

УДК 614.9:504.054:574.24:636.03:612.799.1(470.41)

Оценка содержания тяжелых металлов в волосяном покрове крупного рогатого скота при контроле качества животноводческой продукции

*Салихов Д. Г.¹, Гайфутдинова Н. Р.¹, Выборнова И. Б.¹, Галимзянов И. Г.²,
Ефимова М. А.^{1,2}, Шуралев Э. А.^{1,2,3}*

¹ Казанский (Приволжский) федеральный университет

Казань, Россия

SDamirV5@yandex.ru

² Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н. Э. Баумана

Казань, Россия

³ Казанская государственная медицинская академия – филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России

Казань, Россия

Тяжелые металлы - это элементы, вредные для организма животных и людей. В природе тяжелые металлы естественным образом присутствуют практически во всех живых организмах. Часть из них нужны живым организмам как микроэлементы, а некоторые приносят только вред всем живым организмам, вплоть до гибели организма. Опасность тяжелых металлов заключается в их способности кумулироваться в организме. Тяжелые металлы обладают свойством передаваться по трофической цепи. Растения корнями поглощают из почвы тяжелые металлы. Эти растения в виде сена или комбикорма используются при кормлении сельхоз животных, в том числе и крупного рогатого скота. Проникая в организм животных, при избытке некоторых токсичных металлов, животное начинает болеть, теряет продуктивность и, в конечном итоге, при острой интоксикации может погибнуть; в результате снижается продуктивность производимой мясной и молочной продукции, страдает экономика в регионе. Так же опасность накопления тяжелых металлов в организме крупного рогатого скота сказывается и на людях, употребляющих в пищу мясо, богатое токсичными металлами. Поэтому следует всегда контролировать уровни токсичных металлов во всей трофической цепи их миграции. Актуальным остается вопрос своевременного выявления тяжелых металлов в отдельных звеньях трофической цепи для предотвращения их дальнейшего продвижения. Работа посвящена оценке загрязнения отдельных агробиоценозов Республики Татарстан тяжелыми металлами по уровню их содержания в волосяном покрове крупного рогатого скота. Определено 6 районов в агробиоценозах, которых выявлен скот с повышенным содержанием мышьяка, молибдена, стронция, хрома и свинца, индикатором чего является их высокое содержание в образцах волос. Своевременно принятые меры на этапе получения продуктов животноводства помогут предотвратить дальнейшее продвижение токсичных элементов по трофической цепи до потребителя.

Ключевые слова: агробиоценозы, крупный рогатый скот, волосы, тяжелые металлы, атомно-эмиссионная спектроскопия с индуктивно связанной плазмой.

ВВЕДЕНИЕ

Загрязнение тяжелыми металлами не только влияет на производство и качество сельскохозяйственных культур, а также угрожает здоровью и жизни животных и людей. Наиболее серьезным является то, что этот вид загрязнения является скрытым, долгосрочным и необратимым (Щипцова, 2017). Из-за промышленной деятельности человека, уровни тяжелых металлов в почве и сточных водах возрастают. Из почвы тяжелые металлы всасываются растениями, а дальше по трофической цепи передаются животным (Bilalov, 2015), в том числе и крупному рогатому скоту (КРС), а потом и человеку. Актуальным остается вопрос своевременного выявления тяжелых металлов в отдельных звеньях трофической цепи для предотвращения их дальнейшего продвижения.

Целью данной работы явилась оценка загрязнения отдельных агроценозов Республики Татарстан (РТ) тяжелыми металлами по уровню их содержания в волосе КРС.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследование проводили в 2018–2019 годах в агроценозах РТ, в которых отбирали образцы волос КРС с хвоста или холки. Анализу подлежали образцы ($n=527$) из 11 районов РТ. Среди анализируемых животных наблюдалось доминирование самок: коровы (85 %), быки (15 %). Возраст животных варьировал от 6 месяцев до 10 лет, в среднем 3 года (51 % всех особей).

Для отбора образцов использовали ножницы из нержавеющей стали, а для транспортировки и хранения – бумажные конверты (Завьялов, 2016; Нарожных, 2019). На этапе пробоподготовки часть образцов отбраковали из-за недостаточного количества, нарушения герметичности при транспортировке и контакта с инородными веществами и металлами. Пробоподготовка отобранных для анализа образцов заключалась в их поверхностной очистке (Еськов, 2015) и промывке в системе мыльный раствор-ацетон-дистиллированная вода. Отмытые и обезжиренные образцы хранили в бумажных конвертах из кальки.

Исследование было направлено на определение уровня содержания тяжелых металлов и мышьяка (Al, As, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Pb, Se, Sr, Zn). Образцы волос подвергли полному кислотному разложению (по МУК 4.1.1.1483 – 03). Содержание элементов определяли на атомно-эмиссионном спектрофотометре ICPE-9000 («SHIMADZU Corp.», Япония) с ПО «ISPEsolution» согласно инструкции к применению, а расчет результатов проводился по ПНД Ф 16.1:2:3:3.11-98 (издание 2005г), по описанной ранее методике (Bilalov, 2015) в модификации, применительно к исследованию образцов волос.

Статистическую обработку выполнили, используя «Statistica 10». Проверку нулевых гипотез об отсутствии различий между долями проводили с помощью критерия Шапиро-Уилка (W), по которому было установлено, что полученные данные не полностью подчинялись закону нормального распределения. В связи с этим для сравнительного анализа использовали критерий Манна-Уитни (U) и при $p < 0,05$ различия считали значимыми.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Эссенциальные и условно-эссенциальные элементы. Проведенными исследованиями всех образцов волос КРС с агробиоценозов исследуемых районов РТ было установлено, что содержание Co варьировало в пределах 0,0-0,70 мг/кг, Cr – 0,0-0,59 мг/кг, Cu – 0,89-8,47 мг/кг, Fe – 0,98-74,1 мг/кг, Mn – 0,01-11,2 мг/кг, Mo – 0,0-4,98 мг/кг, Se – 0,0-0,24 мг/кг, Zn – 8,2-299,4 мг/кг, Ni – 0,0-0,82 мг/кг. Достоверное превышение физиологической нормы Mo выявлено в агробиоценозах 5 районов, а Cr – только в одном районе (табл. 1).

Токсичные элементы. Более серьезную проблему могут создавать токсичные элементы. Проведенными исследованиями было установлено, что во всех исследованных агробиоценозах содержание Al варьировало 0,0-25,5 мг/кг, As – 0,0-8,62 мг/кг, Cd – 0,00-0,027 мг/кг, Pb – 0,0-0,71 мг/кг, Sr – 0,0-14,58 мг/кг. Достоверное превышение физиологической нормы As и Sr выявлено в агробиоценозах 6 и 5 районов соответственно. А содержание Pb в образцах волос КРС превышало референсные значения только в агробиоценозах одного района (табл. 1).

Обобщение полученных результатов и сопоставление их с пределами физиологической нормы позволило выделить 6 районов, в агробиоценозах которых выявлено превышение содержания тяжелых металлов в волосе КРС. В Тюлячинском районе отмечается наиболее сложная ситуация: содержание Mo в волосяном покрове КРС в 19 раз превышало верхнюю границу референсных значений для региона ($2,96 \pm 0,74$ мг/кг), Sr – в 3 раза ($6,29 \pm 1,57$ мг/кг), As – в 3 раза ($1,64 \pm 0,41$ мг/кг) и Pb – в 2,5 раза ($0,40 \pm 0,1$ мг/кг). В Тукаевском районе наблюдалось превышение содержания As – в 9 раз ($4,58 \pm 1,14$ мг/кг), Mo – в 4 раза ($0,6 \pm 0,15$ мг/кг) и Sr в 2,3 раза ($4,7 \pm 1,2$ мг/кг). В Атнинском районе: Sr – в 4 раза ($9,55 \pm 2,4$ мг/кг), As – в 3 раза ($1,54 \pm 0,39$ мг/кг) и Mo – в 2,5 раз ($0,39 \pm 0,1$ мг/кг). В Лаишевском районе: Mo – в 4,5 раза ($0,72 \pm 0,18$ мг/кг) и As – в 1,5 ($0,72 \pm 0,18$ мг/кг). В Азнакаевском районе: As – в 2,8 раза ($1,44 \pm 0,36$ мг/кг) и Mo – в 2,3 раза ($0,35 \pm 0,09$ мг/кг). В Сармановском районе: As – в 2,8 раза ($1,44 \pm 0,36$ мг/кг).

Таблица 1

Значения медианы элементов, достоверно превышающих физиологические нормы, в волосяном покрове крупного рогатого скота

Районы РТ	Значения медианы, мг/кг				
	As	Mo	Sr	Cr	Pb
Лаишевский	0,72*	0,36*	1,30*	0,02	н.п.о.
Атнинский	1,54*	0,39*	9,55*	0,05	н.п.о.
Тюлячинский	1,64*	2,96*	6,29*	0,43*	0,40*
Сабинский	0,62	0,07	0,01	н.п.о.	н.п.о.
Мамадышский	0,91	н.п.о.	н.п.о.	н.п.о.	н.п.о.
Алексеевский	0,86	н.п.о.	н.п.о.	н.п.о.	н.п.о.
Чистопольский	0,45	0,05	н.п.о.	н.п.о.	н.п.о.
Новошешминский	0,27	н.п.о.	н.п.о.	н.п.о.	н.п.о.
Тукаевский	4,58*	0,60*	4,70*	0,12	н.п.о.
Сармановский	1,12*	0,14	2,42*	0,06	н.п.о.
Азнакаевский	1,44*	0,33*	1,67	0,03	н.п.о.

Примечания к таблице: н.п.о. – ниже предела обнаружения; * – $p < 0,05$.

Полученные результаты позволили провести картографический анализ исследованных районов РТ, в агробиоценозах которых выявлено достоверное превышение физиологической нормы (референсных значений для региона) содержания отдельных элементов в волосе КРС (рис. 1).

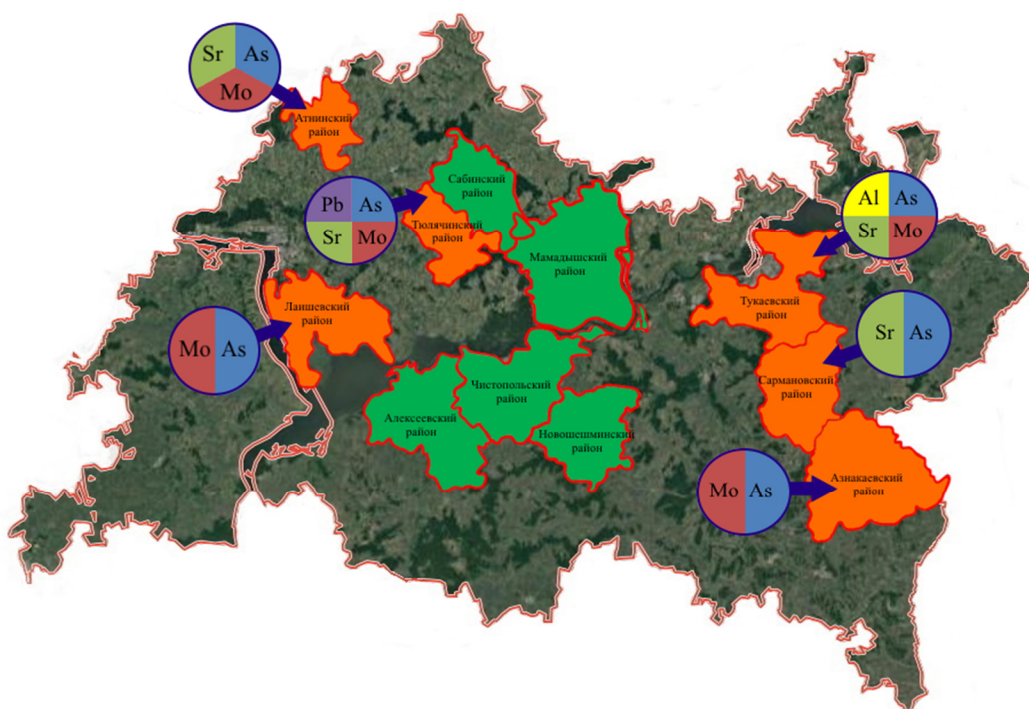


Рис. 1. Картографирование районов Республики Татарстан (Россия)

Условные обозначения: оранжевый цвет – исследованные районы, в агробиоценозах которых выявлено превышение референсных значений; зеленый цвет – исследованные районы, в агробиоценозах которых выявлено превышение референсных значений содержания тяжелых металлов в образцах волос крупного рогатого скота.

Таким образом, было установлено, что в исследованных районах РТ в организме КРС обнаруживаются все искомые элементы, как эссенциальные, так и токсичные. При этом их концентрации в образцах волос, полученных от животных из агробиоценозов разных районов, различаются. Ни в одном из исследованных агробиоценозов не отмечено достоверного превышения физиологической нормы (референсных значений) уровня содержания Al, Cd, Co, Cu, Fe, Mn, Ni, Se, Zn. Однако повышенные концентрации As, Mo, Sr, Cr и Pb в волосяном покрове КРС отдельных районов указывают на необходимость принятия мер по предотвращению дальнейшего продвижения этих токсичных элементов по трофической цепи до потребителя.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Оценка содержания тяжелых металлов в волосяном покрове КРС может на раннем этапе выявлять влияние окружающей среды и кормовой базы на качество продукции, получаемой в хозяйствах отдельного агробиоценоза. Данными исследованиями определено 6 районов РТ, в агробиоценозах которых выявлено повышенное содержание тяжелых металлов, индикатором чего явилось их высокое содержание в образцах волос, полученных от крупного рогатого скота исследуемых районов. Наиболее значимыми загрязняющими веществами в районах РТ определены As, Mo, Sr, а в одном, районе помимо этих трех элементов, ещё и Cr, Pb. Своевременно принятые меры на этапе получения продуктов животноводства помогут предотвратить дальнейшее продвижение токсичных элементов по трофической цепи до потребителя.

Список литературы

- Еськов Е. К., Крутикова Е. В. Влияние дигидрокверцетина на динамику массы тела и аккумуляцию свинца и кадмия в волосяном покрове норки // Кролиководство и звероводство. – 2015. – № 5. – С. 15–16.
- Завьялов О. А., Фролов А. Н., Харламов А. В. Адаптационные изменения элементного статуса геррефордского скота канадской селекции к условиям Южно-Уральской биогеохимической провинции // Вестник мясного скотоводства. – 2016. – № 2 (94). – С. 7–13.
- Нарожных К. Н. Изменчивость, корреляции и уровень тяжелых металлов в органах и тканях геррефордского скота в условиях Западной Сибири: диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук. – Новосибирск. – 2019. – 163 с.
- Щипцова Н. В., Терентьева М. Г. Влияние тяжелых металлов на организм животных // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 2 (2). – С. 51–55.
- Bilalov F., Skrebneva L., Nikitin O., Shuralev E. A., Mukminov M. Seasonal variation in heavy-metal accumulation in honey bees as an indicator of environmental pollution // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2015. – Vol. 6, iss. 4. – P. 215–221.

Salikhov D. G., Gaifutdinova N. R., Vybornova I. B., Galimzyanov I. G., Efimova M. A., Shuralev E. A. Estimation of the heavy metal content in the cattle hairline at the livestock product quality control // Ekosistemy. 2023. Iss. 34. P. 152–155.

Heavy metals are elements that are harmful to animals and humans. In nature, heavy metals occur naturally in almost all living organisms. Some of them are needed by living organisms as trace elements, and some of them only bring harm to all living organisms, up to the death of the organism. The danger of heavy metals lies in their ability to accumulate in the body. Heavy metals have the property of being transmitted along the trophic chain. Plants absorb heavy metals from the soil through their roots. These plants in the form of hay or compound feed are used for fattening agricultural livestock, including cattle. Penetrating into the body of animals, with an excess of some toxic metals, the animal begins to get sick, loses weight and, ultimately, may die in case of acute intoxication. As a result, the productivity of meat and dairy products is reduced, and the economies in the region are suffering. Similarly, the danger of accumulation of heavy metals in the body of cattle affects the people who eat meat rich in toxic metals. Therefore, levels of toxic metals should always be monitored throughout their food chain. The issue of timely detection of heavy metals in individual links of the trophic chain remains relevant in order to prevent their further promotion. The work is devoted to the assessment of contamination of individual agrobiocenoses of the Republic of Tatarstan with heavy metals in terms of their content in the hairline of cattle. Six regions were identified, in the agrobiocenoses of which cattle were found with a high content of arsenic, molybdenum, strontium, chromium and lead, an indicator of which is their high content in hair samples. Timely measures taken at the stage of obtaining livestock products will help prevent the further promotion of toxic elements along the trophic chain to the consumer.

Key words: agrobiocenoses, cattle, hair, heavy metals, inductively coupled plasma atomic emission spectrometry.

*Поступила в редакцию 03.12.22
Принята к печати 15.01.23*