

УДК 574/577:636.082:619:636.22

ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ Cd, Pb, Cu, Zn и Fe В МИОКАРДЕ БЫКОВ ГЕРЕФОРДСКОЙ ПОРОДЫ В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Нарожных К. Н.

ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ, Новосибирск, e-mail: nkn.88@mail.ru;

Исследования проведены на базе биохимической лаборатории СибНИПТИЖ. Содержание тяжелых металлов в миокарде определяли методом атомно-абсорбционной спектрометрии, на фотометрах Shimadzu AA-7000 и Perkin Elmer 360. Для изучения были взяты пробы сердца от 29 клинически здоровых животных герефордской породы. В миокарде быков было установлено среднее значение уровней кадмия ($0,0076 \pm 0,0009$ мг/кг) свинца ($0,028 \pm 0,004$ мг/кг), меди ($2,46 \pm 0,22$ мг/кг), цинка ($18,84 \pm 0,34$ мг/кг) и железа ($44,0 \pm 1,5$ мг/кг). Содержание тяжелых металлов можно представить в виде ранжированных рядов: Fe>Zn>Cu и Pb>Cd в соотношении 17,9:7,7:1 и 36,8:1 соответственно. Концентрации кадмия и свинца в миокарде не превышают предельно допустимые значения по СанПиН 2.3.2.1078-01. Установлена положительная корреляция между концентрацией свинца и меди ($r=0,69$; $P<0,01$).

Ключевые слова: герефордская порода, тяжелые металлы, миокард, сердце, быки.

FEATURES OF ACCUMULATION OF Cd, Pb, Cu, Zn AND Fe IN THE MYOCARDIUM OF HEREFORD BULLS IN WEST SIBERIA

Narozhnykh K. N.

Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, e-mail: nkn.88@mail.ru

Investigations were carried out on the basis of biochemical laboratory SibSRTDIL. Content of heavy metals in the myocardium was determined by atomic absorption spectrometry, by Photometer Shimadzu AA-7000 and Perkin Elmer 360. For the study samples of heart were taken by 29 clinically healthy animals of Hereford breed. In the myocardium of bulls there was found an average value of cadmium level (0.0076 ± 0.0009 mg / kg), of lead (0.028 ± 0.004 mg / kg), copper (2.46 ± 0.22 mg / kg), zinc (18.84 ± 0.34 mg / kg) and iron (44.0 ± 1.5 mg / kg). Content of heavy metals can be represented as a range: Fe> Zn> Pb and Cu> Cd in a ratio 17.9: 7.7: 1 and 36.8: 1 respectively. The concentration of cadmium and lead in the myocardium does not exceed the maximum allowable values by SanPin 2.3.2.1078-01. A positive correlation between the concentration of lead and copper ($r = 0.69$; $P < 0.01$) was established.

Keywords: Hereford, heavy metals, myocardium, heart, bulls.

Актуальность исследования закономерностей аккумуляции в организмах животных тяжелых металлов связана, с одной стороны, с их эссенциальностью для живых организмов, а с другой – с потенциальной угрозой при попадании в организм их высоких концентраций [2, 8-12, 30-32, 34, 36]. Однако по сей день нет научно обоснованных нормативных значений ни по одному химическому элементу в органах и тканях животных и человека [5]. Возможность накопления тяжелых металлов в клетках животных и человека основана на их способности образования стойких комплексов органических соединений. Многие тяжелые металлы входят в состав катализаторов и регуляторов важных физиологических процессов. Таким образом, определение параметров накопления тяжелых металлов живыми организмами, в том числе сельскохозяйственными животными, является важной компонентой биоиндикации состояния окружающей среды [1, 24-28, 37, 38]. Химический статус животных разных видов может зависеть от условий среды и генетической структуры

популяций [7. 21, 22, 33]. Определение содержания тяжелых металлов в органах и тканях животных имеет большое значение для оценки возможного воздействия загрязняющих веществ на человека [12-16, 38]. Поэтому важен поиск маркеров и методов производства экологически безопасной продукции [17-20, 27].

Цель работы – установить особенности накопления, изменчивости и сопряженности между тяжелыми металлами в миокарде крупного рогатого скота герефордской породы и их среднее популяционное значение.

Объекты и методы исследования

Анализ по определению тяжелых металлов в сердце проводили на базе лаборатории СибНИПТИЖ. Для исследования были отобраны пробы сердца от 29 быков герефордской породы в возрасте 17–18 месяцев, выращенных на территории Западной Сибири. Перед убоем все животные были клинически здоровы. Содержание химических элементов определяли методом атомно-абсорбционной спектрометрии на спектрометрах Shimadzu AA-7000 (Япония) и Perkin Elmer 360 (США) по ГОСТам. Полученные данные были обработаны с помощью методов описательной статистики с использованием программы STATISTICA 6.0 (StatSoft Inc., США) на персональном компьютере. Нормальность распределения оценивали с помощью критерия Шапиро – Уилка (W). Сопряжённость между признаками определяли с помощью коэффициента корреляции Пирсона.

Результаты исследования и их обсуждение

Материалы по содержанию и изменчивости тяжелых металлов в сердце животных представлены в таблице 1. Полученные данные с использованием критерия Шапиро – Уилка были протестированы на нормальность распределения. Распределение изученных элементов соответствовало нормальному. Максимальное содержание в миокарде отмечалось у цинка, а минимальное – кадмия. Уровень Cd и Pb в миокарде был значительно ниже ПДК (СанПиН 2.3.2.1078-01), которая составляет 0,05 и 0,5 для Cd и Pb соответственно [23]. Соотношение тяжелых металлов можно представить в виде ряда: Fe>Zn>Cu и Pb>Cd в соотношении 17,9:7,7:1 и 36,8:1 соответственно. Высокая фенотипическая изменчивость отмечается по концентрации кадмия, свинца и меди. Индивидуальная изменчивость уровня цинка и железа была относительно низкой.

Содержание тяжелых металлов в миокарде, мг/кг

Химический элемент	n	$X \pm S\bar{x}$	95% ДИ* для среднего	σ	C_v	Lim
Cd	22	0,0076±0,0009	0,0056-0,0095	0,0043	57,6	0,0015-0,015

Pb	21	0,028±0,004	0,020-0,036	0,0178	63,3	0,005-0,071
Cu	29	2,46±0,22	2,01-2,92	1,20	48,7	0,53-4,5
Zn	28	18,84±0,34	18,15-19,53	1,78	9,5	15,0-23,55
Fe	28	44,0±1,5	40,9-47,2	8,1	18,5	32,0-65,3

*ДИ – доверительный интервал.

В сердце между концентрацией Cd, Pb, Cu, Zn и Fe выявлена только одна положительная высокая корреляция между содержанием Pb и Cu ($r=0,69$; $P<0,01$). В литературе есть сведения о том, что при увеличении в рационе концентрации меди происходит увеличение аккумуляции свинца в печени и почках у крыс [30]. По другим данным свинец может способствовать снижению уровня меди в организме, что приводит к падению концентрации церулоплазмина и супероксиддисмутазы [35].

Содержание тяжелых металлов в сердце герефордского скота было значительно ниже ($P<0,001$), чем у свиней породы СМ-1. Так, кадмия было в 28 раз меньше, свинца в – 25 раз, меди в – 2 раза, цинка в – 3 раза, железа в – 4 раза [4, 18]. Таким образом, можно говорить о значительных межвидовых различиях в аккумуляции тяжелых металлов в миокарде животных разных видов. Учитывая индивидуальную разность накопления тяжелых металлов в миокарды у герефордского скота и значительные межпородные различия, можно предположить, что данный признак может быть генетически детерминирован [29]. Исследования аккумуляции тяжелых металлов у животных показали влияние генофонда семейств на накопление свинца в скелетной мускулатуре, легких и щетине [3].

Заключение

Определены средние популяционные уровни и доверительные интервалы концентрации тяжелых кадмия, свинца, меди, цинка и железа в миокарде крупного рогатого скота герефордской породы, которые могут быть использованы для оценки параметров интерьера животных. Выявлены различные степени аккумуляции тяжелых металлов в сердце быков. Для изученных химических элементов в миокарде характерна разная фенотипическая вариация. Выявлены значительные индивидуальные различия в аккумуляции химических элементов, что может указывать в определенной степени на наследственную обусловленность этих изменений и необходимость учитывать эту изменчивость при отборе животных.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №15-16-30003).

Список литературы

1. Ефанова, Ю. В. Содержание марганца в некоторых органах бычков герефордской породы / Ю. В. Ефанова, К. Н. Нарожных, О. С. Короткевич // Зоотехния, 2013. – № 4. – С. 18.
2. Ефанова, Ю. В. Содержание цинка в некоторых органах и мышечной ткани бычков герефордской породы / Ю. В. Ефанова, К. Н. Нарожных, О. С. Короткевич // Главный зоотехник, 2012. – № 11. – С. 30-33.
3. Зайко, О. А. Влияние генофонда семейств скороспелой мясной породы на аккумуляцию свинца в некоторых органах и тканях свиней / О. А. Зайко, Т. В. Коновалова // Мир науки, культуры, образования, 2013. – № 4 (41). – С. 432–434.
4. Зайко, О. А. Особенности аккумуляции макро- и микроэлементов в миокарде свиней скороспелой мясной породы / О. А. Зайко, О. С. Короткевич, В. Л. Петухов // Главный зоотехник, 2013. – № 6. – С. 35-40.
5. Зайчик, В. Е. Медицинская и биологическая элементология как новые научные дисциплины: состояние и перспективы // Геохимия живого вещества: материалы международной молодежной школы-семинара (Томск, 2–5 июня 2013 г.). – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – С. 76-82.
6. Желтиков, А. И. Черно-пестрый скот Западной Сибири / А. И. Желтиков, В. Л. Петухов, О. С. Короткевич, Н. М. Костомахин и др. – Новосибирск: НГАУ, 2010. – 500 с.
7. Камалдинов, Е. В. Полиморфизм белков сыворотки крови свиней сибирской северной породы / Е. В. Камалдинов, О. С. Короткевич, В. Л. Петухов // Доклады РАСХН. – 2010. – № 4. – С. 49-51.
8. Короткевич, О. С. Биохимические, гематологические параметры и аккумуляция тяжелых металлов в органах и тканях свиней скороспелой мясной породы / О. С. Короткевич, О. А. Желтикова, В. Л. Петухов // Доклады РАСХН, 2009. – № 4. – С. 41-43.
9. Нарожных, К. Содержание железа в некоторых органах и мышечной ткани бычков герефордской породы / К. Нарожных, Ю. Ефанова, О. Короткевич, В. Петухов // Молочное и мясное скотоводство, 2013. – № 1. – С. 24-25.
10. Нарожных, К. Н. Содержание, изменчивость и корреляция химических элементов в волосе герефордского скота / К. Н. Нарожных // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки, 2014. – № 4. – С. 74-78
11. Нарожных, К. Н. Содержание кадмия в некоторых органах и ткани бычков герефордской породы / К. Н. Нарожных, Ю. В. Ефанова, О. С. Короткевич // Мир науки, культуры, образования, 2012. – № 4. – С. 315-318.

12. Нарожных, К. Н. Содержание меди в некоторых органах и мышечной ткани бычков герефордской породы / К. Н. Нарожных, Ю. В. Ефанова, О. С. Короткевич // Вестник НГАУ, 2013. – № 2 (27). – С. 73-76.
13. Нарожных, К. Н. Корреляция убойной массы и содержания тяжелых металлов в органах бычков герефордской породы / К. Н. Нарожных, Т. В. Коновалова, О. С. Короткевич // Главный зоотехник, 2015. – № 3. – С. 37-42.
14. Нарожных, К. Н. Межвидовые различия по концентрации тяжелых металлов в производных кожи / К. Н. Нарожных, Т. В. Коновалова, И. С. Миллер, М. В. Стрижкова, О. А. Зайко, А. В. Назаренко // Фундаментальные исследования, 2015. – № 2–10. – С. 2158-2163.
15. Нарожных, К. Н. Межпородные различия по уровню макро- и микроэлементов в мышечной ткани крупного рогатого скота Западной Сибири / К. Н. Нарожных, М. В. Стрижкова, Т. В. Коновалова // Фундаментальные исследования, 2015. – № 2–10. – С. 2158-2163.
16. Нарожных, К. Н. Особенности аккумуляции и изменчивости некоторых химических элементов в волосе герефордского скота в условиях Западной Сибири / К. Н. Нарожных, А. В. Купцов // Современные проблемы науки и образования, 2015. – № 1; URL: www.science-education.ru/121-18279 (дата обращения: 01.11.2015).
17. Петухов, В. Л. Влияние породы на устойчивость крупного рогатого скота к некоторым болезням / В. Л. Петухов, Е. В. Камалдинов, О. С. Короткевич // Главный зоотехник. – 2011. – № 1. – С. 10-12.
18. Петухов, В. Л. Генетика / В. Л. Петухов, О. С. Короткевич, С. Ж. Стамбеков, А. В. Бакай, А. И. Жигачев. Учебник / Министерство образования и науки Республики Казахстан; Семипалатинский государственный пединститут. – Новосибирск, 2007. – 628 с. (2-е издание).
19. Петухов, В.Л. Генофонд и фенотип сибирской северной породы и сибирской чернопестрой породной группы свиней / В. Л. Петухов, В. Н. Тихонов, А. И. Желтиков, О. С. Короткевич [и др.]. – Новосибирск: НГАУ, 2010. – 579 с.
20. Петухов, В. Л. Содержание тяжелых металлов в мышцах судака (*Stizostedion lucioperca*) / В. Л. Петухов, И. С. Миллер, О. С. Короткевич // Вестник НГАУ, 2012. – Т.2. – 23-2. – С. 49–52.
21. Петухов, В. Л. Иммунологические системы сывороточных белков крови свиней / В. Л. Петухов, А. И. Желтиков, М. Л. Кочнева, О. И. Себежко, В. В. Гарт, О. С. Короткевич, Е. В. Камалдинов // Доклады Российской академии с.-х. наук. – 2003. – №5. – С. 38-40.
22. Петухов, В. Л. Генетическая структура кемеровской и крупной белой пород свиней по системам групп крови / В. Л. Петухов, А. И. Желтиков, В. В. Гарт и др. // Сельскохозяйственная биология. – 2004. – № 2. – С. 43–49.

23. СанПиН 2.3.2.1078-01. Гигиенические требования к безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы: [введ. 01.09.2002]. – М.: Минздрав России, 2002. – 266 с.
24. Способ определения содержания меди в мышечной ткани рыбы. Короткевич О. С., Миллер И. С., Коновалова Т. В. [и др.]. Патент на изобретение RUS 2555518 28.07.2014.
25. Способ определения содержания кадмия в мышечной ткани крупного рогатого скота. Петухов В. Л., Короткевич О. С., Желтиков А. И., Петухова Т. В. Патент на изобретение RUS 2426119 24.03.2010.
26. Способ определения содержания свинца в органах крупного рогатого скота. Петухов В. Л., Короткевич О. С., Стрижкова М. В., Камалдинов Е. В., Себежко О. И., Петухова Т. В. Патент на изобретение RUS №2421726 08.04.2010.
27. Способ отбора крупного рогатого скота на устойчивость к туберкулезу / Петухов В. Л., Эрнст Л. К., Желтиков А. И., Незавитин А. Г., Короткевич О. С., Петухов И. В., Куликова С. Г. Патент на изобретение RUS 2058733 27.04.1996.
28. Способ оценки кадмия в печени и легких крупного рогатого скота. Короткевич О. С., Нарожных К. Н., Коновалова Т. В. [и др.]. Патент на изобретение RUS 2548774 25.03.2014.
29. Хеннинг, А. Минеральные вещества, витамины, биостимуляторы в кормлении сельскохозяйственных животных; пер. с нем. Н. С. Гельман; под ред. А. Л. Падучевой и Ю. И. Раецкой. – М.: Колос, 1976. – 560 с.
30. Cerklewski. Influence of dietary selenium on lead toxicity in the rat / F. L. Cerklewski, R. M. Forbes // J. Nutr, 1976. – Vol. 106(6). – P. 778-783.
31. Korenekova, B. Concentration of some heavy metals in cattle reared in the vicinity of a metallurgic industry / B. Korenekova, M. Skalicka, P. Nad // Veterinarski arhiv, 2002. – Vol. 72(5). – P. 259-267.
32. Korotkevich, O. S. Content of ^{137}Cs and ^{90}Sr in the forages of various ecological zones of Western Siberia / O. S. Korotkevich, V. L. Petukhov, O. I. Sebezko, Ye. Ye. Barinov, and T. V. Konovalova // Russian Agricultural Sciences, 2014. – Vol.40. – No.3. – pp. 195-197.
33. Korotkevich, O. S. Single nucleotide polymorphism in dairy cattle populations of West Siberia / O. S. Korotkevich, M. P. Lyukhanov, V. L. Petukhov [et. al.] // Proceeding of the 10th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. – 2014. – P. 487.
34. Marmuleva, N. I. Radionuclides accumulation in milk and its products // Journal De Physique. / N. I. Marmuleva, E. Ya. Barinov, V. L. Petukhov // Journal De Physique. IV: JPXII International Conference on Heavy Metals in the Environment. Editors C. Boutron, C. Ferrari. Grenoble, 2003. – 827-829.

35. Mylroie, A.A. Erythrocyte superoxide dismutase activity and other parameters of copper status in rats ingesting lead acetate / A. A. Mylroie, H. Collins, C. Umbles, J. Kyle // *Toxicol. Appl. Pharmacol.* – 1986. – Vol. 82(3). – P. 512-520. doi: 10.1016/0041-008X(86)90286-3.
36. Narozhnyh, K. N. The content of lead in some organs and tissues of Hereford bull-calves / K. N. Narozhnyh, Y. V. Efanova, V. L. Petukhov [et al.]. // 16th International Conference on Heavy Metals in the Environment, 23–27 September 2012. – Rome (Italy), 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.1051/e3sconf/20130115003>.
37. Petukhov, V. L. Cs-137 and Sr-90 level in diary products / V. L. Petukhov, Y. A. Dukhanov, I. Z. Sevryuk, S. A. Patrashkov, O. S. Korotkevich, T. S. Gorb, I. V. Petukhov // *Journal De Physique. IV: JPXII International Conference on Heavy Metals in the Environment*. Editors C. Boutron, C. Ferrari. Grenoble, 2003. – C. 1065-1066.
38. Petukhova, T. V. Content of heavy metals in the muscle tissue of cattle / T. V. Petukhova // 16th International Conference on Heavy Metals in the Environment, 23–27 September 2012. – Rome (Italy), 2012. DOI:10.1051/e3sconf /201301115002.