



Краткие сообщения / Brief reports
Оригинальная статья / Original article
УДК 574.4:636.271+636.39(478.9)
DOI: 10.18470/1992-1098-2018-4-166-173

СОДЕРЖАНИЕ МАРГАНЦА, ЦИНКА, МЕДИ И МОЛИБДЕНА В ВОЛОСЯНОМ ПОКРОВЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ ДОЛИНЫ НИЖНЕГО ДНЕСТРА

Татьяна Л. Шешницан, Сергей С. Шешницан,
Марина В. Капитальчук*

*Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко,
Тирасполь, Республика Молдова, sheshnitsan@gmail.com*

Резюме. *Цель* – выявить различия в накоплении марганца, цинка, меди и молибдена в волосяном покрове сельскохозяйственных животных (коров и коз) и их пространственной дифференциации в долине Нижнего Днестра. *Методы.* Сбор и пробоподготовка образцов проводилась в соответствии с общепринятыми методами. Определение содержания металлов в пробах волос осуществлялось в аккредитованных лабораториях с помощью метода атомно-абсорбционной спектрометрии (ААС) и масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ИСП-МС). *Результаты.* Впервые представлены данные по содержанию биогенных металлов (марганца, цинка, меди, молибдена) в волосах хвоста коров черно-пестрой породы и коз пород русская белая и зааненская долины Нижнего Днестра. *Выводы.* Показано, что концентрации микроэлементов в волосах сельскохозяйственных животных отражают относительную однородность биогеохимических условий нижнеднестровской долины. Установлено, что коровы и козы характеризуются резко различающимся элементным статусом по изучаемым металлам, оцененным на основе анализа их концентраций в волосах хвоста. При этом влияние окраски волос на содержание элементов выявлено только для молибдена у коров, а для коз значимых межпородных различий в концентрациях металлов не обнаружено. **Ключевые слова:** сельскохозяйственные животные, волосы хвоста, марганец, цинк, медь, молибден, элементный статус.

Формат цитирования: Шешницан Т.Л., Шешницан С.С., Капитальчук М.В. Содержание марганца, цинка, меди и молибдена в волосяном покрове сельскохозяйственных животных долины Нижнего Днестра // Юг России: экология, развитие. 2018. Т.13, N4. С.166-173. DOI: 10.18470/1992-1098-2018-4-166-173

CONTENTS OF MANGANESE, ZINC, COPPER AND MOLYBDENUM IN THE HAIR OF THE FARM ANIMALS IN THE LOWER DNIESTER VALLEY

Tatyana L. Sheshnitsan, Sergey S. Sheshnitsan,
Marina V. Kapitalchuk*

*Pridnestrovian State University named after T.G. Shevchenko,
Tiraspol, Moldova Republic, sheshnitsan@gmail.com*

Abstract. *Aim.* The aim is to identify the differences in the accumulation of manganese, zinc, copper and molybdenum in the hair of farm animals (cows and goats) and their spatial differentiation in the valley of the Lower Dniester. *Methods.* Sampling and sample preparation were carried out in accordance with generally accepted methods. The determination of metal content in hair samples was carried out in accredited laboratories using atomic absorption spectrometry (AAS) and Inductively Coupled Plasma Spectroscopy (ICP-S). *Results.* For the first time, data are presented on the content of biogenic metals (manganese,



zinc, copper, molybdenum) in the hair of the tail of black-and-white cows and Russian White and Saanen goats in the valleys of the Lower Dniester. **Conclusions.** It is shown that the concentration of trace elements in the hair of farm animals reflects the relative homogeneity of the biogeochemical conditions of the Lower Dniester valley. It is established that cows and goats are characterized by a sharply differing elemental status for the studied metals estimated on the basis of an analysis of their concentrations in the hair of the tail. At the same time, the effect of hair color on the content of elements was revealed only for molybdenum in cows, and for goats there were no significant interbreed differences in metal concentrations.

Keywords: farm animals, tail hair, manganese, zinc, copper, molybdenum, elemental status.

For citation: Sheshnitsan T.L., Sheshnitsan S.S., Kapitalchuk M.V. Contents of manganese, zinc, copper and molybdenum in the hair of the farm animals in the lower Dniester valley. *South of Russia: ecology, development*. 2018, vol. 13, no. 4, pp. 166-173. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2018-4-166-173

ВВЕДЕНИЕ

Живые организмы непрерывно взаимодействуют с окружающей средой и по этой причине в экосистемах и биосфере в целом химический состав организмов тесно связан с химическим составом среды их обитания. Однако соотношение потребностей в микроэлементах у живых организмов и их содержанием в окружающей среде редко бывает адекватным. Экстремальные случаи можно рассматривать как элементарно-дефицитные или элементарно-избыточные [1; 2].

Мониторинг статуса жизненно важных микроэлементов в пищевой цепи «почва–растение–животное» имеет принципиально важное значение, поскольку позволяет прогнозировать уровень их поступления с пищей в организм человека и чрезвычайно важен для предотвращения эндемических заболеваний животных и человека. За всю историю изучения распределения микроэлементов в компонентах биосферы Молдавии был накоплен обширный материал относительно их содержания в почвах и растениях, меньше данных о содержании элементов в растительных кормах [3; 4]. Как пока-

зывает практика биогеохимических исследований, химический анализ одних лишь почв и растительных кормов не всегда отражает реальный уровень поступления микроэлементов в организм животных (т.е. биодоступность микроэлементов) вследствие присутствия нерастворимых комплексов или антагонистов [1].

В настоящее время считается, что изучение элементного состава волос сельскохозяйственных животных (коровы, козы, овцы) является одним из самых быстрых и эффективных способов получения адекватной информации при диагностике микроэлементозов, а также выявления биогеохимических провинций, что подтверждается связью концентраций химических элементов в волосяном покрове с ландшафтно-геохимическими условиями среды обитания [1; 5; 6].

Цель данного исследования состояла в выявлении различий в накоплении марганца, цинка, меди и молибдена в волосяном покрове сельскохозяйственных животных (коров и коз) и их пространственной дифференциации в долине Нижнего Днестра.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследованием была охвачена территория общей площадью около 1848 км², представляющая собой террасовую равнину, расположенную в юго-восточной части Молдавии и занимающую в основном левобережную степную часть долины Нижнего Днестра. В правобережной части днестровской долины исследован лишь небольшой участок территории, примыкающий к городу

Бендеры и селу Кицканы. Районы отбора проб удалены друг от друга не менее чем на 7–10 км и обозначены на рисунке 1.

Образцы волосяного покрова отобраны в пастбищный период с хвостовой части у коров черно-пестрой породы ($n = 20$) и коз пород русская белая ($n = 6$) и зааненская ($n = 14$) в течение августа – сентября 2017 года. Отбор проб производился у жи-



вотных в возрасте от 2 до 7 лет в присутствии хозяев с помощью стальных ножниц

на расстоянии 2–3 см от кожного покрова в количестве не менее 0,4 г.

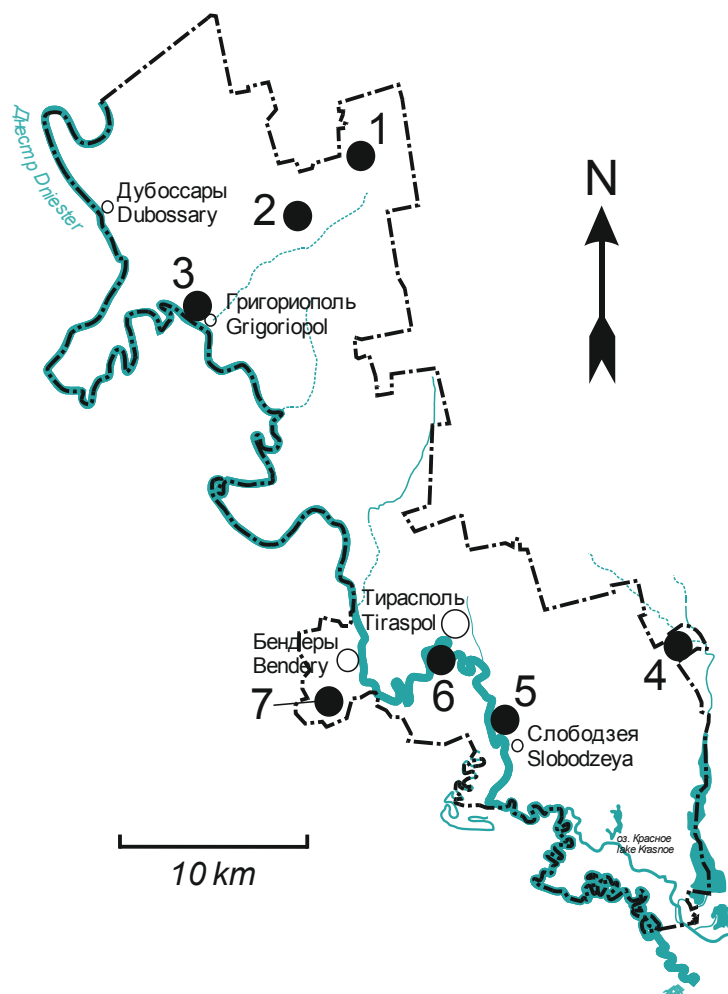


Рис.1. Районы исследования в долине Нижнего Днестра:
1 – Карманово; 2 – Глиное; 3 – Григориополь; 4 – Ново-Андрияшевка;
5 – Слободзея; 6 – Кицканы; 7 – Гиска
Fig.1. Study areas in the Lower Dniester valley:
1 – Karmanovo; 2 – Glinoe; 3 – Grigoriopol; 4 – Novo-Andriyashvka;
5 – Slobodzeya; 6 – Kitskany; 7 – Giska

Проксимальную часть терминальных волос кисти хвоста коров длиной 5–7 см отделяли с помощью ножниц от дистальной части (наиболее загрязненной) и использовали в дальнейшей пробоподготовке. Образцы волос, полученные от коз, использовали целиком. Очистку волос от загрязнений проводили механически путем высокоскоростного вихревого движения в неагрессивной среде дистиллированной воды в течение 7–8 минут в соответствии с методикой [7]. После этого пробы волос высушивали при температуре 70°C в течение 1 часа. Содер-

жание марганца, цинка и меди в растворах золы волос определяли с помощью атомно-абсорбционного спектрофотометра AA-7000 (SHIMADZU, Япония) в лабораторно-аналитическом центре ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства», молибдена – методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ИСП-МС) на квадрупольном масс-спектрометре Nexion 300D (Perkin Elmer, США) в лаборатории ООО «Микронутриенты».

Статистическую обработку данных проводили в системе Statistica 10.0 (StatSoft



Inc., США). Ввиду несоответствия большинства выборок закону нормального распределения, в работе использованы методы непараметрической статистики. Оценку разли-

чий парных выборок проводили с помощью *U*-критерия Манна-Уитни. Во всех статистических расчетах принят уровень значимости $p < 0,05$.

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные в результате исследования данные по содержанию металлов в волосах сельскохозяйственных животных

свидетельствуют об отчетливом различии элементного статуса коров и коз (табл. 1).

Таблица 1

Содержание микроэлементов (мг/кг) в волосах кисти хвоста сельскохозяйственных животных долины Нижнего Днестра

Table 1

The content of trace elements (mg/kg) in the hair of the tail brush of farm animals of the Lower Dniester valley

Элементы Elements	Коровы порода черно-пестрая Cows Black-motley breed		Козы породы русская белая и зааненская Goats Russian White and Zaanen breeds		<i>p</i>
	<i>M</i> (25%–75%)	$\bar{X} \pm SD$	<i>M</i> (25%–75%)	$\bar{X} \pm SD$	
Mn	10,3 (9,2–12,7)	11,1±2,7	15,3 (10,3–18,3)	16,3±7,1	0,0090
Zn	29,0 (11,3–38,2)	27,1±17,1	57,6 (34,8–61,8)	46,8±18,7	0,0028
Cu	8,5 (6,3–10,9)	8,9±3,2	13,4 (10,9–17,8)	14,8±5,3	0,0001
Mo	0,134 (0,061–0,223)	0,305±0,573	0,028 (0,022–0,044)	0,031±0,012	0,0032

Примечание: $n = 20$ для Mn, Zn, Cu; $n = 10$ для Mo. Данные представлены как медиана (*M*) и границы перцентилей (25%–75%), а также среднее значение (\bar{X}) и среднеквадратическое отклонение (*SD*). Уровень значимости (*p*) приведен для *U*-критерия Манна-Уитни.

Note: $n = 20$ for Mn, Zn, Cu; $n = 10$ for Mo. Data are presented as median (*M*) and percentile borders (25%–75%), as well as mean (\bar{X}) and standard deviation (*SD*). The significance level (*p*) is given for the Mann-Whitney *U*-test.

В частности, козы характеризуются более высоким содержанием ($p < 0,01$) марганца, цинка и меди в волосах хвоста, которое превышает концентрации элементов в волосах хвостового пучка коров на 32, 50 и 37% для марганца, цинка и меди соответственно. Напротив, уровни концентраций молибдена у коров в среднем на один порядок превышают таковой у коз. Учитывая сходную потребность крупного и мелкого рогатого скота в изучаемых эссенциальных элементах [8], подобные различия в некоторой степени отражают особенности рациона питания и накопления металлов. Данный факт обязывает рассматривать элементный статус этих животных отдельно друг от друга.

Обратим внимание также на то, что у коров варьирование концентраций молибдена в волосах кисти хвоста очень значительное (значение коэффициента вариации составляет 184%). Подобной вариабельно-

сти не наблюдается для трех других металлов. Возможная причина данного явления состоит в неоднородности выборки, сформированной из концентраций элемента в волосах черной и белой окраски. Проведенный статистический анализ показал, что волосы черной окраски отличаются более высоким содержанием молибдена ($p = 0,0373$). С учетом цвета среднее содержание молибдена у коров черно-пестрой породы составило $0,19 \pm 0,07$ мг/кг – в волосах черной окраски ($n = 4$) и $0,08 \pm 0,06$ мг/кг – в волосах белой окраски ($n = 5$). В то же время для концентраций марганца, меди и цинка значимых различий не наблюдается.

Проследить зависимость концентраций элементов в волосах коз от их окраски не представляется возможным вследствие того, что выборка практически всецело состоит из непигментированных волос. Однако отдельно нужно обосновать правомерность объединения в одну выборку коз раз-



ных пород. Результаты статистических расчетов не позволили доказать существования достоверных различий в содержании всех рассматриваемых металлов в волосах животных пород русская белая и зааненская, поэтому данные по содержанию отдельных металлов в волосах коз разных пород рассматриваются как однородные выборки.

В целом, уровни содержания микроэлементов согласуются с имеющимися в литературе данными. В частности, наблюдаемые в долине Днестра диапазоны концентраций марганца наиболее близки к результатам, полученным польскими исследователями – 3,6–20,0 мг/кг [9]. В работе [10] концентрации цинка в волосах кисти хвоста коров (11,3–31,9 мг/кг) оказались сопоставимыми с данными настоящего исследования, хотя в большинстве других регионов исследователи обнаруживают более значительные концентрации металла – от 48,5–143,0 мг/кг у коров черно-пестрой породы [1; 5; 11] до 427,4 мг/кг у коров других пород [9; 12]. Содержание меди в волосах коров черно-пестрой породы в долине Днестра практически совпадает с концентрациями металла (6,8–12,1 мг/кг), выявленными при исследовании коров той же породы в работе [5]. Молибден варьирует в диапазоне концен-

траций, установленном для регионов России – 0,02–1,3 мг/кг [1]. Напротив, в шерсти коз по результатам нашего исследования содержание марганца и меди оказалось несколько выше, чем было обнаружено ранее (1,7–8,3 мг/кг [13; 14] и 5,2–5,6 мг/кг [13; 15] для марганца и меди соответственно), а цинка – ниже (85,0–143,0 мг/кг [13; 16]).

Существование подобных региональных различий в накоплении металлов в волосяном покрове сельскохозяйственных животных отражает в первую очередь разную интенсивность их миграции в локальных биогеохимических пищевых цепях, которая определяется целым комплексом факторов – от запасов валовых форм и подвижности в почвах до искусственного введения в рацион животных минеральных подкормок и антропогенного загрязнения окружающей среды металлами.

Содержание отдельных металлов заметно отличается у животных в разных районах исследования в пределах долины Нижнего Днестра. На рисунках 2 и 3 приведены усредненные значения концентраций металлов в волосах коров и коз из семи районов исследования.

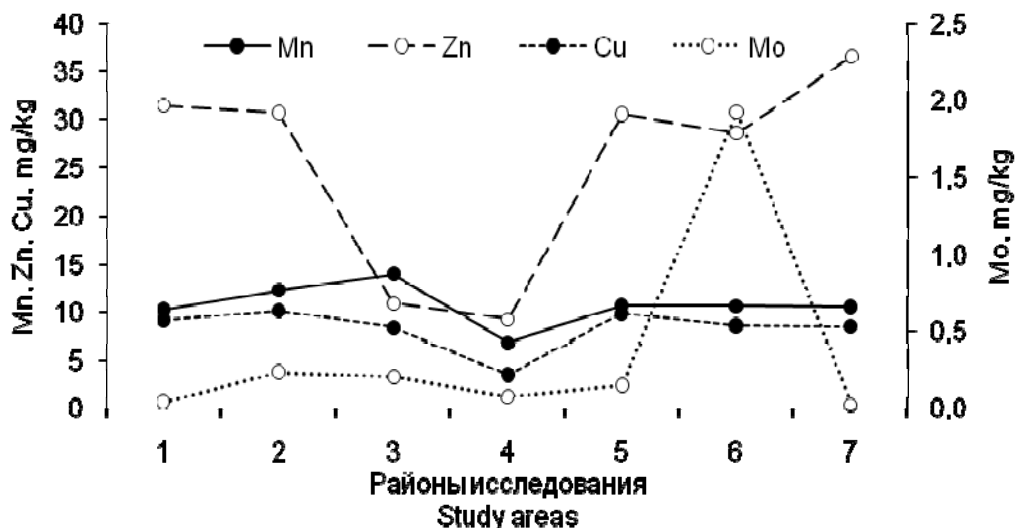


Рис.2. Содержание микроэлементов в волосах кисти хвоста коров в разных районах исследования долины Нижнего Днестра

Обозначения районов исследования как на рисунке 1.

Fig.2. The content of trace elements in the hair of the tail brush of cows in different study areas of the Lower Dniester valley.

The designations of the study areas as in Figure 1.

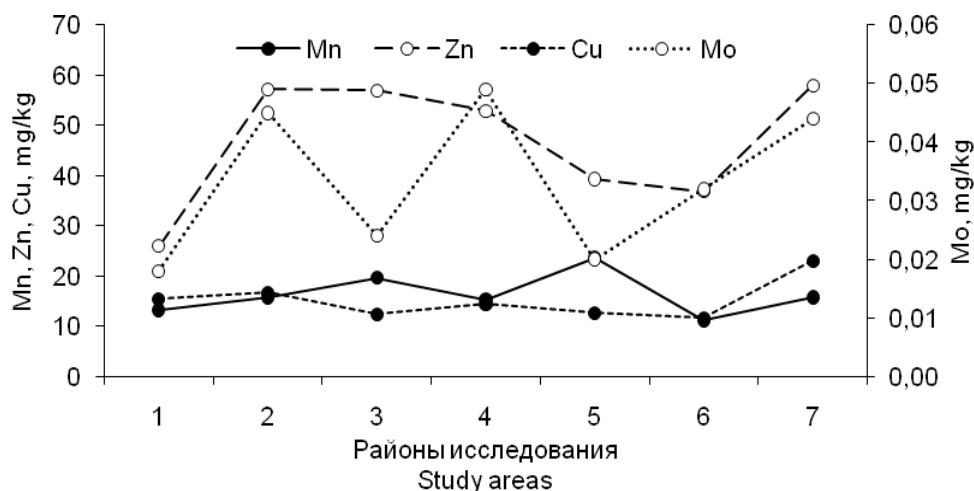


Рис.3. Содержание микроэлементов в волосах хвоста коз в разных районах исследования долины Нижнего Днестра
Обозначения районов исследования как на рисунке 1.
Fig.3. The content of trace elements in the hair of the tail of goats in different study areas of the Lower Dniester valley.
The designations of the study areas as in Figure 1.

Так, у коров, выпасаемых на пастбищах в окрестностях г. Григориополь и с. Ново-Андрияшевка содержание цинка в среднем в два раза ниже (9,1 и 10,8 мг/кг соответственно), чем у животных в остальных районах (от 28,6 до 38,6 мг/кг). Крайне высокое содержание молибдена (1,920 мг/кг) отмечено в волосах кисти хвоста коровы на пастбище в окрестностях с. Кицканы, однако этот случай был единичным и в среднем концентрации молибдена у животных не превышали 0,240 мг/кг. Марганец и медь, напротив, отличаются слабой изменчивостью концентраций у коров, выпасаемых в разных районах долины Нижнего Днестра.

В волосах хвоста коз также наблюдается слабая изменчивость концентраций марганца и меди. В то же время, для цинка прослеживается двукратное по сравнению с соседними районами снижение содержания в волосяном покрове животных, выпасаемых на степных пастбищах с. Карманово, а также более низкие концентрации металла на пастбищах в пойме Днестра в окрестно-

стях с. Кицканы и г. Слободзея. Концентрации молибдена в шерсти коз в среднем не превышают 0,050 мг/кг и в половине случаев оказываются в два раза ниже данного порога.

Несмотря на численные различия средних концентраций металлов в волосах сельскохозяйственных животных, статистические расчеты не позволили подтвердить существования в исследуемой части долины Днестра районов со значимо высоким или низким содержанием микроэлементов у животных. Это может свидетельствовать о слабой дифференциации элементного статуса коров и коз, выпасаемых в днестровской долине, и отражает относительную однородность биогеохимических условий для миграции и аккумуляции металлов. Действительно, ранее нами было показано [17], что слабая расчлененность рельефа и его равнинный характер в долине Нижнего Днестра обуславливает низкую интенсивность миграции марганца, цинка и молибдена в ландшафте и их слабоконтрастную дифференциацию в растениях.

ВЫВОДЫ

1. Содержание марганца, цинка, меди и молибдена в волосах хвоста сельскохозяйственных животных, выпасаемых в долине Нижнего Днестра, несмотря на флуктуации в разных ее районах, отражает относитель-

ную однородность геохимических условий, а наблюдаемые различия носят случайный характер.

2. Для коров и коз свойственны противоположные тенденции в аккумуляции метал-



лов в волосяном покрове хвоста: концентрации марганца, цинка и меди, как правило, выше у коз, в то же время для волос кисти хвоста коров характерно более значительное накопление молибдена.

3. Окраска волос хвоста коров не влияет на концентрации марганца, цинка и меди и,

напротив, содержание молибдена значимо выше в волосах черной окраски. Для непигментированных волос коз пород русская белая и зааненская не выявлено различий в накоплении металлов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ермаков В.В., Тютиков С.Ф. Геохимическая экология животных. М.: Наука, 2008. 315 с.
2. Никонов В.В., Лукина Н.В., Безель В.С. и др. Рассеянные элементы в бореальных лесах / Отв. ред. А.С. Исаев. М.: Наука, 2004. 616 с.
3. Кирилук В.П. Микроэлементы в компонентах биосферы Молдовы. Кишинев: Pontos, 2006. 156 с.
4. Тома С.И., Рабинович И.З., Великсар С.Г. Микроэлементы и урожай. Кишинев: Штиинца, 1980. 172 с.
5. Замана С.П. Определение химического элементного состава волосяного покрова у крупного рогатого скота // Сельскохозяйственная биология. 2006. Т. 41. N 4. С. 121-125.
6. Мирошников С.А., Завьялов О.А., Фролов А.Н., Харламов А.В., Дускаев Г.К., Курилкина М.Я. Разработка метода выявления элементозов крупного рогатого скота // Вестник мясного скотоводства. 2016. N 4(96). С. 73-78.
7. Усенко С.И., Пророк М.М., Ковалева Л.Н. и др. Способ подготовки пробы терминальных волос крупного рогатого скота к анализу на содержание макро- и микроэлементов // Патент России N2304763C2. 2007. Бюл. N23.
8. Suttle N.F. Mineral nutrition of livestock. 4th edition. CABI, Cambridge. 2010. 579 p.
9. Cygan-Szczegielniak D., Stanek M., Giernatowska E., Janicki B. Impact of breeding region and season on the content of some trace elements and heavy metals in the hair of cows // Folia Biologica. 2014. V. 62. Iss. 3. P. 163-169. DOI: 10.3409/fb62_3.163
10. Кадырова Г.Б., Калдыбаев Б.К. Эколого-биогеохимическая оценка территории бассейна реки Жыргалан с использованием сельскохозяйственных животных // Universum: Химия и биология. 2017. N 2 (32). URL: <http://7universum.com/ru/nature/archive/item/4191> (дата обращения: 21.06.2018)
11. Мирошников С.А., Завьялов О.А., Фролов А.Н., Курилкина М.Я. Влияние коррекции статуса свинца и кадмия, оценённого по химическому составу шерсти, на воспроизводительные качества коров чёрно-пёстрой породы // Животноводство и кормопроизводство. 2018. Т. 101. N 1. С. 67-74.
12. Kumar K., Kewalramani N. Copper, zinc and iron status of milk and hair samples of dairy animals in Haryana // Animal Nutrition and Feed Technology. 2011. V. 11. P. 271-276.
13. Ашурбеков Т.Р. Содержание некоторых макро- и микроэлементов в волосах различных домашних животных // Судебно-медицинская экспертиза. 1975. Т. 18. N 1. С. 37-38.
14. Schellner G. Effect of deficiencies of zinc and manganese and supplements of zinc and manganese on growth yields of milk and milk fat, and fertility in ruminants // Jahrbuch fur Tierernahrung und Fuetterung. 1972. V. 8. P. 137-155.
15. Anke M., Groppe B., Gruen M. Manganese deficiency in ruminants. V. Effect of manganese deficiency on major and trace element contents of adult male and female goats // Archiv fur Tierernahrung. 1973. V. 23. P. 483-500.
16. Groppe B., Hlennig A. Zinc deficiency in ruminants // Archiv fur Experimentelle Veterinarmedizin. 1971. V. 25. P. 817-821.
17. Капитальчук И.П., Шешнищан Т.Л., Шешнищан С.С., Капитальчук М.В. Миграция марганца, цинка, меди и молибдена в ландшафтно-геохимических катенах долины Нижнего Днестра // Юг России: экология, развитие. 2018. Т. 13. N 2. С. 96-112.

REFERENCES

1. Ermakov V.V., Tjutikov S.F. *Geokhimicheskaya ekologiya zhivotnykh* [Geochemical Ecology of Animals]. Moscow, Nauka Publ., 2008, 315 p. (In Russian)
2. Nikonov V.V., Lukina N.V., Bezel V.S. et al. *Rasseyannyye elementy v boreal'nykh lesakh* [Dissipated elements in boreal forests]. Moscow, Nauka Publ., 2004, 616 p. (In Russian)
3. Kiriluk V.P. *Mikroelementy v komponentakh biosfery Moldovy* [Trace Elements in Components of the Biosphere of Moldova]. Kishinev, Pontos Publ., 2006, 156 p. (In Russian)
4. Toma S.I., Rabinovich I.Z., Veliksar S.G. *Mikroelementy i urozhai* [Trace Elements and Yield]. Kishinev, Shtiintsa Publ., 1980, 172 p. (In Russian)
5. Zamana S.P. Determination of chemical element composition of the hair cover in cattle. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya* [Agricultural Ecology]. 2006, no. 4, pp. 121-125. (In Russian)
6. Miroshnikov S.A., Zavyalov O.A., Frolov A.N., Kharlamov A.V., Duskaev G.K., Kurilkina M.Ya. Development of a method to identify elementosis of cattle. *Vestnik myasnogo skotovodstva* [The Herald of Beef Cattle Breeding]. 2016, no. 4 (96), pp. 73-78. (In Russian)



7. Usenko S.I., Prorok M.M., Kovaleva L.N. et al. *Sposob podgotovki proby terminal'nykh volos krupnogo rogatogo skota k analizu na sodержание makro- i mikroelementov* [Method of preparing sample of terminal hair of cattle for analysis to reveal presence of macro- and microelements]. Patent RF, no. 2304763C2, 2007, bull. no. 23. (In Russian)
8. Suttle N.F. Mineral nutrition of livestock. 4th edition. CABI, Cambridge, 2010, 579 p.
9. Cygan-Szczegielniak D., Stanek M., Giernatowska E., Janicki B. Impact of breeding region and season on the content of some trace elements and heavy metals in the hair of cows. *Folia Biologica*, 2014, vol. 62, iss. 3, pp. 163-169. DOI: 10.3409/fb62_3.163
10. Kadyrov G.B., Kaldybaev B.K. Ecologic biogeochemical territory assessment of Jyrgalan basin using farm animals. *Universum: Himija i biologija* [Universum: Chemistry and Biology]. 2017, no. 2(32). (In Russian) Available at: <http://universum.com/ru/nature/archive/item/4191> (accessed 21.06.2018)
11. Miroshnikov S.A., Zavyalov O.A., Frolov A.N., Kurikina M.Ya. Effect of correction of lead and cadmium status, evaluated according to the chemical composition of wool on reproductive qualities of Black Spotted cows. *Zhivotnovodstvo i kormoproizvodstvo* [Animal Husbandry and Fodder Production]. 2018, vol. 101, no. 1, pp. 67-74. (In Russian)
12. Kumar K., Kewalramani N. Copper, zinc and iron status of milk and hair samples of dairy animals in Haryana. *Animal Nutrition and Feed Technology*. 2011, vol. 11, pp. 271-276.
13. Ashurbekov T.R. Content of some macro- and microelements in hair of various domestic animals. *Sudebno-meditsinskaya ekspertiza* [Forensic Medical Expertise]. 1975, vol. 18, no. 1, pp. 37-38. (In Russian)
14. Schellner G. Effect of deficiencies of zinc and manganese and supplements of zinc and manganese on growth yields of milk and milk fat, and fertility in ruminants. *Jahrbuch fur Tierernahrung und Futterung*. 1972, vol. 8, pp. 137-155.
15. Anke M., Groppe B., Gruen M. Manganese deficiency in ruminants. V. Effect of manganese deficiency on major and trace element contents of adult male and female goats. *Archiv fur Tierernahrung*. 1973, vol. 23, pp. 483-500.
16. Groppe B., Hlennig A. Zinc deficiency in ruminants. *Archiv fur Experimentelle Veterinarmedizin*. 1971, vol. 25, pp. 817-821.
17. Kapitalchuk I.P., Sheshnitsan T.L., Sheshnitsan S.S., Kapitalchuk M.V. Migration of manganese, zinc, copper and molybdenum in landscape-geochemical catenae of the Lower Dniester valley. *South of Russia: ecology, development*, 2018, vol. 13, no. 2, pp. 96-112. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2018-2-96-112

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Татьяна Л. Шешницан* – аспирант кафедры физической географии, геологии и землеустройства Приднестровского государственного университета им. Т.Г. Шевченко, 3300 Республика Молдова, г. Тирасполь, ул. 25 Октября 107, тел. +(373) 533 79-512, e-mail: sheshnitsan@gmail.com

Сергей С. Шешницан – аспирант кафедры физической географии, геологии и землеустройства Приднестровского государственного университета им. Т.Г. Шевченко, г. Тирасполь, Республика Молдова.

Марина В. Капитальчук – кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники и экологии Приднестровского государственного университета им. Т.Г. Шевченко, г. Тирасполь, Республика Молдова.

Критерии авторства

Татьяна Л. Шешницан собрала фактический материал, проанализировала данные, написала рукопись и корректировала ее до подачи в редакцию. Сергей С. Шешницан и Марина В. Капитальчук оказали помощь в интерпретации данных и сборе материала. Все авторы в равной степени несут ответственность при обнаружении плагиата и других неэтических проблем.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию 22.07.2018

Принята в печать 16.10.2018

AUTHORS INFORMATION

Affiliations

Tatyana L. Sheshnitsan* – Postgraduate student of Department of Physical Geography, Geology and Land Management, Pridnestrovian State University named after T.G. Shevchenko, 3300 Moldova Republic, Tiraspol, 25th October str., 107, phone +(373) 533 79-512, e-mail: sheshnitsan@gmail.com

Sergey S. Sheshnitsan – Postgraduate student of Department of Physical Geography, Geology and Land Management, Pridnestrovian State University named after T.G. Shevchenko, Moldova Republic, Tiraspol.

Marina V. Kapitalchuk – Candidate of Biological sciences, Assistant professor of Department of Botany and Ecology, Pridnestrovian State University named after T.G. Shevchenko, Moldova Republic, Tiraspol.

Contribution

Tatyana L. Sheshnitsan collected the actual material, analyzed data, wrote the manuscript and corrected it before submitting to editor. Sergey S. Sheshnitsan and Marina V. Kapitalchuk assisted in data interpretation and collecting of material. All authors are equally responsible for detection of plagiarism, self-plagiarism and other unethical problems.

Conflict of interest

The authors declares that there are no conflict of interest.

Received 22.07.2018

Accepted for publication 16.10.2018