах и тканях животных.

2. Полученные данные о средней концентрации цинка в шерсти можно использовать в качестве нормативных интерьерных показателей для баранчиков романовской породы в условиях Западной Сибири.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Зайко О.А., Короткевич О.С., Петухов В.Л.* Особенности аккумуляции макро- и микроэлементов в миокарде свиней скороспелой мясной породы // Главный зоотехник. – 2013. – № 6. – С. 35–40.
2. *Абдурахманов Г.М., Зайцев И.В.* Экологические особенности содержания микроэлементов в организме животных и человека. – М.: Наука, 2004. – 280 с.
3. *Авцын А.П., Жаворонков А.А., Риш М.А.* Микроэлементозы человека. – М.: Медицина, 1991. – 496 с.
4. *Сысо А.И.* Тяжелые металлы в окружающей среде: масштабы и степень угрозы растениям, животным и человеку // Тяжелые металлы в окружающей среде. – Новосибирск: Новосиб. ГАУ, 2017. – Вып. 2. – С. 224–241.
5. *Ecological and biochemical evaluation of elements contents in soils and fodder grasses of the agricultural lands of Siberia / A.I. Syso, V.A. Sokolov, V.L. Petukhov [et al.] // J. Pharm. Sci. And Res. – 2017. – Vol. 9(4). – P. 368–374.*
6. *Lutteldike E.T., Young L.D.* Effect of sire and dam breed on copper status of fat lambs // J. Anim.Sci. – 1993. – Vol. 71. – P. 774–778.
7. *Cadmium accumulation in soil, fodder, grain, organs and muscle tissue of cattle in West Siberia (Russia) / K.N. Narozhnykh, T.V. Konovalova, V.L. Petukhov [et al.] // International Journal of Advanced Biotechnology and Research (IJBR). – 2016. – Vol.7, Is. 4. – P. 1758–1764.*
8. *Cadmium content variability in organs of West Siberian Hereford bull-calves / V.L. Petukhov, K.N. Narozhnykh, T.V. Konovalova [et al.] // Proceeding of Abstract 17th International Conference of Heavy Metals in the Environment. – Guiyang, China, 2014. – С. 74.*
9. *Characterizing physiological status in three breeds of bulls reared under ecological and climate conditions of the Altai region / L.V. Osadchuk, M.A. Kleschey, O.I. Sebezhko [et al.] // Iraqi Journal of Veterinary Sciences. – 2017. – Vol. 31, N 1. – P. 35–42.*
10. *Corellations of some biochemical and hematological parameters with polymorhhism in α S1-casein and β -lactoglobbulin genes in Romanov sheep breed / T.V. Konovalova, O.S. Sebezhko, L. Wenrong [et al.] // Proceedind International Symposium on Animal Science. 22nd – 23rd November 2018 (ISAG). 22 University of Belgrade. – Zenum, Belgrade, 2018. – P. 47.*
11. *Accumulation of heavy metals in the muscles of Zander from Novosibirsk water basin / I.S. Miller, V.L. Petukhov, O.S. Korotkevich [et al.] // Proceeding of the 16th International Conference on Heavy Metals in the Environment. Rome, 2012 E3S Web of Conference 1, 11007(2013). - DOI:10.1051/e3s-conf/20130111007.*
12. *Influence of anthropogenic pollution on interior parametrs, accumulation of heavy metals in organs and tissues, and the resistance to disorders in the yak population in the republic of Tuva / O.I. Sebezhko, V.L. Petukhov, R.B Chysyma [et al.] // Journal of Pharmaceutical Sciences and Research. – 2017. – Vol. 9(9). – P. 1530–1535.*
13. *Kruskal W.H., Wallis W.A.* Use of ranks in one-criterion variance analysis // Journal of American Statistical Association. – 1952. – Vol. 47, N 260. – P. 583–621.
14. *Hozo S.P., Djulbegovic B., Hozo I.* Estimation the mean and variance from the median, range and the size of a sample [Электрон. ресурс] // BMC Medical Research Methodology. – 2005. – Vol. 5(1). – P. 13.–

Режим доступа: <https://bmcmedresmethodol.biomedcentral.com/track/pdf/10.1186/1471-2288-5-13>. – Загл. с экрана.

15. Саурбаева Р.Т., Андреева В.А., Пиотровская Д.В. Содержание меди в шерсти потомков некоторых баранов-производителей романовской породы // Теория и практика современной аграрной науки: сб. II Национал. науч. конф. – Новосибирск: НГАУ, 2019. – С. 349–351.
16. Puls R. Mineral levels in animal health diagnostic data. – Canada: Trinity Western University Press, 1988. – P. 153.
17. Analysis of trace elements in the hair of farm animals by atomic emission spectrometry with Dc Arc excitation sources / A.R. Tsygankova, A.V. Kuptsov, K.N. Narozhnykh [et al.] // J. Pharm. Sci and Res. – 2017.– Vol. 9(5). – P. 601–605.
18. Особенности накопления и корреляции тяжелых металлов в чешуе судака Новосибирского водохранилища / И.С. Миллер, Т.В. Коновалова, О.С. Короткевич [и др.] // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 9. – С. 2469–2473.
19. Iron content in soil, water, fodder, grain, organs and muscular tissues in cattle of Western Siberia (Russia) / K.N. Narozhnykh, T.V. Konovalova, Ju.I. Fedyaev [et al.] // Indian Journal of Ecology. – 2017. – Vol. 44(2). – P. 217–220.
20. Copper content in hair, bristle and feather in different species reared in Western Siberia / T.V. Konovalova, K.N. Narozhnykh, V.L. Petukhov [et al.] // Journal of Trace Elements in Medicine and Biology. – 2017. – Т. 44, N 5. – P. 74.
21. Direct determination of copper, lead and cadmium in the whole bovine blood using thick film modified graphite electrodes / T.V. Skiba, A.R. Tsygankova, N.S. Borisova [et al.] // Journal of Pharmaceutical Sciences and Research. – 2017. – Vol. 9(6). – P. 958–964.

REFERENCES

1. Zajko O.A., Korotkevich O.S., Petuhov V.L. *Glavnyj zootekhnik*, 2013, No. 6, pp. 35-40. (In Russ.)
2. Abdurahmanov, G.M., Zajcev I.V. *Ekologicheskie osobennosti soderzhaniya mikroelementov v organizme zhivotnyh i cheloveka* (Ecological features of the content of trace elements in animals and humans), Moscow: Nauka, 2004, 280 p.
3. Avcyn A.P., ZHavoronkov A.A., Rish M.A. *Mikroelementozy cheloveka* (Human microelementoses), Moscow: Medicina, 1991, 496 p.
4. Syso A.I. *Tyazhelye metally v okruzhayushchej srede*, 2017, No. 2, pp. 224 -241. (In Russ.)
5. Syso A.I., Sokolov V.A., Petukhov V.L. *J. Pharm. Sci. and Res*, 2017, No. 4(9), pp. 368-374.
6. Luttedike E.T., Young L.D. *J. Anim.Sci*, 1993, No. 71, pp. 774-778.
7. Narozhnykh K.N., Konovalova T.V., Petukhov V.L. *International Journal of Advanced Biotechnology and Research (IJBR)*, 2016, Vol. 7, Issue 4, pp. 1758-1764.
8. Petukhov V.L., Narozhnykh K.N., Konovalova T.V. *Proceeding of Abstract 17th International Conference of Heavy Metals in the Environment*, Guiyang, China, 2014, 74 p.
9. Osadchuk L.V., Kleshev M.A., Sebezshko O.I. *Iraqi Journal of Veterinary Sciences*, 2017, No. 1(31), pp. 35-42.
10. Konovalova T.V., Sebezshko O.S., Wenrong L. *Proceeding International Symposium on Animal Science*, 22nd-23rd November 2018 (ISAG), 22 University of Belgrade, Zenum, Belgrade, 47 p.
11. Miller I.S., Petukhov V.L., Korotkevich O.S., Korotkova G.N., Konovalov I.S. *Proceeding of the 16th International Conference on Heavy Metals in the Environment*, Rome, 2012 E3S Web of Conference 1, 11007(2013), available at: DOI:10.1051/e3sconf/20130111007.
12. Sebezshko O.I. Petukhov V.L., Chysyma R.B., Kuzmina E.E., Shishin N.I., Korotkevich O.S., Konovalova T.V., Osadchuk L.V., Narozhnykh K.N., Marenkov V.G. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 2017, No. 9(9), pp.1530-1535.
13. Kruskal W.H., Wallis W.A. *Journal of American Statistical Association*, 1952, No. 260(47), P. 583-621.
14. Hozo S.P., Djulbegovic B., Hozo I. *BMC Medical Research Methodology*, 2005, No. 1(5), 13 p., available at: <https://bmcmedresmethodol.biomedcentral.com/track/pdf/10.1186/1471-2288-5-13>.

15. Saurbaeva R.T., Andreeva V.A., Piotrovskaya D.V. *Sb. II Nacional'noj nauch. konf. Teoriya i praktika sovremennoj agrarnoj nauki*, 2019, pp. 349-351. (In Russ.)
16. Puls Robert *Mineral levels in animal health diagnostic data*, Canada: Trinity Western University Press, 1988, 153 p.
17. Tsygankova A.R., Kuptsov A.V., Narozhnykh K.N. *J. Pharm. Sci and Res*, 2017, No. 5(9), pp. 601-605.
18. Miller I.S., Konovalova T.V., Korotkevich O.S., Petuhov V.L., Sebezhko O.I. *Fundamental'nye issledovaniya*, 2014, No. 9, pp. 2469-2473. (In Russ.)
19. Narozhnykh K.N., Konovalova T.V., Fedyaev Ju. I. *Indian Journal of Ecology*, 2017, No. 2(44), pp. 217-220.
20. Konovalova T.V., Narozhnykh K.N., Petukhov V.L., Fedyaev Y.I. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 2017, Ch. 44, 74 p., available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtemb.2017.03.304>.
21. Skiba T.V., Tsygankova A.R., Borisova N.S. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 2017, No. 6(9), pp. 958-964.