

УДК: 612.128:636.2

DOI 10.52419/issn2072-2419.2022.4.274

МЕТАБОЛИЗМ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ У КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ГОЛШТИНСКОЙ ПОРОДЫ В БИОГЕОХИМИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Полковниченко П.А. – к.в.н., доц. каф. ветеринарной медицины, Полковниченко П.А. – к.в.н., доц. каф. ВСЭПЖР, Ларина Ю.В. – к.б.н., доц. каф. физиологии и патофизиологии ФГБОУ ВО Казанская ГАВМ

Ключевые слова: микроэлементы, экосистема, адаптация, почва, крупный рогатый скот.
Key words: trace elements, ecosystem, adaptation, soil, cattle.



РЕФЕРАТ

В связи с интенсификацией и специализацией сельскохозяйственного производства, в частности животноводства, в Астраханской области резко возрос объем работы ветеринарных специалистов в проведении плановых мероприятий по профилактике и совершенствованию методов лечения внутренних незаразных болезней, а также изучение нарушений обмена веществ у продуктивных животных, в частности, путем применения биотических доз микроэлементов в животноводстве. В нашей работе представлены данные биогеохимических исследований пастбищных экосистем Астраханской области.

Исследования проводили в весенне-летний период 2021-2022 года на разновозрастных группах (6-ти месяцев, 12-месяцев, 36-ти месяцев, 72-х месяцев) крупного рогатого скота голштинской породы, принадлежащих гражданам и фермерским хозяйствам Лиманского, Камызякского и Приволжского районов Астраханской области.

Кроме того, у 10 животных крупного рогатого скота, при плановом убое, для анализа были взяты различные ткани и органы с целью определения уровня микроэлементов.

Определение уровней микроэлементов в экосистеме проводили в Астраханской области на широте 46°20'58" (46° 20'98) северной широты и долготы 48° 2'26" (48° 2'44) восточной долготы.

Микроэлементы в отобранных образцах пастбищной экосистемы, а также в органах и тканях крупного рогатого скота определяли атомно-абсорбционным методом.

Обнаружен низкий уровень микроэлементов в почве, растениях и кормах экосистемы Астраханской области относительно «эталонного» черноземного региона, где не регистрируются гипомикроэлементозы животных и нормативных данных.

Наибольшая концентрация йода зафиксирована в крови - $0,58 \pm 0,008$ мг/кг, а наименьшая – в мышечной ткани ($0,09 \pm 0,002$ мг/кг), наибольшая концентрация селена определена в тканях почек и печени ($0,74 \pm 0,018$ и $0,72 \pm 0,113$ мг/кг соответственно), а наименьшая – в мышцах и легких. Концентрация марганца в организме крупного рогатого скота колебалась от $32,98 \pm 1,18$ до $67,46 \pm 1,33$ мг / кг.

ВВЕДЕНИЕ

Для нормального течения физиологических процессов в организме животных, кроме питательных веществ, необходимо регулярное поступление витаминов, микро- и макроэлементов. Количественное содержание химических элементов, входящих в состав организмов, варьирует в широких пределах в зависимости от среды обитания, видовой принадлежности, возраста и ряда других причин. Большинство минеральных элементов входит в состав белковых комплексов, ферментов, дыхательных пигментов, гормонов и ряда витаминов [1].

Важная роль микроэлементов проявляется в том случае, когда они поступают в биотических количествах, не превышающих предельную физиологическую концентрацию в организме [10]. В таких случаях, они, поступая в организм животного в качестве питательных компонентов, не вызывают реакции сопротивления со стороны защитных барьеров, вступают в связь с соответствующими системами [9].

Недостаток единичных или комплекса минеральных элементов в почвах, воде, кормах считается главной причиной низкой продуктивности и болезни репродуктивной системы пастбищных животных. Обязательным параметром для введения животноводства в современных, интенсивных условиях является анализ микроэлементного профиля определенной биогеохимической территории с целью сравнительной оценки микроэлементного статуса у различных пастбищных животных [2].

Доступность минеральных элементов находится в прямой зависимости от концентрации их в почве, а также характера почвы. Питание животных, в первую очередь, зависит от комплекса почва-растения-животное и сезона, что может также влиять на потребность в питательных веществах в микроэлементах. Для оценки минерального и иммунологического статуса животных необходимо регулярно проводить анализ минерального состава кормов.

Однако корма не могут в полной мере

обеспечить потребности организма животных в минеральных веществах. Как результат развивается их дефицит, который наносит значительный экономический ущерб, складывающийся из снижения приростов живой массы, плодовитости, которые сопровождаются нарушениями функционирования всего организма. Вследствие снижения резистентности и реактивности организма животных, увеличиваются заболеваемость и падеж [9].

Предыдущие исследования показали, что содержание минеральных элементов в почвах Астраханской области низкое, что влияет на недостаток их в растениях области, что, в свою очередь, ведет к нарушению обменных процессов у животных, снижению продуктивности [3,4,5,6].

Цель работы - изучить биогеохимическую ситуацию с микроэлементами в Астраханской области и уровень микроэлементов в органах и тканях голштинской породы крупного рогатого скота.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в весенне-летний период 2021-2022 года на разновозрастных группах (6-ти месяцев, 12-месяцев, 36-ти месяцев, 72-х месяцев) крупного рогатого скота голштинской породы, принадлежащих гражданам и фермерским хозяйствам Лиманского, Камызякского и Приволжского районов Астраханской области.

Экспериментальный анализ выполнен на кафедре ветеринарной медицины Астраханского государственного университета и совместной научно-исследовательской лаборатории фундаментальных и прикладных проблем биогеохимии и ветеринарной медицины Волго-Каспийского региона Астраханского государственного университета и Института геохимии и аналитической химии им. В. И. Вернадского.

Определение уровней микроэлементов в экосистеме проводили в Астраханской области на широте 46°20'58" (46° 20'98) северной широты и долготы 48° 2'26" (48° 2'44) восточной долготы. Астраханская область расположена в Прикаспийской низменности, где Волга впадает

Таблица 1

Среднее содержание микроэлементов в почвах и растениях Астраханской области, мг/кг

Элементы	Почвы		Растения	
	Собственные результаты (n=40)	Нормативные данные*	Собственные результаты (n=20)	Нормативные данные*
кобальт	7,9±1,05	10-13	1,8±0,14	6,41-0,42
селен	0,09±0,24	0,5-0,4	0,03±0,003	0,07-0,56
йод	0,4±0,03	3-5	0,04±0,007	0,06-1,9
марганец	137,6±9,8	400-900	34±8,16	26-397
цинк	42,7±4,1	59-78	11±8,9	10-45
медь	13,8±0,28	15-80	5,72±0,68	5-10

* - Нормативные данные по результатам Я.В. Пейве, М.Я. Школьника, В.В. Ковальского, Н.М. Матвеева, В.И. Воробьева.

в Каспийское море. Плоская поверхность лежит в основном ниже уровня моря с отметками от -2,7 м на севере до -27,5 м на юге.

Образцы экосистемы (почвы, растений, воды и кормов) были собраны на пастбищах Астраханской области.

Кормовые виды растений (сено, астрагалы, разнотравье) собирали в период весеннего отрастания и полного цветения. Образцы растений (листья, стебли, корни) были отобраны на местах выпаса крупного рогатого скота (20 проб) после тщательного наблюдения за режимом их выпаса в трех повторностях.

Образцы проб почвы для определения микроэлементов отбирались в верхнем пахотном горизонте почвы - 20-30см. Отбор проб проводился на пробных площадках, закладываемых так, чтобы исключить искажение результатов анализов под влиянием окружающей среды. Было взято 40 проб почв.

Точечные пробы отбирались на пробной площадке методом конверта. Точечные пробы отбирали ножом или штапелем из прикопок. Объединенную пробу составляли путем смешивания точечных проб, отобранных на одной пробной площадке. Для анализа на микроэлементы объединенную пробу составляли не менее чем из пяти точечных проб, взятых с одной пробной площадки. Масса объеди-

ненной пробы была не менее 1 кг.

Кроме того, у 10-ти особей крупного рогатого скота, при плановом убое, для анализа были взяты различные ткани и органы (печень, почки, селезенка, легкие, ткани желудка, мышцы) с целью определения уровня микроэлементов.

Кровь для прижизненной диагностики брали у крупного рогатого скота из яремной вены по общепринятой в ветеринарии методике [8].

Микроэлементы в отобранных образцах определяли методом атомной абсорбционной спектрофотометрии на спектрофотометре СИТАНИ 180-50 (Япония).

Полученный цифровой материал подвергали статистической обработке на персональном компьютере с использованием стандартной программы вариационной статистики Microsoft Excel. Для оценки значимости различий использовали коэффициент Стьюдента, при критическом уровне значимости 0,05.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Выявлено, что различные типы почв Астраханской области содержат следующие концентрации таких микроэлементов, как кобальт, селен, йод, марганец, цинк и медь (табл. 1). Для исследования растений использовали общую пробу, полученную путем сбора образцов (сено, астрагалы, разнотравье) на территориях выпаса крупного рогатого скота в разных местностях.

Установлено, что содержание минеральных элементов в объектах окружающей среды колеблется. Установлено, что среднее содержание кобальта в почве и растениях составило $7,9 \pm 1,05$ и $1,8 \pm 0,14$ г/кг соответственно, содержание селена - на уровне $0,09 \pm 0,24$ мг/кг и $0,03 \pm 0,003$ мкг/кг, содержание йода составило $0,4 \pm 0,03$ и $0,04 \pm 0,007$ мг/кг соответственно. Содержание марганца в растениях было в 4,1 раза ниже, чем в почве. Средняя концентрация цинка в компонентах наземной экосистемы (растениях и почве) была на уровне 11 – 42,7 мг/кг.

Минеральные вещества непосредственно участвуют в защите растений и животных в качестве структурных компонентов и регуляторов метаболизма. Незаменимые микроэлементы влияют на физиологические функции растений и животных как напрямую, активируя ферменты, вырабатывающие защитные метаболиты, так и косвенно. Следующим этапом наших исследований было изучение содержания некоторых микроэлементов в кормах, заготовленных на территории Астраханской области.

В результате исследований установлен достаточно низкий уровень минеральных

элементов в естественных кормах относительно «эталонного» черноземного региона, где не регистрируются гипомикроэлементозы животных и нормативных данных [6].

Повышенное содержание органических веществ почвы способствует снижению концентрации микроэлементов в почве за счет комплексообразования и адсорбции (табл. 2).

Установлено, что наибольшая концентрация селена определена в тканях почек и печени ($0,74 \pm 0,018$ и $0,72 \pm 0,113$ мг/кг соответственно), а наименьшая – в мышцах и легких. В остальных изучаемых тканях концентрация микроэлемента была на уровне от $0,37 \pm 0,012$ мг / кг до $0,53 \pm 0,028$ мг / кг.

По содержанию кобальта, все изучаемые ткани можно расположить в следующей последовательности (по возрастанию): мышцы > легкие > стенка тонкого кишечника > кровь > почки > стенка сычуга > селезенка > печень. В наших исследованиях установлено, что наибольшее содержание кобальта содержится в органах кроветворения (селезенке и печени).

Концентрация марганца в организме

Таблица 2
Содержание физиологически важных микроэлементов в растениях и растительных кормах Астраханской области, n=20 (M±m)

Наименование расте-	Элементы, мг/кг			
	Марганец	Кобальт	Медь	Селен
сено люцерновое	47,2±2,10	0,5±0,01	9,8±1,08	0,06±0,003
сено луговое	46,1±2,05	0,2±0,006	5,3±0,34	0,02±0,001
житняк	49,0±1,82	0,34±0,006	4,6±0,28	0,03±0,001
лебеда татарская	25,0±2,12	0,3±0,04	2,5±0,18	0,05±0,007
овес песчаный	60,4±1,59	0,32±0,06	5,1±0,24	0,04±0,008
верблюжья колючка	15,2±0,91	13,9±0,9	6,5±0,09	0,03±0,004
крапива	128,2±9,84	130,0±8,84	6,6±0,94	0,78±0,061
полынь песчаная	60,3±3,64	0,47±0,09	7,8±0,97	1,07±0,024
картофель	60,3±5,07	0,26±0,05	7,2±0,82	0,01±0,002
ячмень-зерно	8,1±0,56	0,74±0,03	5,1±0,16	0,03±0,003
тростник обыкновенный	14,7±7,05	0,05±0,08	8,9±0,12	0,17±0,05
астргалы	88,0±6,93	4,7±0,18	24,5±2,99	12,7±3,12

Таблица 3

Уровни некоторых микроэлементов в органах и тканях голштинской породы крупного рогатого скота в биогеохимических условиях Астраханской области, мг / кг (n = 10; M±m)

Наименование	Селен	Кобальт	Марганец	Цинк	Йод
Мышцы	0,09±0,006	0,08±0,003	48,63 ±2,00	101,45±3,96	0,09 ±0,002
Печень	0,72±0,113	3,66 ±0,090	53,17±3,73	140,50 ±7,34	0,39 ±0,012
Селезенка	0,41±0,016	2,03±0,186	43,56±1,18	48,98 ±2,16	0,16 ±0,037
Кровь	0,53 ±0,025	1,73 ±0,009	60,63 ±1,57	48,84 ±2,00	0,58 ±0,008
Легкие	0,10 ±0,066	1,14±0,053	32,98±1,18	137,85 ±4,03	0,47 ±0,009
Почки	0,74 ±0,018	1,98 ±0,013	67,46 ±1,33	100,95±11,94	0,49 ±0,020
Стенка сычуга	0,53 ±0,028	1,99 ±0,031	56,78 ±2,67	165,50±9,99	0,53 ±0,012
Стенка тонкого кишечника	0,37±0,012	1,47 ±0,054	54,8±2,00	81,98 ±6,33	0,54±0,019

крупного рогатого скота колебалась от 32,98±1,18 до 67,46 ±1,33 мг / кг. Наивысшая концентрация микроэлемента установлена в почках, а наименьшая – в ткани легких. По оценкам, в организме животного весом 70 кг содержится от 10 до 20 мг марганца. Некоторые авторы сообщают, что приблизительно от 1 до 4% марганца поступающего с кормом абсорбируется в организме [6].

Наибольшая концентрация йода зафиксирована в крови - 0,58 ± 0,008 мг/кг, а наименьшая – в мышечной ткани (0,09 ± 0,002 мг/кг). В остальных изучаемых органах содержание йода составляло от 0,16 ± 0,037 до 0,54 ± 0,012 мг/кг.

ВЫВОДЫ

Таким образом, результаты исследования указывают на низкий уровень некоторых микроэлементов в экосистеме Астраханской области. В наибольшем количестве в почве и растениях содержится марганец, в наименьшем – селен. В кормах наибольшее содержание микроэлементов установлено в астрагале. Кроме того, низкий уровень микроэлементов был выявлен в органах и тканях крупного рогатого скота голштинской породы.

METABOLISM OF MICROELEMENTS IN CATTLE OF THE HOLSTEEN BREED IN BIOGEOCHEMICAL CONDITIONS OF THE ASTRAKHAN REGION

Polkovnichenko P.A. – Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor of the Department of Veterinary Medicine,

Polkovnichenko P.A. – candidate of veterinary sciences, associate professor of the department of VSEPZHR, Larina Yu.V. – Ph.D., Associate Professor of the Department of Physiology and Pathophysiology of the Kazan State Academy of Medical Sciences

In connection with the intensification and specialization of agricultural production, in particular animal husbandry, in the Astrakhan region, the volume of work of veterinary specialists has sharply increased in carrying out planned measures to prevent and improve methods of treating internal non-communicable diseases, as well as the study of metabolic disorders in productive animals, in particular, by application of biotic doses of microelements in animal husbandry. Our work presents data from biogeochemical studies of pasture ecosystems in the Astrakhan region.

The studies were carried out in the spring-summer period of 2021-2022 on groups of different ages (6 months, 12 months, 36 months, 72 months) of Holstein cattle owned by citizens and farms of Limansky, Kamyzyaksky and Privolzhsky districts of the Astrakhan region.

In addition, in 10 cattle animals, during planned slaughter, various tissues and organs were taken for analysis in order to determine the level of trace elements.

Determination of the levels of trace elements in the ecosystem was carried out in the Astrakhan region at the latitude 46° 20'58" (46° 20'98) north latitude and longi-

tude 48°2'26" (48° 2'44) east longitude.

Trace elements in the selected samples of the pasture ecosystem, as well as in the organs and tissues of cattle, were determined by the atomic absorption method.

A low level of trace elements was found in the soil, plants and feed of the ecosystem of the Astrakhan region relative to the "reference" chernozem region, where animal hypomicroelementoses and regulatory data are not recorded.

The highest concentration of iodine was recorded in the blood - 0.58 ± 0.008 mg/kg, and the lowest - in the muscle tissue (0.09 ± 0.002 mg/kg), the highest concentration of selenium was determined in the tissues of the kidneys and liver (0.74 ± 0.018 and 0.72 ± 0.113 mg/kg, respectively), and the smallest - in the muscles and lungs. The concentration of manganese in the body of cattle ranged from 32.98 ± 1.18 to 67.46 ± 1.33 mg/kg.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арвинд, К. Микроэлементы в почвах, растениях, животных и людях / К. Арвинд, К. Шукла, А. Пахре // *Ind. J. Fertiliz.* – 2018. - №14. – С. 30-54.
2. Воробьев, В.И. Физиологическое состояние акклиматизированного скота симментальской австрийской селекции в биогеохимических условиях Нижнего Поволжья / В.И. Воробьев, Д.В. Воробьев, А.П. Полковниченко, В.А. Сафонов // *J. Agri. Forst.* -2018. - №6. - С. 198 -207.
3. Воробьев, В.И. Физиологические аспекты минерального обмена у симментальских коров, разведенных в экологических условиях низкого уровня Se, I и Co в окружающей среде и кормах низкой Волги / В.И. Воробьев, Д. В. Воробьев / *Фонд. Res.* - 2014. - №8. - 770-864.
4. Воробьев, Д.В. Физиологическая характеристика метаболизма различных видов животных в корме и при скрытых формах гипомикроэлементозов / Д.В. Воробьев // - Автореф. докт. дисс. – Астрахань. – 2013. – 34 с.
5. Воробьев, Д.В. Физиологический механизм влияния недостающих в среде микроэлементов на метаболизм и продуктивность жвачных и всеядных животных /

Д.В. Воробьев // - Изд. «ЛАНЬ» – С.-Петербург. – 2013. – 280 с.

6. Дедов, И.И. Результаты эпидемиологических исследований йоддефицитных заболеваний в рамках проекта «Тиромобиль» / И.И. Дедов, Г.А. Мельниченко // *Проблемы эндокринологии.* - 2005. - №5. - С. 32-36.

7. Кабата-Пендиас, А. Микроэлементы в почвах и растениях. Тейлор и Фрэнсис, 4-е изд., Бока-Ратон, 2011. – 505с.

8. Кондрахин И.П., Архипов А.В., Левченко В.И., Таланов Г.А., Фролов А.А., Новиков В.Э. // *Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики: Справочник* // Под редакцией профессора Кондрахина И.П.-М.: Колос, 2004.- 520 с.

9. Крупин, Е.О. Влияние эссенциальных микроэлементов на здоровье животных и их продуктивность / Е.О. Крупин // *Вестник современных исследований.* - 2018. - № 12.1 (27). - С. 361-364.

10. Ларина, Ю.В. Мясная продуктивность и качество мяса гусей при использовании в кормлении наноструктурного цеолита / Ю.В. Ларина, В.О. Ежков, Р.Н. Файзрахманов, А.М. Ежкова // *Сельское хозяйство и продовольственная безопасность: технологии, инновации, рынки, кадры. Научные труды II Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию Института механизации и технического сервиса и 90-летию Казанской зоотехнической школы.* - 2020. - С. 404-414.

REFERENCES

1. Arvind, K. Mikroelementy v pochvah, rasteniyah, zhivotnyh i lyudyah / K. Arvind, K. SHukla, A. Pahre // *Ind. J. Fertiliz.* – 2018. - №14. – S. 30-54.
2. Larina, Y.V. Myasnaya produktivnost' i kachestvo myasa gusej pri ispol'zovanii v kormlenii nanostrukturnogo ceolita / YU.V. Larina, V.O. Ezhkov, R.N. Fajzrahmanov, A.M. Ezhkova // *Sel'skoe hozyajstvo i prodovol'stvennaya bezopasnost': tekhnologii, innovacii, rynki, kadry. Nauchnye trudy II Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj 70-letiyu Instituta mekhanizacii i tekhnicheskogo servisa i 90-letiyu Kazanskoj*

- zootehnicheskoy shkoly. - 2020. - S. 404-414.
- 3.Kabata-Pendias, A. Mikroelementy v pochvah i rasteniyah. Tejlor i Frensis, 4-e izd., Boka-Raton, 2011. – 505s.
- 4.Vorob'ev, V.I. Fiziologicheskoe sostoyanie akklimatizirovannogo skota simmental'skoj avstrijskoj selekcii v biogeohimicheskikh usloviyah Nizhnego Povolzh'ya / V.I. Vorob'ev, D.V. Vorob'ev, A.P. Polkovnichenko, V.A. Safonov // J. Agri. Forst. -2018. - №6. - S. 198 -207.
- 5.Krupin, E.O. Vliyanie essencial'nyh mikroelementov na zdorov'e zhivotnyh i ih produktivnost' / E.O. Krupin // Vestnik sovremennyh issledovaniy. - 2018. - № 12.1 (27). - S. 361-364.
- 6.Vorob'ev, V.I. Fiziologicheskie aspekty mineral'nogo obmena u simmental'skih korov, razvedennyh v ekologicheskikh usloviyah nizkogo urovnya Se, I i Co v okruzhayushchej srede i kormah nizkoj Volgi / V.I. Vorob'ev, , D. V. Vorob'ev / Fond. Res. - 2014. - №8. - 770-864.
- 7.Vorob'ev, D.V. Fiziologicheskaya harakteristika metabolizma razlichnyh vidov zhivotnyh v korme i pri skrytyh formah gipomikroelementozov / D.V. Vorob'ev // Avtoref. dokt. diss. – Astrahan'. – 2013. – 34 s.
- 8.Vorob'ev, D.V. Fiziologicheskij mekhanizm vliyaniya nedostayushchih v srede mikroelementov na metabolizm i produktivnost' zhvachnyh i vseядnyh zhivotnyh / D.V. Vorob'ev // - Izd. «LAN'» – S.-Peterburg. – 2013. – 280 s.
- 9.Dedov, I.I. Rezul'taty epidemiologicheskikh issledovaniy joddeficitnyh zabolevaniy v ramkah proekta «Tiromobil'» / I.I. Dedov, G.A. Mel'nichenko // Problemy endokrinologii. - 2005. - №5. - S. 32-36.
- 10.Kondrahin I.P., Arhipov A.V., Levchenko V.I., Talanov G.A., Frolov A.A., Novikov V.E. // Metody veterinarnoj klinicheskoy laboratornoj diagnostiki: Spravochnik // Pod redakciej professora Kondrahina I.P.-M.: Kolos, 2004.- 520 s.