

ИЗМЕНЧИВОСТЬ И ВЗАИМОСВЯЗИ МАКРОЭЛЕМЕНТОВ В ПЕЧЕНИ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ЧЕРНО-ПЕСТРОЙ ПОРОДЫ

Стрижкова М.В., Короткевич О.С., Коновалова Т.В.

ФГБОУ ВПО «Новосибирский государственный аграрный университет» г. Новосибирск, ул. Добролюбова, 160
e-mail margooo@ngs.ru

В настоящее время система отбора племенных животных может дополняться данными генетических, биохимических химических, физиологических, иммуногенетических и других исследований статуса, которые отражают уровень и направление обменных процессов, протекающих в организме животных. Исследования проведены на бычках черно-пёстрой породы в возрасте 18 месяцев. Были отобраны пробы печени от 26 клинически здоровых животных. Концентрацию макроэлементов в пробах определяли методом плазменной атомно-эмиссионной спектроскопии. Установлены среднепопуляционные уровни макроэлементов в печени бычков черно-пестрой породы, содержащихся в экологически чистом хозяйстве. Показано, что ранжированный ряд по концентрации макроэлементов представлен в виде: $P > K > Na > Mg > Ca$ в соотношении 66: 44: 13: 2,6: 1 соответственно. Концентрации всех макроэлементов характеризуются относительно не высокой фенотипической изменчивостью ($CV = 8-17\%$). Показано, что увеличение уровня свинца в печени ведет к повышению концентрации калия и снижению аккумуляции натрия, что можно рассматривать как один из защитных механизмов организма.

Ключевые слова: бычки, печень, макроэлементы, кальций, натрий, фосфор, калий, магний, порода

VARIABILITY AND INTERRELATIONS OF MACROELEMENTS IN THE LIVER OF CATTLE OF BLACK AND WHITE BREED

Strizhkova M.V. Korotkevich O.S., Konovalova T.V.

Novosibirsk State Agrarian University, Russia (630039, Novosibirsk, Dobrolubov street 160), e-mail margooo@ngs.ru

Currently, the system to select breeding animals may be supplemented by the data of genetic, biochemical, chemical, physiological, immunogenetical and other investigations that reflect the level and direction of metabolic processes occurring in the animal organism. The investigations were carried out on Black-and-White breed bull-calves at the age of 18 months. Liver samples were taken from 26 clinically healthy animals. The concentration of macroelements in the samples was determined by plasma atomic emission spectrometry. Mean population levels of macroelements were established in the liver of Black-and-White bull-calves housed on ecologically friendly farm. The ranked row for concentrations of macroelements was shown to represent as follows: $P > K > Na > Mg > Ca$ in the ratio 66: 44: 13: 2.6: 1, respectively. Concentrations of all the macronutrients are characterized by relatively low phenotypic variability ($Cv = 8-17\%$). It was shown that increasing level of lead in the liver leads to increasing concentrations of potassium and decreasing sodium accumulation, which can be considered as one of organism protective mechanisms.

Keywords: bull-calves, liver, macroelements, calcium, sodium, phosphorus, potassium, magnesium, breed

Условия окружающей среды в значительной степени влияют на продуктивность растений и животных, их устойчивость к болезням, на интенсивность накопления химических элементов в почве, воде, тканях и органах [20,21, 33-35].

В основе селекции крупного рогатого скота лежит отбор по комплексу признаков. Животные, которые сочетают необходимые качества, являются наиболее ценными в племенном отношении [35]. С помощью определения биохимического и химического статуса селекционер может достигнуть высокой продуктивности животных, рассматривая организм животного как целостную систему [1, 3, 16, 32]. Интерьер рассматривается как совокупность морфо-физиологических, биохимических, химических и других особенностей организма, связанных с количественными признаками животных. В настоящее время система отбора

племенных животных может дополняться данными генетических, биохимических химических, физиологических, иммуногенетических и других исследований статуса, которые отражают уровень и направление обменных процессов, протекающих в организме [11, 16, 17, 29, 36]. Известно, что биохимические и другие особенности организма тесно связаны с продуктивными племенными качествами и здоровьем животных, следовательно, отражают их генетический потенциал [10, 18, 22, 26, 37, 40, 41]. Исследователи изучали и продолжают изучать содержание макро- и микроэлементов в органах и тканях животных [30, 31, 39, 42-43]. Известно, что тяжелые металлы могут накапливаться в органах и тканях крупного рогатого скота [2, 13-15, 44], свиней [4, 5, 7, 8], птицы [23], рыб [19] и других видов животных [38].

В связи с изменением экологической обстановки, развитием приборной базы, совершенствованием методик исследований, возникла потребность в уточнении норм по содержанию микро- и особенно макроэлементов в различных органах и тканях крупного рогатого скота в онтогенезе, в изучении метаболизма и функциональной значимости минеральных элементов в организме животных, с учетом конкретных территорий, технологических приемов и биологических особенностей животных [12, 28]. Все это послужило основанием к изучению содержания химических элементов в печени крупного рогатого скота.

Материал и методы исследования

Исследования проведены в 2004 - 2010 гг. в Убинском районе Новосибирской области. В ОАО Кундранское. Исследования проведены на бычках черно-пестрой породы в возрасте 18 месяцев. Были отобраны пробы печени от 26 клинически здоровых животных. Концентрацию макроэлементов в пробах определяли методом плазменной атомно-эмиссионной спектроскопии (ИСП-АЭС) в лаборатории аналитической геохимии Объединенного института геологии, геофизики и минералогии СО РАН.

Цель исследований

Установить содержание и взаимосвязи основных макроэлементов и Pb в печени крупного рогатого скота черно-пестрой породы.

Результаты исследования и обсуждение

Представляют интерес обобщенные результаты количественного химического анализа макроэлементного состава проб печени бычков черно-пестрой породы (табл. 1).

Таблица 1

Содержание макроэлементов в печени бычков черно-пестрой породы, мг/кг

Элемент	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	σ	Cv	Lim	Отношение крайних вариантов
---------	-------------------------	----------	----	-----	-----------------------------

Ca	60,6±2,04	10,4±1,4	17,2±2,4	43,7-89	1:2,7
Mg	160,9±4,07	20,7±2,8	12,9±1,8	120-215,5	1:1,8
Na	834,2±29,3	146,5±20,7	17,5±2,5	375,6-1069	1:2,8
K	2679,2±46,8	238,7±33,1	8,90±1,2	2278-3359	1:1,47
P	4020,8±63,4	323,4±44,9	8,04±1,1	3110-4620	1:1,48

В печени ранжированный ряд по уровню макроэлементов был представлен следующим образом: P > K > Na > Mg > Ca в соотношении 66 : 44 : 13 : 2,6 : 1 соответственно. В этом органе наблюдалось высокое количество фосфора и низкое количество кальция.

Концентрация калия и фосфора в печени характеризуется относительно низкой фенотипической изменчивостью. Индивидуальная изменчивость остальных элементов была значительно выше. В целом изменчивость изученных макроэлементов в печени была значительно ниже, чем, например, паратипическая изменчивость ряда тяжелых металлов в органах и тканях крупного рогатого скота [2, 28].

Изменения уровня макроэлементов обусловлено влиянием различных условий среды и наследственностью. Так, О.А. Зайко и др. установили влияние генофонда линий и семейств свиней на аккумуляцию некоторых химических элементов в органах и тканях [6, 9].

Выявлена средняя положительная корреляция между калием и свинцом (табл. 2). Свинец накапливается у животных в состоянии покоя. Он является сильным восстановителем и «вытесняет» катионы из соединений. Это приводит к торможению всасывания элементов в тонком отделе желудочно-кишечного тракта. Антагонизм тяжелых металлов в организме животных необходимо рассматривать в механизмах взаимодействия химических элементов между собой [1, 8]. Так, тяжелые металлы являются более активными элементами и способны замещать в кофакторах ферментов первичные металлы. При этом активность ферментов изменяется. Ферменты полностью теряют свою активность, если активный центр замещается медью, кадмием, свинцом. Первичный механизм антагонизма между микроэлементами и тяжелыми металлами проявляется в замещении активного центра ферментов другими, более активными металлами. Можно предположить, что увеличение уровня калия на аккумуляцию свинца является защитным механизмом организма.

Таблица 2

Корреляции химических элементов в печени

Коррелируемые показатели	r	Коррелируемые показатели	r
K-P	0,49**	Mg-P	0,70***

K-Pb	0,64**	Na-Pb	-0,46**
------	--------	-------	---------

** P ≤ 0,05; *** P ≤ 0,001

В то же время между уровнем натрия и свинца выявлена средняя отрицательная связь. Имеется как бы два вида выведения ксенобиотиков: те, которые очищают внутреннюю среду всего организма, и те, которые поддерживают чистоту внутренней среды одного органа. Принцип работы системы выведения одинаков: транспортные клетки образуют слой, одна сторона которого граничит с внутренней средой организма, а другая – с внешней. Мембрана клеток не пропускает ксенобиотики, но в этой мембране имеется белок-переносчик, который опознает «вредное» вещество и переводит его во внешнюю среду. Анионы выводятся одним видом переносчиков, а катионы – другим [1]. Повышение уровня свинца в печени негативно влияет на концентрацию натрия.

Транспортные механизмы обеспечивают выведение ксенобиотиков из организма. Они обнаружены во многих органах человека. Наиболее мощные находятся в клетках печени и почечных канальцах.

Ферментные системы превращают ксенобиотики в соединения, менее токсичные и легче удаляемые из организма. Они катализируют процессы взаимодействия ксенобиотика с молекулами других веществ. Продукты взаимодействия легко удаляются из организма [1]. Наиболее мощные ферментные системы находятся в клетках печени. В большинстве случаев она может справляться с этой задачей и обезвреживать опасные вещества.

Ранее нами было показано, что по содержанию, например калия в волосе можно прижизненно диагностировать степень аккумуляции свинца в печени и почках [25].

Известно, что химические, биохимические и другие параметры могут быть использованы в качестве маркеров накопления ряда химических элементов в органах и тканях крупного рогатого скота [43, 44]. Поэтому многие биохимические маркеры могут быть использованы для ранней диагностики накопления поллютантов в организме животных.

Выводы

Установлены средние популяционные уровни содержания макроэлементов в печени крупного рогатого скота черно-пестрой породы. Содержание К и Р характеризуются низкой фенотипической изменчивостью, а Са, Na, Mg – средней. Повышенная аккумуляция свинца ведет к увеличению уровня калия, что можно рассматривать как один из защитных механизмов организма. В то же время свинец снижает степень аккумуляции натрия в печени.

Список литературы

1. Васильева Е.А. Клиническая биохимия сельскохозяйственных животных / Е.А. Васильева. – М.: Россельхозиздат, 1982. – 254 с.
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. 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.
4. Желтикова О.А. Аккумуляция макро- и микроэлементов в печени свиней скороспелой мясной породы (СМ-1) / О.А. Желтикова, О.С. Короткевич, В.Л. Петухов // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. – 2007. - № 6. – С. 50-56.
5. Желтикова О.А. Аккумуляция некоторых макро- и микроэлементов в органах свиней / О.А. Желтикова, О.С. Короткевич // Сибирский вестник с.-х. науки. – 2007. - № 8. – С. 48-50.
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. Зайко О.А. Содержание макро- и микроэлементов в печени свиней скороспелой мясной породы (СМ-1) и их связь с уровнем свободных аминокислот в сыворотке крови / О.А. Зайко, О.С. Короткевич, В.Л. Петухов // Доклады Российской академии с.-х. наук. – 2013. - № 5. – С. 51-53.
8. 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.
9. 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.
10. Камалдинов Е.В. Полиморфизм белков сыворотки крови свиней сибирской северной породы / Е.В. Камалдинов, О.С.Короткевич, В.Л. Петухов, А.И. Желтиков, А.А. Фридчер Доклады Российской академии с.-х. наук. – 2010. - №4. – С. 49-51.
11. 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 Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2009. - № 4. – С. 41-43.
12. Незавитин А.Г. Проблемы сельскохозяйственной экологии / А.Г. Незавитин, В.Л. Петухов, А.Н. Власенко, О.С. Короткевич и др. – Новосибирск: Наука СИФ РАН, 2000. –

255 с.

13. 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.

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

15. Нарожных К.Н. Содержание кадмия в некоторых органах и тканях бычков герефордской породы / К.Н. Нарожных, Ю.В. Ефанова, О.С. Короткевич // Мир науки, культуры, образования. – 2012. - № 4. – С. 315-318.

16. Петухов В.Л. Ветеринарная генетика / В.Л. Петухов, А.И. Жигачев, Г.А. Назарова. М.: Колос, 1996. – 384 с.

17. Петухов В.Л. Иммуногенетические 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.

18. 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.

19. Петухов В.Л. Содержание тяжелых металлов в мышцах судака (*Stizostedion Lucioперса*) / В.Л. Петухов, И.С. Миллер, О.С. Короткевич // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. – 2012. – Т .2. – 23-z. – С. 49-52.

20. 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.

21. Петухов В.Л. Ветеринарная генетика с основами вариационной статистики / В.Л. Петухов, А.И. Жигачев, Г.А. Назарова. – М.: Агропромиздат, 1985. – 368 с.

22. 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. – С10-12.

23. Способ оценки накопления цинка в мышцах и костях птицы. Петухов В.Л., Клепцына Е.С., Желтиков А.И., Петухов И.В., Короткевич О.С., Токарев В.С. Патент на изобретение RUS 2264094 05.07.2001.

24. 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.

25. Способ определения содержания свинца в органах крупного рогатого скота. Петухов В.Л., Короткевич О.С., Стрижкова М.В. и др. Патент на изобретение RUS №2421726 08.04.2010.
26. Способ отбора крупного рогатого скота на устойчивость к туберкулезу/ Петухов В.Л., Эрнст Л.К., Желтиков А.И., Незавитин А.Г., Короткевич О.С. Патент на изобретение RUS 2058733 27.04.1996.
27. Способ определения содержания кадмия в органах и мышечной ткани свиней. Петухов В.Л., Желтикова О.А., Желтиков А.И., Короткевич О.С., Камалдинов Е.В., Себежко О.И. Патент на изобретение RUS 2342659 28.03.2007.
28. Стрижкова М.В. Содержание макроэлементов в селезенке крупного рогатого скота / М.В. Стрижкова // Мир науки, культуры, образования. – 2013. - № 3 (40).– С. 429-431.
29. Стрижкова М.В. Содержание макроэлементов в органах и тканях крупного рогатого скота / М.В. Стрижкова, О.С. Короткевич // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2008. - № 5. – С. 89-93.
30. 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. – С. 66-68.
31. Чысыма Р.Б. Содержание тяжелых металлов в волосе животных из разных экологических зон / Р.Б. Чысыма, С.А. Патрашков, И.В. Петухов, В.Л. Петухов // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. –2004. - № 1(151). – С. 75-76.
32. Эрнст Л.К. Физиологические и иммунологические показатели голштинизированного черно-пестрого скота / Л.К. Эрнст, А.И. Желтиков, В.Л. Петухов // Доклады Российской академии с.-х. наук. – 1999. - №6. – С. 35-36.
33. Chysyma R.B Heavy metal concentration in water and soil of different ecological areas of Tyva Republic / R.B. Chysyma, Y.Y. Bakhtina, V.L. Petukhov, G.N. Korotkova, M.L. Kochneva // Journal De Physique. IV: JPXII International Conference on Heavy Metals in the Environment. Editors: C. Boutron, C. Ferrari. Grenoble. – 2003. – С. 301-302.
34. Chysyma R.B. The content of heavy metals in feeds of the Tyva Republic / R.B. Chysyma, V.L. Petukhov, E.E. Kuzmina et al. // Journal De Physique. IV: JPXII International Conference on Heavy Metals in the Environment. Editors C. Boutron, C. Ferrari. – 2003. – С. 297-299.
35. 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. Sebezsko, Ye.Ye. Barinov, and T.V. Konovalova//Russian Agricultural Sciences, 2014, Vol.40, No3, pp/195-197.
36. Kamaldinov E.V. Heavy metals influence on ascorbic acid level / E.V. Kamaldinov, S.A. Patrashkov, E.V. Batenyeva, O.S. Korotkevich // Journal De Physique. IV: JPXII International Conference on Heavy Metals in the Environment. Editors: C. Boutron, C. Ferrari. Grenoble. – 2003. – С. 687-689.

37. Marmuleva N.I. Radionuclides accumulation in milk and its products / N.I. Marmuleva, E.Y. Barinov, V.L. Petukhov // Journal De Physique. IV: JPXII International Conference on Heavy Metals in the Environment. Editors: C. Boutron, C. Ferrari. Grenoble. –2003. – C. 827-829.
38. Miller I.S. Accumulation of heavy metals in the muscles of Zander from Novosibirsk water basin /I.S. Miller, V.L. Petukhov, O.S. Korotkevich, G.N. Korotkova, I.S. Konovalov. Proceeding of the 16th International Conference on Heavy Metals in the Environment. Edited by N. Pirrone. Rome. Italy // E3S Web of Conferences 1,11007 (2013). DOI: 10.1051/ e3sconf/20130111007.
39. 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, O.S. Korotkevich et al. // E3S Web of Conferences 1, 15003 (2013). DOI: 10.1051 /e3sconf/20130115003.
40. Petukhov V.L. Cu influence on hens egg productivity / V.L. Petukhov, S.A. Patrashkov, G.N. Korotkova et.al. // Journal De Physique. IV: JPXII International Conference on Heavy Metals in the Environment. Editors C. Boutron, C. Ferrari. Grenoble. – 2003. – P. 3-5.
41. 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. – P. 1065-1066.
42. Petukhov V.L. Cu influence on hens weight / V.L. Petukhov, S.A. Patrashkov, I.A. Afonina, E.S. Kleptsyna // Journal De Physique. IV: JPXII International Conference on Heavy Metals in the Environment. Editors: C. Boutron: C. Ferrari. Grenoble. – 2003. – P. 1-2.
43. Petukhova T.V. Content of heavy metals in the muscle tissue of cattle / Y.V. Efanova., V.L. Petukhov, O.S. Korotkevich et al. // Proceeding of the 16th International Conference on Heavy Metals in the Environment. Edited by N Pirrone. Rome. Italy. E3S Web of Conferences 1, 15002 (2013). DOI: 10.1051 /e3sconf / 201301115002.
44. Patrashkov S.A. Content of heavy metals in the hair / S.A. Patrashkov, VL. Petukhov, O.S. Korotkevich, I.V. Petukhov // Journal De Physique IV: JPXX International Conference on Heavy Metals in the Environment. Editors C. Boutron, C. Ferrari. Grenoble. – 2003. – P. 1025-1027.

Рецензенты:

Дементьев В.Н., д.с.-х.н., профессор, профессор кафедры ветеринарной генетики биотехнологии ФГБОУ ВПО «НГАУ», г. Новосибирск;

Клименок И.И., д.с.-х. н., профессор, зам. директора по научной работе ГНУ СибНИИЖ Россельхозакадемии, г. Новосибирск.