

Автор выражает искреннюю благодарность своим коллегам, сотрудникам Института зоологии НАН Азербайджана за консультативную помощь в определении материала.

Новрузов Н.Э. Материалы к изучению структуры сообществ наземных членистоногих в предгорной части юго-восточных склонов большого кавказа // Вестник Нижневартговского государственного университета. 2019. № 2. С. 80–91.

Novruzov N.E. Materials on studying the structure of terrestrial arthropod communities inhabiting the foothills of south-eastern slopes of the greater caucasus // Bulletin of Nizhnevartovsk State University. 2019. No. 2. P. 80–91.

УДК 631.95:636.2.034

Т.В. Зазнобина, О.В. Иванова
г. Красноярск, Россия

АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ ТОКСИЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В КРОВИ И МОЛОКЕ КОРОВ

Аннотация. В настоящее время одним из основных направлений экономической политики Российской Федерации в сфере обеспечения продовольственной безопасности является производство безопасных продуктов питания и защита потребителя. Целью исследований являлось изучение содержания токсичных элементов Zn, Cd и Pb в молоке и крови коров. Экспериментальные исследования проводились в ООО «Племзавод “Таежный”» Сухобузимского района и ООО «ОПХ Солянское» Рыбинского района Красноярского края. В каждом хозяйстве был произведен отбор проб молока и крови коров. Исследование проб молока коров проводилось атомно-абсорбционным методом, проб сыворотки крови – методом масс-спектрометрии. Сыворотку крови получали методом отстаивания цельной крови и ретракции кровяного сгустка с последующим центрифугированием. Полученные данные были обработаны методом вариационной статистики с расчетом статистических показателей. В результате проведенных исследований наименьшая концентрация Zn, Cd и Pb была обнаружена в сыворотке крови коров ООО «ОПХ Солянское», она составила, соответственно, 0,038; 0,001; 0,002 мг/л. Анализ молока показал, что у коров ООО «Племзавод “Таежный”» уровень тяжелых металлов был меньше, чем у животных ООО «ОПХ Солянское»: Zn – на 2,069 мг/л, Cd – на 0,01 мг/л и Pb – на 0,061 мг/л ($P > 0,999$). При расчете коэффициентов корреляции были установлены слабые положительные и отрицательные взаимосвязи между содержанием в крови и молоке Zn и Pb. Выявленные количества токсичных элементов не превышали предельно допустимые концентрации, за исключением Pb в молоке коров ООО «ОПХ Солянское», содержание которого было незначительно выше гигиенической нормы (на 0,026 мг/л).

Ключевые слова: токсичный элемент; тяжелые металлы; Zn; Cd; Pb; молоко; кровь; корова; Красноярский край.

Сведения об авторах: Татьяна Вячеславовна Зазнобина¹, аспирант, научный сотрудник отдела разведения сельскохозяйственных животных, Ольга Валерьевна Иванова², доктор сельскохозяйственных наук, профессор РАН, директор.

Место работы: ^{1,2}Красноярский научно-исследовательский институт животноводства – обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН.

Контактная информация: ^{1,2}660049, Россия, г. Красноярск, пр. Мира, д. 66, тел.: 8 (391) 227-15-89, ¹e-mail: tv-kulakova@mail.ru.

Введение

Одним из основных направлений экономической политики Российской Федерации в сфере обеспечения продовольственной безопасности является производство экологически чистых продуктов питания и защита потребителя (Медведская и др. 2009). Безопасными считаются продукты питания, не представляющие опасности организму человека и не оказывающие вредного воздействия на здоровье на-

стоящего и будущих поколений (Федеральный закон № 29-ФЗ).

Однако существует ряд угроз безопасности пищевой продукции, одной из которых является загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами.

Данная проблема актуальна как в нашей стране (Конотопчик 2013; Батманов 2017), так и за рубежом (Rahman et al. 2014; Nazir et al. 2017).

Попадание солей тяжелых металлов в природные экосистемы происходит, главным образом, из-за выхлопов автомобильного транспорта, выбросов сточных вод и отходов с промышленных предприятий, применения химических средств при сельскохозяйственных работах.

В результате антропогенной деятельности появляются территории, загрязненные различными токсикоэлементами; при этом получение безопасной с экологической точки зрения продукции становится затруднительным (Маменко и др. 2010).

Выброс тяжелых металлов в окружающую среду приводит к накоплению их через трофические цепи в организме животных.

Негативным последствием воздействия токсичных металлов, таких как цинк, кадмий, свинец, на организм животного является нарушение обменных процессов, возникновение патологических заболеваний (Darwish et al. 2015).

Основным индикатором, по которому можно судить о метаболизме живых организмов, является кровь (Mohajeri et al. 2014). Биохимические исследования крови животных позволяют выявить первые симптомы заболевания, не выраженные клинически, которые можно эффективно контролировать посредством проведения лечебных мероприятий (Мирошниченко и др. 2011).

Из организма животного экотоксиканты мигрируют в продукцию животноводства, в том числе в молоко (Гуркина и др. 2011; Федорович и др. 2013).

Находясь в молоке и молочных продуктах, токсичные вещества могут являться причиной пищевых отравлений, оказывать канцерогенный и мутагенный эффект на организм человека (Сульдина 2016; Лобков и др. 2017).

Основными мерами предупреждения отравления тяжелыми металлами является проведение мониторинга их содержания в получаемой продукции животноводства и контроль их концентраций в организме животных.

В связи с этим исследования по изучению содержания токсичных элементов в молоке и крови коров актуальны и имеют большое значение при получении экологически безопасной продукции.

Целью исследований являлось изучение содержания токсичных элементов Zn, Cd и Pb в молоке и крови коров.

Материал и методы исследований

Экспериментальные исследования проводились в двух сельскохозяйственных пред-

приятиях Красноярского края: ООО «Племзавод “Таежный” Сухобузимского района и ООО «ОПХ Соляное» Рыбинского района согласно схеме исследований (рис. 1).

В каждом хозяйстве было выбрано по 6 голов коров черно-пестрой породы, у которых брали пробы молока и крови. Животных отбирали по методу сбалансированных групп с учетом возраста, живой массы, физиологического состояния.

Пробы молока для исследований брали во время проведения контрольного доения, кровь – до утреннего кормления животных из подхвостовой вены с помощью системы вакуумного забора венозной крови PUTH Vacumine.

Исследование проб молока коров проводилось на атомно-абсорбционном спектрофотометре «Solaar серии S» согласно ГОСТ 30178-96 «Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов» в аккредитованном испытательном центре КГКУ «Краевая ветеринарная лаборатория».

Сыворотку крови получали методом отстаивания цельной крови и ретракции кровяного сгустка с последующим центрифугированием с помощью лабораторной центрифуги «ULABUC-1412D» при 2000 об/мин в течение 10–15 мин. Исследование полученной сыворотки крови на содержание тяжелых металлов Zn, Cd, Pb проводили методом масс-спектрометрии на квадрупольном масс-анализаторе «Agilent 7900 ICP-MS» с индуктивно связанной плазмой в Центре коллективного пользования ФИЦ КНЦ СО РАН.

Полученные данные были обработаны методом вариационной статистики с расчетом статистических показателей и установлением достоверности разницы между сравниваемыми группами по таблице критических значений критерия достоверности Стьюдента.

Биометрическая обработка данных проводилась с помощью компьютерной программы «Пакет анализа для биометрической обработки зоотехнических данных в животноводстве» (Ефимова 2015).

Результаты исследований

В результате проведенных исследований было установлено, что в сыворотке крови коров в ООО «ОПХ Соляное» содержание токсичных элементов ниже, чем у животных в ООО «Племзавод “Таежный”»: Zn – на 0,028 мг/л, или в 1,7 раз ($P > 0,95$), Cd – на 0,001 мг/л, или в 2 раза, Pb – на 0,013 мг/л, или в 7,5 раз (рис. 2).

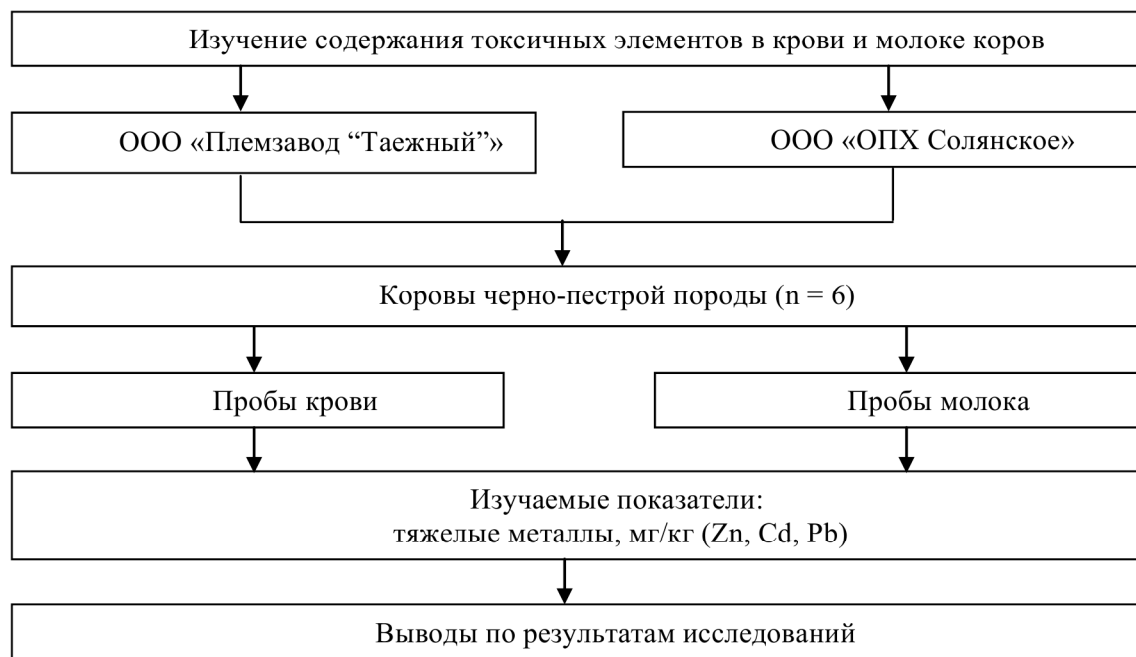


Рис. 1. Схема исследований

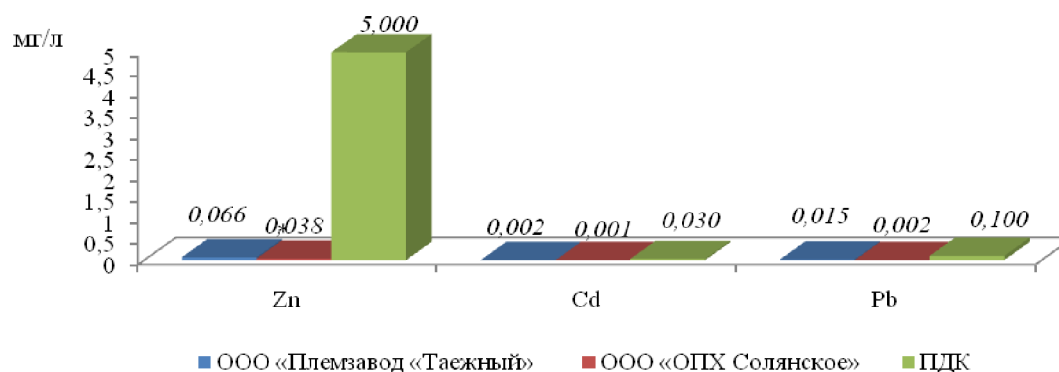


Рис. 2. Содержание тяжелых металлов в сыворотке крови коров

Анализ содержания токсичных элементов в молоке показал, что в молоке коров ООО «Племзавод «Тажный»» по сравнению с молоком, полученным от коров ООО «ОПХ Соляное», содержание Zn было меньше на

2,069 мг/л (в 1,8 раз), Cd – на 0,01 мг/л (в 11 раз) и Pb – на 0,061 мг/л (в 1,9 раз), при этом разница между животными оказалась достоверной при $P > 0,999$ (рис. 3).

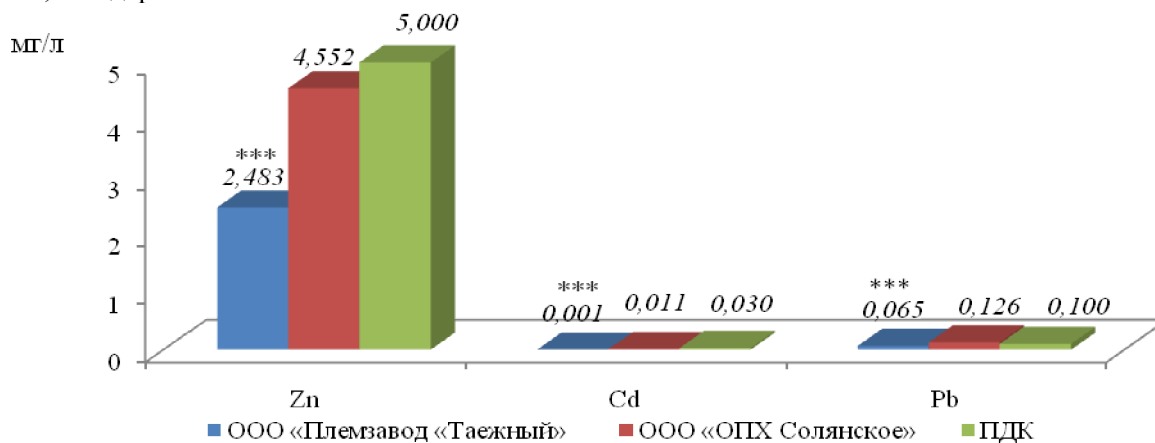


Рис. 3. Содержание тяжелых металлов в молоке коров

Концентрация тяжелых металлов в сыворотке крови и молоке коров не превышала предельно допустимых значений, установленных СанПиН 2.3.2.1078-01, за исключением содержания Рb в молоке коров ООО «ОПХ Солян-

ское», по которому превышение гигиенической нормы составило 0,026 мг/л.

Для установления взаимосвязей между содержанием токсичных элементов в крови и молоке были рассчитаны коэффициенты корреляции (см. табл.).

Таблица

Коэффициенты корреляции между содержанием токсичных элементов в крови и молоке коров

Коррелируемые показатели	Сельскохозяйственное предприятие	
	ООО «Племзавод «Тажный»»	ООО «ОПХ Солянское»
Zn в крови и Zn в молоке	0,342	-0,344
Cd в крови и Cd в молоке	-0,059	-0,083
Pb в крови и Pb в молоке	-0,500	0,311

Между содержанием Zn в крови и молоке коров ООО «Племзавод «Тажный»» были выявлены слабые положительные ($r = 0,342$), а в ООО «ОПХ Солянское» – отрицательные корреляции ($r = -0,344$); между содержанием Рb в крови и молоке коров ООО «Племзавод «Тажный»» установлены средние отрицательные ($r = -0,500$), в ООО «ОПХ Солянское» – положительные взаимосвязи ($r = 0,311$).

Полученные результаты вполне согласуются с мнением ученых К.П. Прокаш (1994) и В.В. Федорович (2013), которые утверждали, что существуют взаимосвязи высокой силы между содержанием в крови и молоке коров Cd и Рb и взаимосвязи высокой (Федорович и др. 2013) и средней (Прокаш 1994) силы между содержанием в крови и молоке Zn.

Вероятно, что наличие взаимосвязей противоположного направления в крови и молоке коров между содержанием Zn и Рb связано с состоянием здоровья коров, химическим составом и качеством кормов, биодоступности, метаболизма этих элементов и уровня витаминов, макро- и микроэлементов в организме животных.

Заключение

Таким образом, проведена оценка содержания токсичных элементов в крови и молоке коров в двух сельскохозяйственных предприятиях Красноярского края. При сравнении полученных показателей обнаружена наименьшая концентрация Zn, Cd и Рb в сыворотке крови коров в ООО «ОПХ Солянское» (0,038; 0,001; 0,002 мг/л) и в молоке коров в ООО «Племзавод «Тажный»» (2,433; 0,001; 0,064 мг/л). При этом выявленные количества токсичных элементов не превышали предельно допустимые концентрации, за исключением Рb в молоке коров ООО «ОПХ Солянское», содержание которого было незначительно выше гигиенической нормы на 0,026 мг/л.

ЛИТЕРАТУРА

- Батманов А. В. 2017. Аккумуляция тяжелых металлов интродуцированными сортами земляники садовой в условиях степной зоны Самарского Заволжья: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Усть-Кинельский.
- ГОСТ 30178-96. Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов. Введ. 1998-01-01. М.: ИПК Изд-во стандартов, 1997.
- Гуркина Л. В., Лебедева М. Б. 2011. Анализ показателей безопасности молока коров Ивановской области // Вестник ветеринарии 4 (59), 110–111.
- Ефимова Л. В. 2015. Применение компьютерной программы «Пакет анализа для биометрической обработки зоотехнических данных» в животноводстве: методические указания / ФГБНУ Красноярский НИИЖ. Красноярск.
- Конотопчик Е. Е. 2013. Тяжелые металлы в пищевой продукции, реализуемой на территории Хабаровского края // Ученые заметки ТОГУ 4:2, 50–56.
- Лобков В. Ю., Ярлыков Н. Г., Еремеева А. Н. 2017. Оценка показателей безопасности молока коров в хозяйствах Ярославской области // Вестник АПК Верхневолжья 2(38), 27–32.
- Маменко А. М., Портяник С. В. 2010. Миграция тяжелых металлов в молоко коров в условиях загрязнения окружающей среды поллютантами и ксенобиотиками // Вестник УГСХА 2(12), 85–91.
- Мирошниченко О. Н., Глебова И. В. 2011. Анализ биохимических исследований и содержания тяжелых металлов в сыворотке крови и моче маток русской рысистой породы // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии 4, 58–60.
- Медведская Т. В., Субботин А. М., Маценович М. С. 2009. Экологическая безопасность при производстве животноводческой продукции: Учебно-методическое пособие. Витебск.
- Прокаш К. П. 1994. Влияние тяжелых металлов (Zn, Cu, Cd, Pb), содержащихся в кормах, на качество молока коров: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. М.

СанПиН 2.3.2.1078-01. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Введ. 2002-09-01. 32 с.

Сулдына Т. И. 2016. Содержание тяжелых металлов в продуктах питания и их влияние на организм // Рациональное питание, пищевые добавки и биостимуляторы 1, 136–140.

Федеральный закон № 29-ФЗ «О качестве и безопасности пищевых продуктов» (с изменениями на 23 апреля 2018 г.). 2000. М.: Кодекс.

Федорович В. В., Сурацкий И. З., Бойко Е. В., Стадницкая О. И. 2013. Микроэлементы в молоке и крови коров украинской черно-пестрой молочной породы // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства 16 (2), 54–60.

Darwish W. S., Hussein M. A., El-Desoky K. I., Ikenaka Y., Nakayama S., Mizukawa H., Ishizuka M. 2015. Incidence and public health risk assessment of toxic metal residues (cadmium and lead) in Egyptian cattle and sheep meats // International Food Research Journal 22:4, 1719–1726.

Mohajeri G., Norouziyan M. A., Mohseni M., Afzalzadeh A. 2014. Changes in blood metals, hematology and hepatic enzyme activities in lactating cows reared in the vicinity of a lead–zinc smelter // Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology 92:6, 693–697.

Nazir R., Khan M., Masab M., Rehman H. U., Rauf N.U., Shahab S., Ameer N., Sajed M., Ullah M., Rafeeq M., Shaheen Z. 2015. Accumulation of heavy metals (Ni, Cu, Cd, Cr, Pb, Zn, Fe) in the soil, water and plants and analysis of physico-chemical parameters of soil and water collected from Tanda Dam kohat // J. Pharm. Sci. & Res 7(3), 89–97.

Rahman M. A., Rahman M. M., Reichman S. M., Lim R. P., Naidu R. 2014. Heavy metals in Australian grown and imported rice and vegetables on sale in Australia: Health hazard // Ecotoxicology and Environmental Safety 100(1), 53–60.

REFERENCES

Batmanov, A.V. Akkumuljacija tjazhelyh metallov introducirovannymi sortami zemljaniki sadovoj v uslovijah stepnoj zony Samarskogo Zavolzha: [Accumulation of heavy metals by introduced varieties of strawberry in the conditions of the steppe zone of the Samara Zavolzhje]: Author's abstract of thesis for Candidate Degree in agricultural sciences. Ust-Kinelskij, 2017. (In Russian).

GOST 30178-96. Raw materials and food products. Atomic absorption method for determination of toxic elements. Vved. 1998-01-01. Moscow: IPK Izdatelstvo standartov, 1997. (In Russian).

Gurkina, L.V., & Lebedeva M.B. Analiz pokazateley bezopasnosti moloka korov Ivanovskoy oblasti [Analysis of milk safety indicators for cows in the Ivanovo region]. In: Vestnik veterinarii, 2011 (4), issue 59, pp. 110–111. (In Russian).

Efimova, L.V. Primenenie kompjuternoj programmy “Paket analiza dlja biometricheskoj obrabotki zootehnicheskikh dannyh” v zhivotnovodstve: metod. Ukazaniya [Application of computer program “Analysis Package for Biometric Processing of Zootechnical Data” in animal husbandry: Methodological indications]. Krasnoyarsk: FGBNU Krasnojarskij NIIZh, 2015. (In Russian).

Konotopchik, E.E. Tyazhelye metally v pishchevoy produktsii, realizuyemoy na territorii Khabarovskogo kraja [Heavy metals in foodstuffs sold in the Khabarovsk Territory]. In: Uchenye zametki TOGU, 2013 (4), issue 2, pp. 50–56. (In Russian).

Lobkov, V.Yu. Otsenka pokazateley bezopasnosti moloka korov v khozyaystvakh Yaroslavskoy oblasti [Assessment of milk safety indicators of cows in farms of the Yaroslavl region]. In: Vestnik APK Verhnevolzhja, 2017 (2), issue 38, pp. 27–32. (In Russian).

Mamenko, A.M., & Portyannik, S.V. Migratsiya tyazhelykh metallov v moloko korov v usloviyakh zagryazneniya okruzhayushchey sredy pollyutantami i ksenobiotikami [Migration of heavy metals into cow milk in conditions of environmental pollution with contaminants and xenobiotics]. In: Vestnik UGSHA, 2010 (2), issue 12, pp. 85–91. (In Russian).

Miroshnichenko, O.N., & Glebova, I.V. Analiz biokhimicheskikh issledovaniy i sodержaniya tyazhelykh metallov v syvorotke krovi i moche matok russkoy rystoy porody [Analysis of biochemical studies and content of heavy metals in serum and urine of Russian Trotter dams]. In: Vestnik Kurskoj GSHA, 2011 (4), pp. 58–60. (In Russian).

Medvedskaya, T.V., Subbotin, A.M., & Matsinovich, M.S. Ekologicheskaja bezopasnost pri proizvodstve zhivotnovodcheskoj produkcii [Environmental safety in the production of livestock products]. Vitebsk, 2009. (In Russian).

Prokash, K.P. Vlijanie tjazhelyh metallov (Zn, Cu, Cd, Pb), sodержashhihsja v kormah, na kachestvo moloka korov [Effect of heavy metals (Zn, Cu, Cd, Pb) contained in feed on cow milk quality]: Author's abstract of thesis for Candidate Degree in agricultural sciences. Moscow, 1994. (In Russian).

СанПиН 2.3.2.1078-01. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов [Hygienic requirements of food safety and nutritional value]. Enacted on September 1, 2002. (In Russian).

Сулдына, Т.И. Содержание тяжелых металлов в продуктах питания и их влияние на организм [Content of heavy metals in food and their effects on the body]. In: Racionalnoe pitanie, pishhevye dobavki i biostimulyatory, 2016(1), pp. 136–140. (In Russian).

Federal Law of the Russian Federation No. 29-FZ dated January 2, 2000 “On quality and safety of food products”. (In Russian).

Fedorovich, V.V., Sirackij, I.Z., Bojko, E.V., & Stadnickaja, O.I. Mikroelementy v moloke i krvi korov ukrainskoy cherno-pestroy molochnoy porody [Trace elements in milk and blood of cows of Ukrainian black-and-white dairy breed]. In: Aktualnye problemy intensivnogo razvitija zhivotnovodstva, 2013 (16), issue 2, pp. 54–60. (In Russian).

Darwish, W.S., Hussein, M.A., El-Desoky, K.I., Ikenaka, Y., Nakayama, S., Mizukawa, H., & Ishizuka, M. Incidence and public health risk assessment of toxic metal residues (cadmium and lead) in Egyptian cattle and sheep meats. In: International Food Research Journal, 2015 (22), issue 4, pp. 1719–1726.

Mohajeri, G., Norouziyan, M.A., Mohseni, M., & Afzalzadeh, A. Changes in blood metals, hematology and hepatic enzyme activities in lactating cows reared in the vicinity of a lead–zinc smelter. In: Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 2014 (92), issue 6, pp. 693–697.

Nazir, R., Khan, M., Masab, M., Rehman, H.U., Rauf, N.U., Shahab, S., Ameer, N., Sajed, M., Ullah, M., Rafeeq, M., & Shaheen, Z. Accumulation of heavy metals (Ni, Cu, Cd, Cr, Pb, Zn, Fe) in the soil, water and plants and analysis of physico-chemical parameters of soil and water collected from Tanda Dam kohat. In: Journal of Pharmaceutical Sciences and Research, 2015 (7), issue 3, pp. 89–97.

Rahman, M.A., Rahman, M.M., Reichman, S.M., Lim, R.P., & Naidu, R. Heavy metals in Australian grown and imported rice and vegetables on sale in Australia: Health hazard. In: Ecotoxicology and Environmental Safety, 2014 (100), pp. 53–60.

T.V. Zaznobina, O.V. Ivanova
Krasnoyarsk, Russia

TOXIC ELEMENTS CONTENT ANALYSIS OF BLOOD AND MILK OF COWS

Abstract. Currently, one of the main economic policies of the Russian Federation in the field of food security is production of safe food and consumer protection. The aim of the research was to study the content of such toxic elements as Zn, Cd and Pb in milk and blood of cows. Experimental studies were carried out at stud farms Plemzavod Tayozhny LLC in Suhobuzimsky District and OPH Solyanskoe LLC in Rybinsk District, Krasnoyarsk Krai, Russian Federation. The milk samples were studied by atomic absorption method; the blood serum samples, by mass spectrometry. Blood serum samples were obtained by sedimentation of whole blood and retraction of the blood clot followed by centrifugation. The obtained data were processed by the method of variation statistics with the calculation of statistical indicators. The lowest contents of Zn, Cd and Pb were found in blood serum of the cows of OPH Solyanskoe LLC; it was 0.038, 0.001, and 0.002 mg/l, respectively. The milk samples collected at Plemzavod Tayozhny LLC contained less heavy metals than those collected at OPH Solyanskoe LLC: Zn by 2.069 mg/l, Cd by 0.01 mg/l, and Pb by 0.061 mg/l ($P > 0.999$). When calculating the correlation coefficients, weak positive and negative correlations were established between Zn and Pb content in blood and milk. The detected amounts of toxic elements did not exceed the maximum permissible concentrations, except for Pb content in milk sampled at OPH Solyanskoe LLC, which was higher than the standard content by 0.026 mg/l.

Keywords: toxic element; heavy metal; Zinc; Cadmium; Plumbum; milk; blood; cow; Krasnoyarsk Krai.

About the authors: Tatyana Vyacheslavovna Zaznobina, Postgraduate Student, Researcher at the Department of Farm Animal Breeding; Olga Valeryevna Ivanova, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Russian Academy of Sciences, Director.

Place of employment: Krasnoyarsk Scientific-Research Institute of Animal Husbandry – Division of Federal Research Center “Krasnoyarsk Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences”.

Зазнобина Т.В., Иванова О.В. Анализ содержания токсичных элементов в крови и молоке коров // Вестник Нижневартковского государственного университета. 2019. № 2. С. 92–97.

Zaznobina T.V., Ivanova O.V. Toxic elements content analysis of blood and milk of cows // Bulletin of Nizhnevartovsk State University. 2019. No. 2. P. 92–97.
