

Краткое сообщение

УДК 636:234.1: [619:611.78:546.18]

doi: 10.34655/bgsha. 2025.78.1.019

Содержание фосфора в волосе потомков быков голштинской породы

**М.В. Стрижкова¹, Т.В. Коновалова¹, О.С. Короткевич¹, В.Л. Петухов¹,
Л.А. Осинцева¹**

¹Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия

Автор, ответственный за переписку: Мария Валерьевна Стрижкова,
mvstrizhkova@yandex.ru

Аннотация. Волос – это один из источников информации содержания химических элементов в организме животных. Изучение химического состава волоса позволяет сделать заключение о химическом составе органов и тканей. В Западной Сибири изучают генофонд и фенотипы пород и видов сельскохозяйственных животных. В статье приведены данные о содержании фосфора в волосе потомства, полученного от быков-производителей голштинской породы. Исследование проводилось в ОАО «Ваганово» Кемеровской области. В эксперименте использовали 4 быка-производителя голштинской породы разных генотипов, от которых были получены сыновья. Сформировали 4 группы бычков, которые до убоя в 13-14-месячном возрасте находились в одинаковых условиях кормления и содержания.

Уровень фосфора в волосе определяли методом атомно-эмиссионной спектрометрии на приборе ICP AES IRIS. Содержание фосфора в потомстве сыновей разных быков голштинской породы был в пределах от 185,5±11,6 до 211,9±25,5 мг/кг. Также в нашем исследовании проведено изучение фенотипической изменчивости содержания фосфора. Не выявлено влияние генотипа на депонирование фосфора в волосе сыновей. Большинство производителей не различались по фенотипической изменчивости уровня фосфора в волосе сыновей (IQR от 33,3 до 48,3). Только сыновья одного отца характеризовались более высокой индивидуальной изменчивостью (IQR=75). Следовательно, изучение уровня фосфора в органах и тканях дополняют знания об элементном статусе животных, что вносит большой вклад в оценку интерьера животных. Полученные средние популяционные значения уровня фосфора в волосе можно принять за физиологическую норму для животных голштинской породы в условиях Западной Сибири.

Ключевые слова: голштинская порода, генотип, быки-производители, волос, фосфор.

Brief report

Phosphorus content in the hair of Holstein bulls' offspring

Maria V. Strizhkova¹, Tatyana V. Konovalova¹, Olga S. Korotkevich¹, Valery L. Petukhov¹, Lyubov A. Osintseva¹

¹Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

Corresponding author: Maria V. Strizhkova, mvstrizhkova@yandex.ru

Abstract. Hair is one of the sources of information on the content of chemical elements in the body of animals. The study of the chemical composition of the hair allows us to make a conclusion

about the chemical composition of organs and tissues. In Western Siberia, the gene pool and the phene pool of breeds and species of farm animals are being studied. The article presents data on the phosphorus content in the hair of Holstein bulls offspring. The study was conducted at OAO Vaganovo (open joint-stock company under the law of the Russian Federation) in the Kemerovo region. In the experiment, 4 Holstein bulls of different genotypes were used, from which male offspring were obtained. 4 groups of bulls were formed, which before slaughter at the age of 13-14 months were under the same feeding and housing conditions. The phosphorus level in the hair was measured by atomic emission spectrometry using the ICP AES IRIS device. The phosphorus content in the offspring of the sons of different Holstein bulls ranged from 185.5 ± 11.6 to 211.9 ± 25.5 mg/kg. Also, in our study, the phenotypic variability of phosphorus content was studied. The effect of the genotype on phosphorus deposition in the sons' hair was not revealed. Most sires did not differ in the phenotypic variability of phosphorus levels in their sons' hair (IQR from 33.3 to 48.3). The male offspring of only one bull were characterized by higher individual variability (IQR=75). Therefore, the study of phosphorus level in organs and tissues complements the knowledge about the elemental status of animals, which makes a great contribution to the assessment of the internal condition of animals. The obtained average population values of phosphorus levels in hair can be taken as the physiologically normal state for animals of the Holstein breed in Western Siberia.

Keywords: Holstein breed, genotype, sires, hair, phosphorus.

Введение. Волос как объект представляет огромный интерес для исследования, которому отведена роль достаточно консервативного источника информации о химическом составе внутренних органов животных [1-3]. В настоящее время продолжает развиваться биоэлементология (наука, изучающая химический состав организма). Изучение химического состава волоса позволяет сделать заключение о химическом составе органов и тканей. Если исследовать кровь, мочу и волос на химический состав, то оказывается, что волос более информативен по содержанию макро- и микроэлементов (в волосе концентрация макро- и микроэлементов выше, чем в крови и моче) [3, 4].

В настоящее время имеются неоднозначные данные о химическом составе крови и ее компонентов в организме животных.

Недостаточно сведений о корреляциях содержания макро- и микроэлементов в органах и тканях животных с зоотехническими, биохимическими, физиологическими, цитогенетическими и другими показателями. Следовательно, необходимо продолжать систематизацию данных по содержанию макро- и микроэлементов в волосе, органах и тканях у животных различных пород и видов [4-6].

Известно, что смена волос – процесс непрерывный и постоянный (выпадают,

обламываются, растут новые, но при этом химический состав в них сохраняется). Установлено, что на содержание некоторых химических элементов в волосе влияет пол и возраст животного. Концентрация химических элементов зависит от длины волоса (на кончике волоса концентрация химических элементов уменьшается). Можно предположить, что участок волоса ближе к коже отражает химическое состояние организма [6].

В литературе недостаточно сведений о макро- и микроэлементном статусе сельскохозяйственных животных. Химический состав волоса у потомков разных быков-производителей голштинской породы в Кемеровской области не изучался.

Фосфор постоянно присутствует во всех органах и тканях как в виде минеральных солей, так и в виде различных органических соединений.

Содержание фосфора в организме связано с метаболизмом кальция. Выведению фосфора из организма способствует паратиреоидный гормон, который регулирует уровень фосфора в плазме крови.

Действия фосфора в организме зависят и связаны с кальцием и витамином D. Под действием железа, алюминия и магния активность фосфора уменьшается. Также соединения фосфора являются активаторами аминокислот, продуктов

распада жиров в процессах их окисления и посредниками гормональной регуляции. Оценка уровня неорганического фосфора в сыворотке крови животных является одним из критериев оценки полноценности питания, а также уровня окислительно-восстановительных процессов, которые происходят в организме животных.

Наименее изученным вопросом в биоэлементологии является объяснение наследственной обусловленности уровня биоэлементов в органах и тканях животных. Поэтому мы начали изучать роль генетической компоненты в уровне фосфора в волосе потомков некоторых быков голштинской породы.

Цель исследований. Определить депонирование и изменчивость уровня фосфора в волосе потомков быков-производителей голштинской породы.

Объекты и методы исследования. В эксперименте было изучено потомство 4 быков-производителей голштинской породы разных генотипов, от которых получены сыновья. Сформировали 4 группы бычков, которые до убоя в 13-14-месячном возрасте находились в одинаковых условиях кормления и содержания. В хозяйстве, где проводился эксперимент,

организован постоянный комплексный мониторинг элементного состава воды, почвы, растений, органов и тканей животных. Показано, что уровень химических элементов находится в пределах агрохимических и биогеохимических норм. Концентрация радионуклеидов также не превышала предельно допустимые нормы для Западной Сибири [4].

Было изучено содержание фосфора в волосе потомков быков-производителей голштинской породы на территории Кемеровской области в ОАО «Ваганово». Концентрацию фосфора в волосе определяли в Аналитическом центре коллективного пользования Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН с использованием метода атомно-эмиссионной спектроскопии на приборе ICP AES IRIS.

Проведена статистическая обработка данных. С помощью критерия Шапиро-Уилка (W) определяли соответствие нормальному распределению. Статистические показатели для небольших выборок вычисляли по методу Нозо и др.

Результаты исследований. В таблице 1 приведены данные о концентрации фосфора у сыновей четырех отцов.

Таблица 1 – Уровень фосфора в волосе сыновей быков голштинской породы, мг/кг

Номер отца	Количество сыновей	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Медиана
39	5	185,5±11,6	190
07	9	198,9±9,04	210
17	11	201,8±8,67	210
48	8	211,9±25,5	195

При изучении роли генетической компоненты не установлено статистически значимых различий в концентрации фосфора у потомков разных отцов. Содержание фосфора у потомков быков-производителей колебалось в пределах 185,5-211,9 мг/кг. Это говорит о том, что генотип отцов не влиял на уровень депонирования фосфора в волосе крупного рогатого скота голштинской породы в данной природно-климатической зоне Кемеровской области.

При изучении фенотипической изменчивости содержания фосфора установлено, что его концентрация находилась на среднем для химических элементов уровне (таблица 2), Три группы животных существенно различались по фенотипической изменчивости содержания фосфора в волосе сыновей (IQR от 33,3 до 48,3), однако у сыновей быка № 48 эта изменчивость была выше (IQR=75).

Таблица 2 – Изменчивость концентрации фосфора в волосе сыновей быков-производителей голштинской породы Западной Сибири, мг/кг

№ отца	Q ₁	Q ₃	IQR	SD	Lim
39	170	211,7	41,7	26,1	150-215
07	190	223,3	33,3	25,1	150-230
17	181,7	230	48,3	31,1	150-240
48	156,7	231,7	75	65,2	120-330

Примечание. Q₁ – 1-й квартиль; Q₃ – 3-й квартиль; IQR – интерквартильный размах. SD – стандартное отклонение; Lim – крайнее значение вариант

В наших исследованиях не установлено генетической дифференциации потомков быков-производителей по концентрации фосфора в волосе. В то же время есть данные, где такая дифференциация по уровню других элементов имеется. Так, показано влияние генотипа быков на аккумуляцию железа в волосе сыновей. В этой же популяции показано влияние генотипа быков-производителей голштинской породы на уровень меди в печени сыновей. Сила влияния генотипа отцов составила 25% [7].

У мясного скота породы нелор коэффициент наследуемости уровня фосфора в длиннейшей мышце спины (*Longissimus dorsi muscle*) равен 0,29. Ген-кандидат SNP SH3BPY этого признака локализован на 3-й хромосоме [8].

Выявлены межпородные различия в депонировании марганца в мышечной ткани. Обнаружены межпородные различия у скота по содержанию меди в волосе животных. У свиней установлено влияние генофонда семейств на содержание некоторых металлов в органах и тканях. Было выявлено влияние генотипов баранов-производителей на уровень депонирования цинка в шерсти овец романовской породы. Показана также роль генотипа баранов в аккумуляции кадмия в миокарде сыновей.

При анализе связи генетических полиморфных систем с устойчивостью или восприимчивостью к накоплению элементов в органах и тканях возможно обнаруживаются ассоциации. Поэтому уровень многих химических элементов зависит от условий среды, генотипа производителей,

генофонда, семейств, линий и пород. Однако роль генотипических факторов в устойчивости и восприимчивости к накоплению макро- и микроэлементов зависит от того, в каких органах и тканях эта связь изучалась.

В наших ранее проведенных исследованиях также была установлена связь уровня фосфора в сыворотке крови с некоторыми биохимическими показателями крови. Важен вопрос и прижизненного определения накопления химических элементов в органах и тканях [9,10]. Показано, что прижизненно можно узнать содержание химических элементов в органах и тканях.

Таким образом, изучение уровня фосфора и других элементов в органах и тканях расширяют наши представления о химическом статусе животных, что дополняет оценку интерьера животных. Результаты наших исследований в качестве референтных значений следует использовать в ветеринарии, а также в экологических исследованиях для оценки состояния природной окружающей среды.

Выводы. Не выявлено генетических различий у сыновей быков-производителей голштинской породы в депонировании фосфора в волосе (185,5-211,9мг/кг). Потомство трех быков-производителей не различалось по фенотипической изменчивости уровня фосфора в волосе сыновей. Полученные данные следует принять за физиологическую норму уровня фосфора в волосе животных голштинской породы в условиях природно-климатической зоны Кемеровской области Западной Сибири.

Список источников

1. Analysis of trace elements in the hair of farm animals by atomic emission spectrometry with dc arc excitation sources / A. R. Tsygankova, A.V. Kuptsov, A.I. Saprykin [et al.] // *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. 2017. Vol. 9. No 5. Pp. 601-605. EDN: XNLFVS
2. Содержание макро- и микроэлементов в конском волосе как характеристика элементного статуса лошадей заводских и локальных пород в разных регионах России / В.В. Калашников, Багиров В.А., Зайцев А.М. [и др.] // *Сельскохозяйственная биология*. 2017. Т.52. № 6. С. 1234-1243. EDN: YLSVFX. doi: 10.15389/agrobiology.2017.6.1234rus.
3. Гормональный и метаболический статус бычков голштинской породы в эколого-климатических условиях Кемеровской области / Л.В. Осадчук, О.И. Себежко, Н.И. Шишин [и др.] // *Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет)*. 2017. № 2 (43). С. 52-61. EDN: YUAAYL
4. Syso A.I., Ecological and biogeochemical evaluation of elements content in soils and fodder grasses of the agricultural lands of Siberia / A.I. Syso, M.A. Lebedeva, A.S. Cherevko [et al.] // *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. 2017. Т. 9. № 4. С. 368-374. EDN: XNFCSM
- 5 Влияние генотипа баранов-производителей романовской породы на аккумуляцию цинка в шерсти потомства / Л. Мингжун, Р.Т. Саурбаева, Л. Венронг [и др.] // *Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет)*. 2019. № 3 (52). С. 91–97. EDN: FBCSPA.
6. Narozhnykh K.N. Iron content in soil, water, fodder, grain, organs and muscular tissues in cattle of Western Siberia (Russia) / K.N. Narozhnykh, T.V. Konovalova, J.I. Fedyayev [et al.] // *Indian Journal of Ecology*. 2017. Т. 44. № 2. Pp. 217-220. EDN: ZDCRED.
7. Коновалова Т.В. Влияние генотипа отцов на содержание меди в печени потомков у крупного рогатого скота / Т.В. Коновалова // *Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет)*. 2024. №1(70). С. 196-203. <https://doi.org/10.31677/2072-6724-2024-70-1-196-203>.
8. Detection of quantitative trait loci for mineral content Nelore longissimus dorsi muscle / P.C. Tizioto, J.F. Tailor, J.E. Decker [et al.] // *Genetics Selection Evolution*. 2015. Т. 47 (15). Pp. 1-9.
9. Сысо А.И. Тяжелые металлы в окружающей среде: масштабы и степень угрозы растениям, животным и человеку / А.И. Сысо // *Сб. науч. тр. 2-й выпуск*. Новосибирск: НГАУ, 2017. С. 224-241. EDN: ZUVHQZ.
10. Rodrigues L.S. Mineral content of liver of Buffaloes (*Bubalus bubalis*) reared in different ecosystems in the Eastern Amazon / L.S. Rodrigues, J.A. Rodrigues da Silva [et al.] // *Animals*. 2023. 13, 1157. Pp. 1-13. doi [org/10.3390/ani13071157](https://doi.org/10.3390/ani13071157).

References

1. Tsygankova A.R., Kuptsov A.V., Saprykin A.I. [et al.] Analysis of trace elements in the hair of farm animals by atomic emission spectrometry with dc arc excitation sources. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. 2017;Vol.9.No5:601-605.
2. Kalashnikov V.V., Bagirov V.A., Zaitsev A.M. [et al.]. Hair macro- and microelement levels as estimates of mineral status in horses of stud and local breeds from different Russian regions. *Agricultural biology*. 2017;Vol.52,No6:1234-1243 (In Russ.). doi: 10.15389/agrobiology.2017.6.1234rus
3. Osadchuk L.V., Sebezko O.I., Shishin N.I. [et al.]. Hormonal and metabolic status of Holstein bulls in the ecological and climatic conditions of the Kemerovo region. *Vestnik NGAU (Novosibirsk State Agrarian University)*. 2017;2(43):52-61 (In Russ.).
4. Syso A.I., Lebedeva M.A., Cherevko A.S. [et al.]. Ecological and biogeochemical evaluation of elements content in soils and fodder grasses of the agricultural lands of Siberia. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. 2017;Vol.9.No4:368-374.
5. Mingzhun L., Saurbaeva R.T., Venrong L. [et al.]. The influence of the genotype of Romanov breed sheep on the accumulation of zinc in the wool of offspring. *Vestnik NGAU (Novosibirsk State Agrarian University)*. 2019;No3(52):91-97 (In Russ.).
6. Narozhnykh K.N., Konovalova T.V., Fedyayev J.I. [et al.]. Iron content in soil, water, fodder, grain, organs and muscular tissues in cattle of Western Siberia (Russia). *Indian Journal of Ecology*. 2017;Vol.44.No2:217-220.
7. Konovalova T.V. The influence of the genotype of fathers on the copper content in the liver of descendants in cattle. *Vestnik NGAU (Novosibirsk State Agrarian University)*. 2024;No1(70):196-203 (In Russ.). <https://doi.org/10.31677/2072-6724-2024-70-1-196-203>
8. Tizioto P.C., Tailor J.F., Decker J.E. [et al.] Detection of quantitative trait loci for mineral content Nelore longissimus dorsi muscle. *Genetics Selection Evolution*. 2015;Vol.47(15):1-9.
9. Syso A.I. Heavy metals in the environment: the scale and degree of threat to plants, animals and humans. Collection of scientific papers, 2nd edition. Novosibirsk: NGAU. 2017;224-241.
10. Rodrigues L.S. Mineral content of liver of Buffaloes (*Bubalus bubalis*) reared in different ecosystems in the Eastern Amazon. *Animals*. 2023;13,1157:1-13. doi: [10.3390/ani13071157](https://doi.org/10.3390/ani13071157).

Информация об авторах

Мария Валерьевна Стрижкова – доцент кафедры терапии, хирургии и акушерства, mvstrizhkova@yandex.ru;

Татьяна Валерьевна Коновалова – старший преподаватель кафедры ветеринарной генетики и биотехнологии, tapetva@gmail.com;

Ольга Сергеевна Короткевич – профессор кафедры ветеринарной генетики и биотехнологии, okorotkevich@gmail.com;

Валерий Лаврентьевич Петухов – профессор кафедры ветеринарной генетики и биотехнологии, vpetukhov@yandex.ru;

Любовь Анатольевна Осинцева – профессор кафедры биологии, биоресурсов и аквакультуры, lao08@mail.ru.

Information about the authors

Maria V. Strizhkova – Associate Professor, Chair of Therapy, Surgery and Obstetrics, mvstrizhkova@yandex.ru;

Tatyana V. Konovalova – Senior lecturer, Chair of Veterinary Genetics and Biotechnology, tapetva@gmail.com;

Olga S. Korotkevich – Professor, Chair of Veterinary Genetics and Biotechnology, okorotkevich@gmail.com;

Valery L. Petukhov – Professor, Chair of Veterinary Genetics and Biotechnology, vpetukhov@yandex.ru;

Lyubov A. Osintseva – Professor, Chair of Biology, Bioresources and Aquaculture, lao08@mail.ru.

Статья поступила в редакцию 23.10.2024; одобрена после рецензирования 17.02.2025; принята к публикации 25.02.2025.

The article was submitted 23.10.2024; approved after reviewing 17.02.2025; accepted for publication 25.02.2025.