

УДК: 636.4:577.17

DOI: 10.52419/issn2072-2419.2024.2.327

ПОКАЗАТЕЛИ МИНЕРАЛЬНОГО ОБМЕНА СВИНОМАТОК В ТЕЧЕНИЕ РЕПРОДУКТИВНОГО ЦИКЛА

Филатов А.В.^{1,2} – д-р ветеринар. наук, проф. кафедры зоогигиены, физиологии и биохимии (ORCID 0000-0003-4557-844X); **Минин А.В.**³ – канд. ветеринар. наук; **Секерин К.В.**¹ – асп. кафедры зоогигиены, физиологии и биохимии; **Сапожников А.Ф.**¹ – канд. ветеринар. наук, доц. кафедры терапии, хирургии, акушерства и заразных болезней.

¹ ФГБОУ ВО «Вятский государственный агротехнологический университет»;

² Институт агробиотехнологий им. А.В. Журавского

Коми научного центра УрО РАН;

³ ООО «Сима».

*fav6819@yandex.ru

Ключевые слова: свиноводство, сыворотка крови, макроэлементы, микроэлементы, послеродовые заболевания.

Keywords: pig breeding, blood serum, macronutrients, trace elements, postpartum diseases.

Поступила: 22.05.2024

Принята к публикации: 10.06.2024

Опубликована онлайн: 28.06.2024



РЕФЕРАТ

За последнее десятилетие отечественное свиноводство претерпело значительные изменения в селекционно-генетической работе, касающиеся разведения высокопродуктивного маточного поголовья. Их воспроизводительная способность и метаболическое состояние здоровья зависят от адекватного поступления макро- и микроэлементов. В качестве одного из диагностических критериев полноценного метаболического статуса используют динамические изменения минерального гомеостаза. Данные показатели являются гомеорезисными для организма животных, и их динамика может служить в качестве константных при разработке методов диагностики, профилактики и прогнозирования болезней животных разной этиологии. Целью данного исследования являлось изучение динамики минерального гомеостаза свиноматок в течение цикла размножения в зависимости от дальнейшего течения послеродового периода. Исследования показателей крови выполнены в условиях промышленного комплекса на основных свиноматках. Взятие крови проводили из яремной вены в течение репродуктивного цикла: фон (перед осеменением), на 30 и 80 день беременности, после родов. После опороса свиноматок, по результатам клинического обследования, разделили на две группы по 10 животных в каждой: оставшиеся клинически здоровыми и заболевшие послеродовыми заболеваниями (эндометрит, послеродовая дисгалактия). В результате сравнительного анализа установили идентичную динамику минеральных показателей на протяжении репродуктивного цикла у животных, оставшихся здоровыми и заболевшими послеродовыми заболеваниями. В сыворотке крови свиноматок, заболевших послеродовой патологией, отмечается более низкий уро-

вень кальция, магния, железа, цинка, меди и повышенное содержание фосфора. Наибольшая напряженность в минеральном обмене между заболевшими животными и оставшимися здоровыми наблюдаются после родов.

ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION

Репродуктивные показатели высокопродуктивных свиноматок резко возросли за последнее десятилетие [1]. Воспроизводительная способность и метаболическое состояние здоровья зависят от адекватного поступления макро- и микроэлементов. Мониторинг показателей обмена веществ у маточного поголовья в различные сроки репродуктивного цикла необходим для выявления критических периодов, когда метаболический статус организма наиболее напряжен [2, 3].

Потребности свиноматки в минеральных веществах сильно различаются в зависимости от физиологического состояния, что в значительной степени отражает необходимость в них на разных этапах ее репродуктивного цикла. Недостаточное снабжение минеральными веществами может осложнить течение беременности, увеличить продолжительность родов и количество мертворожденных поросят, привести к рождению неполноценного приплода [4].

В качестве одного из диагностических критериев полноценного метаболического статуса используют динамические изменения минерального гомеостаза. Данные показатели являются гомеорезистентными для организма животных и их динамика может служить в качестве константных при разработке методов диагностики, профилактики и прогнозирования болезней животных разной этиологии.

Целью данного исследования было выяснить, динамику минерального гомеостаза свиноматок в течение цикла размножения в зависимости от дальнейшего течения послеродового периода.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ / MATERIALS AND METHODS

Исследования показателей крови выполнены в условиях промышленного комплекса на высокопродуктивных свиноматках F1 (крупная белая×ландрас) имеющих в анамнезе 2-5 опоросов. Образцы крови получали из яремной вены в ваку-

умные пробирки в течение репродуктивного цикла: фон (перед осеменением), на 30 и 80 день супоросности, после опороса – начало лактации. Минеральный анализ сыворотки крови выполняли на автоматическом биохимическом анализаторе iMagic V7 в лаборатории иммунобиохимического анализа биологических объектов Вятского ГАТУ.

После опороса свиноматок подвергали клиническому исследованию на выявление послеродовых заболеваний (эндометрит, послеродовая дисгалактия). Постановку диагноза осуществляли на основании «Методические указания по диагностике, терапии и профилактике болезней органов размножения и молочной железы у свиноматок» (М., 2005). В дальнейшем свиноматок поделили на две группы: оставшиеся клинически здоровыми (n=10) и заболевшие послеродовыми заболеваниями (n=10). По результатам лабораторной диагностики провели сравнительный анализ минеральных показателей, полученных в течение репродуктивного цикла.

РЕЗУЛЬТАТЫ / RESULTS

Анализ результатов лабораторной диагностики свидетельствует о том, что в различные периоды исследований репродуктивного цикла у свиноматок наблюдаются изменения минерального профиля крови преимущественно в пределах физиологических значений (табл.1).

При наступлении беременности и во время ее течения в исследуемых группах свиноматок отмечается снижение уровня кальция в сыворотке крови по сравнению с фоновым прегестационным периодом. У животных, оставшихся здоровыми в послеродовой период в первую и вторую половину беременности содержание макроэлемента снижалось и было ниже на 3,78%, а в группе заболевших – на 8,00-9,00% ($p<0,01-0,001$). Повышенный расход кальция организмом самок связан с нарастающей минерализацией скелета плодов, а нахождение его в пределах ре-

ференсных значений свидетельствует о достаточном покрытии потерь минерала усиленной кишечной абсорбцией. Опорос у свиноматок протекает на более высоком уровне кальция в сыворотке крови, который необходим для активизации утерогонической активности матки при родоразрешении. После родов регистрируется повышение его содержание у оставшихся здоровыми на 8,93% ($p<0,001$), а у заболевших животных на 5,87% в сравнении со второй половиной гестации. Вероятно, перед родами в организме свиноматок уровень кальция мобилизуется не только за счет кишечной абсорбции, но и за счет его костных запасов. При сравнительном анализе содержания кальция в сыворотке прослеживается более высокий его уровень во все исследуемые периоды у жи-

вотных оставшихся здоровыми по сравнению с заболевшими послеродовыми заболеваниями. Однако достоверные различия установлены только в послеродовой период, где содержание макроэлемента у здоровых свиноматок на 9,50% ($p<0,05$) выше, чем у заболевших сверстниц. По нашему мнению, более низкий уровень кальция в период родов и послеродовой период нарушает сократительную активность гладкомышечных волокон матки у свиноматок, что повышает риск развития патологии родов и послеродового периода. Основываясь на полученных данных, можно считать, что период родов является наиболее напряженным для свиноматок, который требует применения препаратов для корректировки данного макроэлемента.

Таблица 1 – Минеральные показатели крови свиноматок (n=10)

Показатель	Период исследования			
	после отъема	30 сутки беременности	80 сутки беременности	после опороса
Ca, ммоль/л	$3,96\pm0,03$ $3,89\pm0,04$	$3,81\pm0,08$ $3,54\pm0,05$	$3,81\pm0,07$ $3,58\pm0,10$	$4,15\pm0,06^*$ $3,79\pm0,12$
P, ммоль/л	$3,36\pm0,11$ $3,18\pm0,09$	$3,27\pm0,08$ $3,34\pm0,08$	$3,38\pm0,09$ $3,61\pm0,19$	$2,79\pm0,22$ $3,18\pm0,30$
Mg, ммоль/л	$1,20\pm0,03^*$ $1,10\pm0,03$	$0,94\pm0,08$ $0,84\pm0,05$	$1,04\pm0,05$ $1,07\pm0,06$	$1,01\pm0,03$ $0,91\pm0,05$
Fe, мкмоль/л	$38,49\pm1,84$ $38,24\pm1,43$	$34,06\pm1,67$ $34,82\pm1,56$	$31,03\pm1,53$ $30,37\pm1,33$	$31,37\pm1,70$ $27,96\pm1,95$
Zn, мкмоль/л	$21,39\pm0,65$ $20,26\pm0,45$	$21,50\pm0,65$ $21,34\pm0,41$	$16,13\pm1,36$ $16,85\pm0,75$	$16,24\pm1,05$ $15,03\pm1,24$
Cu, мкмоль/л	$19,17\pm0,26$ $19,01\pm0,29$	$19,66\pm0,58$ $19,84\pm0,64$	$17,84\pm0,10$ $17,85\pm0,29$	$14,93\pm0,48$ $14,32\pm0,75$

Примечание: числитель – здоровые свиноматки, знаменатель – свиноматки, заболевшие послеродовой патологией; $p<0,05$ – по отношению к заболевшим животным.

Уровень фосфора в сыворотке крови у свиноматок в течение всего периода наблюдений оставался высоким. В течение беременности его динамика имеет волнообразный характер в анализируемых группах. На 80 сутки беременности у всех свиноматок наблюдается самая высокая концентрация фосфора, которая снижается после родов. Так, у животных, оставшихся здоровыми, содержание фосфора снизилось на 17,46% ($p<0,05$) ко

второй половине супоросности, а у заболевших - на 11,91%. Роды у свиноматок, оставшихся здоровыми, протекают при более низком уровне фосфора в сыворотке крови, чем у животных, заболевших послеродовой патологией. Различие в концентрации данного макроэлемента составило 12,26%. Такое состояние в организме приводит к устранению дисбаланса фосфорно-кальциевого обмена у свиноматок оставшихся здоровыми. Это

повышает биодоступность кальция для биохимических реакций в организме, а его активное участие в активизации сократительной функции миомерия может обуславливать снижение патологии во время родов и послеродовом периоде.

Самый высокий уровень магния в сыворотке крови свиноматок регистрируется в начальный период репродуктивного цикла. Такое содержание минерала в данный период оправдано тем, что при высокой концентрации магния повышается оплодотворяемость свиноматок на 11-15% и сокращается интервал от отъема до эффективного осеменения на 9 дней [5]. В дальнейшем в период гестации и после родов содержание магния снижается и находится на более низком уровне по сравнению с первоначальными значениями. Так, у животных оставшихся здоровыми он был ниже на 13,66-21,66%, а у заболевших в последствии послеродовой патологией – на 2,72-23,63%. Поскольку матка и особенно плацента при беременности являются тканями с высоким содержанием магния [6], то их объемное увеличение при беременности вероятно приводит к снижению данного макроэлемента в сыворотке крови. Несмотря на то, что в период гестации и после родов между свиноматками, оставшимися здоровыми и заболевшими послеродовыми заболеваниями, нами не установлено достоверных различий по концентрации магния в сыворотке, вместе с тем, его уровень оставался преимущественно выше у животных, оставшихся здоровыми.

Количество железа в сыворотке крови во время первой и второй половине беременности, а также после родов было ниже, чем величины до осеменения как в группе оставшихся здоровыми, так и в группе заболевших свиноматок. Так, у оставшихся здоровыми животных на 30 день супоросности количество железа снизилось на 11,51%, на 80 день беременности на 8,89%, а после родов не изменялось по отношению к предыдущим значениям. У заболевших свиноматок на 30 день супоросности количество железа снизилось на 8,94%, на 80 день беремен-

ности - на 12,78% ($p < 0,05$) и после родов - на 7,93% по отношению к предыдущим значениям. Понижение содержания данного элемента в сыворотке крови, необходимого для синтеза в первую очередь гемоглобина и поддержания нормальной структуры и функции клеток, свидетельствует об усиленном его расходовании на рост и развитие плодов на поздних сроках гестации у маточного поголовья [14]. Несмотря на отсутствие достоверных различий в уровне железа в разные физиологические периоды между животными, оставшимися здоровыми и заболевшими репродуктивной патологией, также необходимо отметить, что его количественные значения находились выше у поголовья, оставшегося здоровым, чем у заболевшего. Особенно данные различия проявлялись во второй половине беременности и после родов. Вероятно, это связано с тем, что в ранний гестационный период у свиноматок большая часть поступления железа происходит из утероферрина, секретируемого материнским эндометрием, а на позднем – из сывороточного трансферина [8].

У всех исследованных свиноматок наблюдалось снижение содержания меди в сыворотке крови во второй половине беременности и наибольшая после родов. Так, на 80 сутки беременности снижение уровня микроэлемента произошло на 9,25-10,03% ($p < 0,05-0,01$) по отношению к сроку 30 дней, а после родов – на 16,31-19,77% ($p < 0,001$) в сравнении с 80 днем супоросности.

Подобная тенденция прослеживается в отношении содержания в сыворотке крови свиноматок цинка. Во второй половине гестационного периода снижение уровня микроэлемента произошло на 21,04-24,97% ($p < 0,001$) по отношению к первой половине, а после родов понижение происходит только в дальнейшем у заболевших животных на 10,80% в сравнении с 80 днем беременности.

Как показали результаты исследований, уровни меди и цинка в сыворотке крови у самок с осложнениями послеродового периода были значительно ниже,

чем у животных с благополучным течением, что свидетельствует о биологической роли этих элементов в патогенезе родов и послеродового периода. По-видимому, данные микроэлементы обеспечивают высокую биоэлектрическую активность миоэлектрической активности матки. Недостаточное биологическое созревание нервно-мышечного аппарата матки к моменту родов, которое лежит в основе патогенетической цепи нарушения сократительной функции матки, является недостатком микроэлементов, особенно кобальта, меди, цинка и марганца [9].

ВЫВОДЫ / CONCLUSION

Изменения минерального гомеостаза в течение репродуктивного цикла происходит в зависимости от физиологического состояния свиноматок. Динамика данных изменений идентична у животных, оставшихся здоровыми и заболевшими послеродовыми заболеваниями. Оплодотворение, беременность и роды у свиноматок, в последствии заболевших послеродовой патологией, протекают при более низком уровне кальция, магния, железа, цинка, меди и повышенном содержании фосфора в сыворотке крови. Наиболее выраженные, различия между заболевшими животными и оставшимися здоровыми в минеральном обмене регистрируются в ранний послеродовой период, что необходимо учитывать в изыскании методов прогнозирования и профилактики болезней.

INDICATORS OF SOW'S MINERAL METABOLISM DURING THE REPRODUCTIVE CYCLE

Filatov A.V.^{1,2} – doctor of veterinary sciences, professor, **Minin A.V.**³ – candidate of veterinary sciences, chief veterinarian, **Sekerin K.V.**¹ – postgraduate student, **Sapozhnikov A.F.**¹ – candidate of veterinary sciences, chief veterinarian, Associate Professor

¹Vyatka State Agrotechnological University, leading researcher,

²Zhuravsky Institute of Agrobiotechnologies of the Komi Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sci-

ences

³ООО "Sima"

*fav6819@yandex.ru

ABSTRACT

Over the past decade, domestic pig farming has undergone significant changes in breeding and genetic work related to the breeding of highly productive breeding stock. Their reproductive ability and metabolic state of health depend on an adequate supply of macro- and microelements. Dynamic changes in mineral homeostasis are used as one of the diagnostic criteria for a full-fledged metabolic status. These indicators are homeoresistive for the animal body, and their dynamics can serve as constant in the development of methods for the diagnosis, prevention and prediction of animal diseases of various etiologies. The purpose of this study was to study the dynamics of sow mineral homeostasis during the breeding cycle, depending on the further course of the postpartum period. Studies of blood parameters were performed in the conditions of an industrial complex on the main sows. Blood was taken from the jugular vein during the reproductive cycle: background (before insemination), on the 30th and 80th day of pregnancy, after childbirth. After farrowing, the sows, according to the results of a clinical examination, were divided into two groups of 10 animals each: the remaining clinically healthy and those with postpartum diseases (endometritis, postpartum dysgalactia). As a result of a comparative analysis, identical dynamics of mineral indicators were established throughout the reproductive cycle in animals that remained healthy and became ill with postpartum diseases. In the blood serum of sows with postpartum pathology, there is a lower level of calcium, magnesium, iron, zinc, copper and an increased content of phosphorus. The greatest tension in mineral metabolism between diseased animals and the remaining healthy ones is observed after childbirth.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Филатов, А. В. Многоплодие высокопродуктивных свиноматок и пути повы-

шения показателей воспроизводства / А. В. Филатов, А. В. Минин // Зоотехническая наука в условиях современных вызовов: Сборник трудов IV научно-практической конференции с международным участием, Киров, 30 ноября 2022 года. – Киров: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Вятский государственный агротехнологический университет, 2022. – С. 141-144.

2. Акушерство, гинекология и биотехника размножения животных / А. П. Студенцов, В. С. Шипшиов, В. Я. Никитин и др. Под ред. В. Я. Никитина и М. Г. Миролюбова. – М.: Колосс. 2005. – С. 9-217

3. Ковзов, В. В. Биохимический профиль крови супоросных свиноматок / В. В. Ковзов // Ученые записки учреждения образования Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины. – 2009. – Т. 45, № 1-1. – С. 23-25.

4. D. C. Mahan, Mineral nutrition of the sow: a review, *Journal of Animal Science*, Volume 68, Issue 2, February 1990, Pages 573–582.

5. Zang, J., Chen, J., Tian, J. et al. Effects of magnesium on the performance of sows and their piglets. *J Animal Sci Biotechnol* 5, 39 (2014). DOI 10.1186/2049-1891-5-39.

6. Мозговая Е.В. Обоснование применения современных препаратов магния с целью профилактики акушерских осложнений. *Медицинский Совет*. 2020; (13):40-49.

7. Bhattarai, S. Iron treatment of pregnant sows in a Danish herd without iron deficiency anemia did not improve sow and piglet hematology or stillbirth rate / S. Bhattarai, T. Framstad, J.P. Nielsen // *Acta Vet Scand.* - 2019. - Vol. 61.- A.N.60

8. Hematological changes associated with pregnancy in domestic sows / S. C. Okafor [et al] // *Agricultural Science Digest.* - D-307- P. 1-6.

9. Завьялов, О. А. Роль меди, цинка и марганца в организме крупного рогатого скота / О. А. Завьялов, И. И. Слепцов, С. А. Мирошников // *Ветеринария и кормление.* – 2023. – № 6. – С. 22-26.

REFERENCES

1. Filatov, A.V. Multiplicity of highly productive sows and ways to increase reproduction rates / A.V. Filatov, A.V. Minin // *Zootechnical science in conditions of modern challenges: Proceedings of the IV scientific and practical conference with international participation*, Kirov, November 30, 2022. Kirov: Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Vyatka State Agrotechnological University, 2022. – pp. 141-144.

2. Obstetrics, gynecology and biotechnics of animal reproduction / A. P. Studentsov, V. S. Shipshyov, V. Ya. Nikitin, etc. Ed. In I. Nikitina and M. G. Mirolubova. - M.: Koloss. 2005. – pp. 9-217

3. Kovzov, V. V. Biochemical profile of the blood of pregnant sows / V. V. Kovzov // *Scientific notes of the educational institution Vitebsk Order of the Badge of Honor State Academy of Veterinary Medicine.* - 2009. – Vol. 45, No. 1-1. – pp. 23-25.

4. D. C. Mahan, Mineral nutrition of the sow: a review, *Journal of Animal Science*, Volume 68, Issue 2, February 1990, Pages 573–582.

5. Zang, J., Chen, J., Tian, J. et al. Effects of magnesium on the performance of sows and their piglets. *J Animal Sci Biotechnol* 5, 39 (2014).

6. Mozgovaya E.V. Justification of the use of modern magnesium preparations for the prevention of obstetric complications. *Medical advice*. 2020; (13):40-49.

7. Bhattarai, S. Iron treatment of pregnant sows in a Danish herd without iron deficiency anemia did not improve sow and piglet hematology or stillbirth rate / S. Bhattarai, T. Framstad, J.P. Nielsen // *Acta Vet Scand.* - 2019. - Vol. 61.- A.N.60

8. Hematological changes associated with pregnancy in domestic sows / S. C. Okafor [et al] // *Agricultural Science Digest.* - D-307- P. 1-6.

9. Zavyalov, O. A. The role of copper, zinc and manganese in the body of cattle / O. A. Zavyalov, I. I. Sleptsov, S. A. Mirosnikov // *Veterinary medicine and feeding.* – 2023. – No. 6. – pp. 22-26.