

ИЗМЕНЧИВОСТЬ И СОПРЯЖЕННОСТЬ АККУМУЛЯЦИИ НЕКОТОРЫХ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ЛЕГОЧНОЙ ТКАНИ ЖИВОТНЫХ ЧЕРНО-ПЕСТРОЙ ПОРОДЫ

Коновалова Т.В.

ФГБОУ ВПО Новосибирский государственный аграрный университет", Новосибирск, (630039, Россия, г. Новосибирск, ул.Добролюбова, 160), E-mail tapetva@gmail.ru

В экологически чистой зоне исследованы пробы легочной ткани у 30 быков черно-пестрой породы в возрасте 18 месяцев. Концентрация микроэлементов железа, цинка, меди, марганца, свинца и кадмия определяли методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой (ИСП-АЭС) в лаборатории аналитической геохимии Объединенного института геологии, геофизики и минералогии СО РАН. Установлены средние популяционные уровни по концентрации тяжелых металлов в легочной ткани животных черно-пестрой породы. Ранжированный ряд этих элементов был: железо>цинк>медь>магний и свинец>кадмий. Содержание химических элементов в органах и тканях может быть одной из характеристик интерьера животных. Выявлены связи концентрации некоторых тяжелых металлов в легких с минеральным составом сыворотки крови и волоса. Полученные данные можно использовать при изучении интерьера крупного рогатого скота, экологии и ветеринарии.

Ключевые слова: интерьер, черно-пестрый скот, легкие, тяжелые металлы, экология.

VARIABILITY AND CONJUGATION OF SOME HEAVY METALS ACCUMULATION IN THE LUNG TISSUE OF BLACK-AND-WHITE ANIMALS

Konovalova T.V.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education «Novosibirsk State Agrarian University", (160 Dobrolubov Str., Novosibirsk 630039, Russia), e-mail tapetva@gmail.com

Lung tissue samples taken from 30 Black-and-White bull-calves of West Siberia, aged 18 months were examined in ecologically clean area. The concentrations of trace elements, such as iron, zinc, copper, manganese, lead and cadmium were determined by atomic emission spectrometry with inductively coupled plasma (ICP-AES) in the laboratory of analytical geochemistry of the Joint Institute of Geology, Geophysics and Mineralogy SB RAS. Mean population levels were identified by the concentration of heavy metals in the lung tissue of the Black- and-White animals. The ranged row of these elements was as follows: iron > zinc > copper > magnesium and lead > cadmium. The content of chemical elements in organs and tissues can be one of the characteristics of animal interior. It was revealed that there were relationships of some heavy metals concentrations in the lungs with the mineral composition of blood serum and hair. The data obtained can be used to study the interior of cattle, ecology and veterinary medicine.

Keywords: heavy metals, cattle, lung, ecology, interior

В экологически чистой зоне исследованы пробы легочной ткани у 30 быков черно-пестрой породы в возрасте 18-ти месяцев. Концентрацию микроэлементов железа, цинка, меди, марганца, свинца и кадмия определяли методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой (ИСП-АЭС) в лаборатории аналитической геохимии Объединенного института геологии, геофизики и минералогии СО РАН. Установлены средние популяционные уровни по концентрации тяжелых металлов в легочной ткани животных черно-пестрой породы. Ранжированный ряд этих элементов был: железо>цинк>медь>магний и свинец>кадмий. Содержание химических элементов в органах может быть одной из характеристик интерьера животных. Выявлены связи концентрации некоторых тяжелых металлов в легких с минеральным составом сыворотки крови и волоса.

Полученные данные можно использовать при изучении интерьера крупного рогатого скота, экологии и ветеринарии.

Ключевые слова: интерьер, крупный рогатый скот, легкие, тяжелые металлы, экология.

Известно, что большинство химических элементов, а именно тяжелых металлов, таких как Fe, Zn, Cu, Mn, Pb и Cd поступают в организм животного через пищеварительный тракт вместе с кормом и питьем [1,17, 28, 30, 33]. На втором месте стоит аэробный путь поступления. Легкие выполняют функции газообмена, а так же устраняют из вдыхаемой смеси инородные частицы и инфекционные агенты определенной дисперсности. В них проходит ряд биохимических реакций, например, активация ангиотензина I, инаktivация брадикинина, серотонина и ряда других веществ [1, 3]. Из этого следует, что в легочной ткани содержатся ферменты, в состав которых входят химические элементы. Диффузия углекислого газа с кислородом в легких проходит через аэрогематический барьер. Легкие являются органом, интенсивно снабжающегося кровью, поэтому поступление химических элементов в легочную ткань может осуществляться не только аэробным путем, но и гематологическим.

Железо входит в состав гемоглобина, а так же присутствует в белке цитохрома в форме гема [1, 3]. Медь является составной частью ферментов отвечающих за клеточное дыхание. Марганец играет важную роль в процессе кровотожения. Цинк входит в состав фермента, регулирующего связывание и выделение CO₂ [3].

Необходимость изучения химических элементов в свое время отметил В.И. Вернадский. Его труды посвящены не только учению о биосфере, но и о взаимосвязи микромира химических элементов с живыми организмами [2]. За последнее десятилетие количество научных работ, посвященных теме содержания химических элементов в окружающей среде и живых организмах, многократно увеличилось, что дало начало созданию новой научной дисциплины «Медицинской элементологии» и развитию нового научного направления, а в будущем, возможно, и самостоятельной дисциплины – «Элементология сельскохозяйственных животных» [7, 17, 28].

На актуальность данной тематики указывает проявление постоянного научного интереса ученых разных направлений, таких как химия, биология, экология, геология, медицина, ветеринария, зоотехния и др., а так же регулярно проходящие международные конференции как в России, так и за рубежом [30-32, 35, 36, 38].

Цель исследования – изучить закономерности аккумуляции некоторых тяжелых металлов в легких быков черно-пестрой породы.

Материалы и методы

Легочная ткань для исследования взята у 30 бычков черно-пестрой породы в возрасте 18 месяцев. Концентрация микроэлементов Fe, Zn, Cu, Mn, Pb и Cd в пробах определяли методом атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ИСП-АЭС) в сертифицированной лаборатории аналитической геохимии Объединенного института геологии, геофизики и минералогии СО РАН. Исследования проб легочной ткани выполняли на спектрометре серии IRIS Advantage производства Thermo Jarrell Ash.

Материалы работы статистически обработаны с использованием программы Microsoft Excel. Соответствие фактического распределения нормальному было определено с использованием теста Andersena Darling в модификации Колмогорова-Смирнова.

Результаты и обсуждение

Работа выполнялась в рамках темы «Изучение генофонда и фенотипа пород сельскохозяйственных животных Сибири» [9,10,16,18,19,22,27,29,34].

В легочной ткани выявлено наибольшее содержание Fe (табл. 1). Это, видимо, объясняется тем, что железо входит в состав гемоглобина, а так же присутствует в белке цитохрома в форме гема, который является компонентом дыхательной цепи. Концентрации меди, цинка и марганца были значительно ниже.

Таблица 1

Содержание тяжелых металлов в легких

Элемент	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	σ	Cv	lim	Отнош. крайн. вар.
Fe	212,8±13,6	71,9	33,8	79,2-455,0	5,7:1
Zn	20,23±0,59	3,10	15,3	13,7-25,2	1,8:1
Cu	1,33±0,045	0,238	17,9	0,99-2,16	2,2:1
Mn	0,448±0,065	0,342	76,3	0,16-1,73	10,8:1
Pb	0,169±0,016	0,084	49,7	0,064-0,470	7,3:1
Cd	0,004±0,0001	0,001	25,0	0,002-0,0068	3,4:1

Ранжированный ряд по содержанию тяжелых металлов представлен в виде Fe>Zn>Cu>Mn и Pb>Cd. В легких концентрация Cd и Pb были незначительны. Цинк и медь входят в состав сотен ферментов. Соотношение Zn и Cu равно 15,2: 1, что существенно отличалось от такого же показателя у животных мясных пород (9,9:1) [14]. Наибольшая фенотипическая изменчивость характерна для Fe и Mn. Индивидуальные различия между животными по аккумуляции тяжелых металлов определяются как влиянием факторов среды, так и наличием наследственной гетерогенности в популяции по устойчивости и восприимчивости к накоплению в организме химических элементов [5, 6].

Существуют межвидовые и межпородные различия в аккумуляции эссенциальных

элементов. Так, например, концентрация железа в легочной ткани свиней скороспелой мясной породы (СМ-1) была выше ($291,39 \pm 25,89$ мг/кг), чем у животных черно-пестрой породы [4].

Изучены корреляции между концентрациями различных химических элементов в легких (табл. 2).

Таблица 2

Корреляции некоторых тяжелых металлов в легких

Элемент	r	Элемент	r
Fe-Cu	0,305	Fe-Zn	0,416*
Sr-Cu	0,380*	Fe-Cd	0,338
Zn-Cu	0,564**	Fe-Pb	-0,009
Cd-Cu	0,242	Mn-Zn	0,387*
Pb-Cu	-0,120	Mn-Cd	0,192
Cd-Zn	0,427*	Mn-Pb	0,016
Cd-Pb	0,189		

Наибольшая положительная корреляция присутствует между цинком и медью ($r=0,564$). Цинк, как и железо, в больших количествах, около 75% [28] содержится в крови ($r=0,416$). Между концентрацией этих металлов существует средняя положительная корреляция. Положительную связь Zn-Cd ($r = 0,43$) можно, видимо, рассматривать как один из важнейших механизмов защиты организма на поступления кадмия. Кадмий и медь являются антогонистами, он блокирует способность дуоденального белка к связыванию с медью.

Важным направлением исследований является поиск прижизненных и малоинвазивных маркеров накопления тяжелых металлов в органах и тканях животных разных видов с целью получения экологически безопасной продукции [20-23, 27, 37-38]. Это позволит заранее получать информацию о содержании тяжелых металлов в организме и корректировать их концентрацию путем изменения рациона [11-15, 35, 36]. Нами выявлена связь между концентрацией свинца и кадмия в легких с содержанием цинка и кремния в сыворотке крови ($r = 0,57$ и $0,51$). Уровень свинца в легких коррелирует с концентрацией марганца и натрия в волосе ($r = 0,62$ и $0,45$). Следовательно, уровень некоторых элементов в сыворотке крови и в волосе могут быть прижизненными маркерами накопления ряда тяжелых металлов в легких.

Выводы

В экологически благополучном районе Новосибирской области установлены средние популяционные уровни по аккумуляции Fe, Zn, Cu, Mn, Pb и Cd в легочной ткани животных

черно-пестрой породы. Ранжированный ряд по этим элементам имел вид: железо >цинк >медь >магний и свинец >кадмий. Корреляция в легких обнаружена между концентрациями цинка и меди и цинка и кадмия (соответственно 0,564 и 0,427). Выявлена связь между содержанием Fe и Zn в легких, и концентрацией Zn и Sr в сыворотке крови. Полученные данные об аккумуляции тяжелых металлов можно использовать при оценке интерьера животных, в ветеринарии и экологии.

Список литературы

1. Бочков В.Н. Клиническая биохимия / В.Н. Бочков, А.Б. Добровольский, Н.Е. Кушлинский и др. – М.: ГЭОТАР-МЕД, 2004. – 512 с.
2. Вернадский В.И. Биогеохимические очерки (1922-1932 гг.). – М.: АН СССР, 1940. – 250 с..
3. Войнар А.И. Биологическая роль микроэлементов в организме животных и человека / А.И. Войнар. – М.: Советская наука, 1960. – 435 с.
4. Желтикова О.А. Аккумуляция некоторых макро- и микроэлементов в органах свиней / О.А. Желтикова, О.С. Короткевич // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2007. – № 8. – С. 48-50.
5. 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.
6. Зайко О.А. Характеристика генофонда линий породы свиней СМ-1 по аккумуляции свинца в органах и тканях / О.А. Зайко, Т.В. Коновалова // Свиноводство. – 2013. – № 8. – С.11-12.
7. Зайчик В.Е. Медицинская и биологическая элементология как новые научные дисциплины: состояние и перспективы / Геохимия живого вещества: Материалы международной школы-семинара (Томск, 2-5 июня). – Томск, 2013. – С.76-82.
8. Ильин В.В. Устойчивость красного степного скота Алтайского края к некоторым заболеваниям / В.В. Ильин, А.И. Желтиков, О.С. Короткевич, Т.В. Коновалова // Достижения науки и техники АПК. – 2014. – № 4. – С. 65-68.
9. Ильин В.В. Изучение некоторых продуктивных и биологических особенностей красного степного скота Алтайского края / В.В. Ильин, А.И. Желтиков, О.С. Короткевич // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 2. – С. 68-71.
10. Камалдинов Е.В. Полиморфизм белков сыворотки свиней сибирской северной породы / Е.В. Камалдинов, О.С. Короткевич, В.Л. Петухов, А.И. Желтиков, А.А. Фридчер // Доклады

Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2010. – № 4. – С. 49-51.

11. 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.

12. Нарожных К.Н. Закономерности аккумуляции тяжелых металлов в легких бычков герефордской породы в Западной Сибири / К.Н. Нарожных, Т.В. Коновалова, О.С. Короткевич, В.Л. Петухов, О.И. Себежко // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6. – С. 1447.

13. 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.

14. Нарожных К.Н. Содержание меди в некоторых органах и мышечной ткани бычков герефордской породы / К.Н. Нарожных, Ю.В. Ефанова, О.С. Короткевич // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. – 2013. – № 2 (27). – С. 73-76.

15. Нарожных К.Н. Содержание железа в некоторых органах и мышечной ткани бычков герефордской породы / К.Н. Нарожных, Ю.В. Ефанова, О.С. Короткевич // Молочное и мясное скотоводство. – 2013. – № 1. – С. 24-25.

16. Петухов В.Л. Генетическая структура кемеровской и крупной белой пород свиней по системам групп крови / В.Л. Петухов, А.И. Желтиков, В.В. Гарт, Е.В. Камалдинов, О.А. Желтикова // Сельскохозяйственная биология. – 2004. – № 2. – С. 43-49.

17. Петухов В.Л. Генетика. / В.Л. Петухов, О.С. Короткевич, С.Ж. Стамбеков и др. // Министерство образования и науки Республики Казахстан; Семипалатинский государственный педагогический институт. Новосибирск. – 2007 (2-е издание).

18. 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.

19. Себежко О.И. Гематологический статус скороспелой мясной и крупной белой пород свиней в начальный постнатальный период онтогенеза / О.И. Себежко, В.В. Гарт, В.Н. Дементьев // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 3. – С. 53-55.

20. 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.

21. Способ определения содержания свинца в органах крупного рогатого скота / Короткевич О.С., Петухов В.Л., Стрижкова М.В., Камалдинов Е.В., Себежко О.И., Петухова Т.В.. Патент на изобретение RUS 2421726 08.04.2010.

22. Способ определения содержания кадмия в органах и мышечной ткани свиней /Петухов В.Л., Желтикова О.А., Желтиков А.В., Короткевич О.С., Камалдинов Е.В., Себежко О.И. Патент на изобретение RUS 2342659 28.03.2007.
23. Способ оценки кадмия в печени и легких крупного рогатого скота / Короткевич О.С., Нарожных К.Н., Коновалова Т.В., Петухов В.Л., Себежко О.И. и др. Патент на изобретение RUS 2548774 25.03.2014.
24. Способ отбора крупного рогатого скота на устойчивость к туберкулезу / Петухов В.Л., Эрнст Л.К., Желтиков А.И., Незавитин А.Г. и др. Патент на изобретение RUS 2058733.
25. Стрижкова М.В. Содержание свинца в органах и тканях бычков черно-пестрой породы /М.В. Стрижкова, Т.В. Петухова, О.С. Короткевич // Главный зоотехник. – 2011. – № 6. – С. 66-68.
26. Стрижкова М.В. Содержание макроэлементов в органах и тканях крупного рогатого скота / М.В. Стрижкова, О.С. Короткевич // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2008. – № 5. – С.89-93.
27. Фридчер А.А. Хозяйственно полезные качества свиней приобского типа скороспелой мясной породы СМ-1 / А.А. Фридчер, В.Л. Петухов // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2010. – № 8. – С. 59-63.
28. Хенинг А. Минеральные вещества, витамины, биостимуляторы в кормлении сельскохозяйственных животных / А. Хенниг. – М.: Колос, 1976. – 560 с.
29. Эрнст Л.К. Физиологические и иммунологические показатели голштинизированного сибирского типа черно-пестрого скота / Л.К. Эрнст, А.И. Желтиков, В.Л. Петухов // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 1999. – № 6. – С. 35.
30. Chysyma R.B. Heavy metals concentration in water and soil of different ecological areas of Tyva Republic / R.B. Chysyma, Y.Y. Bakhtina, V.L. Petukhov et al. // В сборнике: Journal De Physique. IV: JP XII International Conference on Heavy Metals in the Environment. Editors: C. Bourton, C. Ferrari. Grenoble. – 2003. – С. 301-302.
31. Konovalova T.V. Content of heavy metals in the muscle tissue of cattle / T.V. Konovalova // В сборнике: Proceedings of the 16th International Conference on Heavy Metals in the Environment. Rome, Italy. - 2012. E3S Web of Conference 1, 15002 (2013) DOI: 10.1051/e3sconf/20130115002.
32. Konovalova T.V. The concentration of heavy metals in the liver of West Siberias cattle / T.V. Konovalova // 17th International Conference of Heavy Metals in the Environment. Proceeding of Abstract. – 2014. – С. 75.
33. 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. Sebezhko, Ye. Ya. Barinov, T.V.

Коновалова // Russian Agricultural Sciences. – 2014. – Т.40. – № 3. – С. 195-197.

34. Korotkevich O.S. Single nucleotide polymorphism in dairy cattle populations of West Siberia / O.S. Korotkevich, M.P. Lyukhanov, V.L. Petukhov, N.S. Yudin, T.V. Konovalova, O.I. Sebezhko, E.V. Kamaldinov / В сборнике: Proceedings of the 10th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. Vancouver, Canada. – 2014.

35. Patrashkov C.A. Content of heavy metals in the hair. / C.A. Patrashkov, V.L. Petukhov, O.S. Korotkevich, I.V. Petukhov // В сборнике: Journal De Physique. IV: JP XII International Conference on Heavy Metals in the Environment. Editors: C. Bourton, C. Ferrari. Grenoble. – 2003. – С. 1025-1027.

36. Petukhov V.L. Cadmium content variability in organs of West Siberian Hereford bull-calves / V.L. Petukhov, K.N. Narozhnykh, T.V. Konovalova, O.S. Korotkevich, O.I. Sebezhko, G.N. Korotkova // В книге: 17th International Conference of Heavy Metals in the Environment. Proceeding of Abstract. Guiyang, China. – 2014. – С. 74.

37. Petukhov V.L. Cs-137 and Sr-90 in dairy products / V.L. Petukhov, Yu.A. Dukhanov, I.Z. Sevryuk et al. // Journal De Physique. IV: JP XII International Conference on Heavy Metals in the Environment. Editors: C. Bourton, C. Ferrari. Grenoble. – 2003. – С. 1065-1066.

38. Zaiko O.A. Heavy metals in pig muscles / O.A. Zaiko, V.L. Petukhov, T.V. Konovalova, O.S. Korotkevich, K.N. Narozhnykh, E.V. Kamaldinov, O.I. Sebezhko // 17th International Conference of Heavy Metals in the Environment. Proceeding of Abstract. Guiyang, China. – 2014. – С. 76.

Рецензенты:

Рыков А.И., д.с.-х.н., г.н.с., ФГБНУ Сибирский научно-исследовательский и проектно-технологический институт животноводства «СибНИПТиЖ», Новосибирская обл., п.Краснообск-1;

Кончев Н.Н., д.б.н., профессор кафедры ветеринарной генетики и биотехнологии ФГБОУ ВПО «Новосибирский государственный аграрный университет», г.Новосибирск.