

УДК 619:616-07:616.4

DOI: 10.30914/2411-9687-2023-9-1-36-43

ПРОФИЛАКТИКА РАХИТА У ПОРОСЯТ

С. Ю. Смоленцев¹, А. Р. Шагеева², Д. М. Мухутдинова², Б. Ф. Тамимдаров²¹ Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола, Российская Федерация² Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана, г. Казань, Российская Федерация

Аннотация. Введение. Изучению механизма развития рахита у поросят было посвящено большое количество научных исследований, но они не дают 100 % представления полного механизма развития нарушения кальце-фосфорного обмена которые обуславливают признаки заболевания. Учеными доказано, что ведущее значение в патогенезе рахита имеет, и оптимальный уровень в организме витамина D, который участвует в синтезе гормонов щитовидной железы. При рахите в организме выражено нарушение обмена веществ, и, вероятно, в патологический процесс вовлечены и эндокринные железы. **Целью** данной работы явилось изучение вопросов, связанных с профилактикой рахита у поросят. **Материалы и методы.** Нами проведены исследования поросят на предприятиях Республики Марий Эл с признаками субклинической стадии рахита. Были сформированы 2 группы поросят в возрасте двух месяцев. У опытной группы рацион был сбалансирован по минеральным веществам и витаминам. У контрольной группы рацион был дефицитным по минеральным веществам. У поросят проводилось клиническое наблюдение с учетом частоты дыхания и пульса, общего состояния, температуры тела, аппетита и поведения. Проводились гематологические и биохимические показатели крови поросят. **Результаты и обсуждение.** Самыми ранними симптомами рахита являются исчезновение зоны обызвествления, сглаживание границ между костной и хрящевой тканью, увеличение зоны роста, а также истончение кортикального слоя. При тяжелой форме рахита нами выявлены такие симптомы, как незначительное искривление трубчатой кости, обнаружение рахитических «четок». У поросят опытной группы было отмечено развитие метаболического ацидоза, которое сопровождалось снижением в крови pH, уровня бикарбонатов, буферных систем, высоким уровнем угольной кислоты. **Заключение.** Профилактика рахита у поросят осуществляется путем сбалансированного рациона, в состав которого входят такие зерновые культуры, как: ячмень, пшеница и белково-витаминный минеральный комплекс, который в свою очередь содержит витамины, минеральные вещества и ферменты, повышающие иммунитет организма поросят и мясную продуктивность.

Ключевые слова: рахит, поросята, кормление, диагностика, исследование крови, профилактика

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Профилактика рахита у поросят / С. Ю. Смоленцев, А. Р. Шагеева, Д. М. Мухутдинова, Б. Ф. Тамимдаров // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2023. Т. 9. № 1. С. 36–43. DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2023-9-1-36-43>

PREVENTION OF RICKETS IN PIGLETS

S. Yu. Smolentsev¹, A. R. Shageeva², D. M. Mukhutdinova², B. F. Tamimdarov²¹ Mari State University, Yoshkar-Ola, Russian Federation² Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N. E. Bauman, Kazan, Russian Federation

Abstract. Introduction. A large number of scientific studies have been devoted to the study of the mechanism of rickets development in piglets, but they do not give a 100 % representation of the full mechanism of the development of calcium-phosphorus metabolism disorders that cause the signs of the disease. Scientists have proved that the leading role in the pathogenesis of rickets is also the optimal level of vitamin D in the body, which performs hormone-like functions. With rickets, there is a metabolic disorder in the body and probably the endocrine glands are also involved in the pathological process. **The purpose** of this work was to study issues related to the prevention of rickets in piglets. **Materials and methods.** We have conducted studies of piglets at the enterprises of the Republic of Mari El with signs of the subclinical stage of rickets. Two groups of piglets

were formed at the age of two months. The experimental group had a balanced diet in terms of minerals and vitamins. The control group's diet was deficient in minerals. The piglets were clinically monitored taking into account the respiratory rate and pulse, general condition, body temperature, appetite and behavior. Hematological and biochemical parameters of piglets' blood were carried out. **Research results, discussion.** The earliest symptoms of rickets are the disappearance of the calcification zone, smoothing of the boundaries between bone and cartilage tissue, an increase in the growth zone, as well as thinning of the cortical layer. In severe rickets, we have identified symptoms such as a slight curvature of the tubular bone, the detection of rickets "rosary". In piglets of the experimental group, the development of metabolic acidosis was noted, which was accompanied by a decrease in blood pH, bicarbonate levels, buffer systems, and high levels of carbonic acid. **Conclusion.** Prevention of rickets in piglets is carried out by means of a balanced diet, which includes such cereals as: barley, wheat and a protein-vitamin mineral complex, which in turn contains vitamins, minerals and enzymes that increase the immunity of the piglets' body and meat productivity.

Keywords: rickets, piglets, feeding, diagnostics, blood testing, prevention

The authors declare no conflict of interest.

For citation: Smolentsev S. Yu., Shageeva A. R., Mukhutdinova D. M., Tamimdarov B. F. Prevention of rickets in piglets. *Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics"*, 2023, vol. 9, no. 1, pp. 36–43. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2023-9-1-36-43>

Введение

Свиноводство как отрасль животноводства характеризуется наибольшей рентабельностью и наибольшей скороспелостью. В этой связи роль данной отрасли в удовлетворении потребностей населения в мясе, мясопродуктах является определяющей [1; 2].

В современных условиях значимый вопрос развития отрасли состоит в обеспечении поголовья животных сбалансированными с точки зрения содержания микро- и макроэлементов, обменной энергии, витаминов, жирных, незаменимых кислот, протеина, а также с точки зрения питательности. У животных развиваются патологические состояния, сокращается резистентность, нарушается обмен веществ в случае недостаточного облучения, концентрации на малой площади, гиподинамии и кормления, не являющегося полноценным и сбалансированным [3; 4].

В числе ведущих проблем патологии в свиноводстве следует выделить болезни, обусловленные нарушением обмена витаминов, минеральных веществ, в виде рахита у поросят и остеодистрофии у свиноматок [5; 6; 10].

Распространенность рахита является весьма существенной, находится в диапазоне двадцать – тридцать пять процентов. В этой связи существенно возрастают связанные с проведением мероприятий лечебно-профилактической направленности расходы, продуктивность поголовья животных снижается. Данное заболевание преимущественно

сопряжено с тем, что нарушается образование костей, фосфорно-кальциевый обмен, обмен витамина Д. Его течение является хроническим [7; 9].

На протяжении последних лет ученым удалось существенно продвинуться в изучении рахита у поросят, остеодистрофии у свиноматок. В то же время изученность ряда вопросов, связанных с профилактикой, ранней диагностикой, патогенезом не является достаточной. С учетом указанных обстоятельств следует отметить актуальность разработки на научной основе методов профилактики рахита, его ранней диагностики у поросят [8].

Цель работы состоит в том, чтобы изучить вопросы, связанные с профилактикой рахита у поросят, его ранней диагностикой.

Материалы и методы

Работа основывается на материалах исследования, проведенного применительно к субклинической стадии рахита у поросят, его течения, являющегося легким и средним. Местом проведения научно-производственных опытов являлись находящиеся в Республике Марий Эл базовые хозяйства. На основе принципа аналогов состоялось формирование контрольной и опытной (по десять животных) групп, относящихся к крупной белой породе поросят-отъемышей. Моменты начала и завершения опыта приходились на возраст 2-х и 4-х месяцев. Рацион животных,

относившихся к опытной группе, являлся сбалансированным, к контролю – несбалансированным. Животные содержались в соответствующих зооигиенических требованиях условиях, были обеспечены ультрафиолетовое облучение и активный моцион. По завершении опыта состоялось проведение клинико-биохимических исследований.

В отношении используемых в опыте поросят проводилось клиническое наблюдение на ежедневной основе, с учетом частоты дыхания и пульса, общего состояния, температуры тела, аппетита и поведения. В начале опыта и по его завершении проводилось индивидуальное взвешивание для оценки продуктивности. Биохимические, клинические, морфологические, патологоанатомические исследования составляли основу для постановки диагноза. Общепринятые методики применялись для определения клинического статуса.

По Бодановскому производилось определение активности щелочной фосфатазы, фотометрический метод (по С. В. Шабееву, В. А. Скурихину) использовался для того, чтобы определять количество лимонной кислоты.

Биохимический аппарат Slat Flax-3300 использовался для определения присущей сыворотке железосвязывающей способности и количества сывороточного железа. Гематологический аппарат Наема Sereen-7 применялся для того, чтобы определять среднее содержание в эритроците гемоглобина, количество эритроцитов, ге-

моглобина, широту распределения и средний объем эритроцитов.

Результаты и обсуждение

Для диагностики рахита применяются общие методы. На основе результатов исследований выявлено, что в случае легкого и среднего течения болезни, в период, являющийся субклиническим, не имеется выявляемых на основе общих методов исследования болезни симптомов рахита в виде болезненности костей, искривления позвоночника и трубчатых костей, податливости костей черепа и ребер, наличия т. н. лягушачьего живота и другого).

В этой связи применительно к указанным разновидностям течения заболевания, а также в отношении субклинической стадии для диагностики могут применяться лишь методы, являющиеся специальными. В числе подобных методов следует выделить рентгенографию.

При тяжелом течении рахита возникают специфические и выявленные симптомы. Для выявления данного течения могут в этой связи применяться и общие методы, и специальные.

У поросят, у которых заболевание отсутствует, на бедренной кости зона обызвествления представляет собой узкую ровную полоску. Линия предварительного обызвествления обеспечивает четкую дифференциацию от кости эпифизарного хряща (рис. 1).

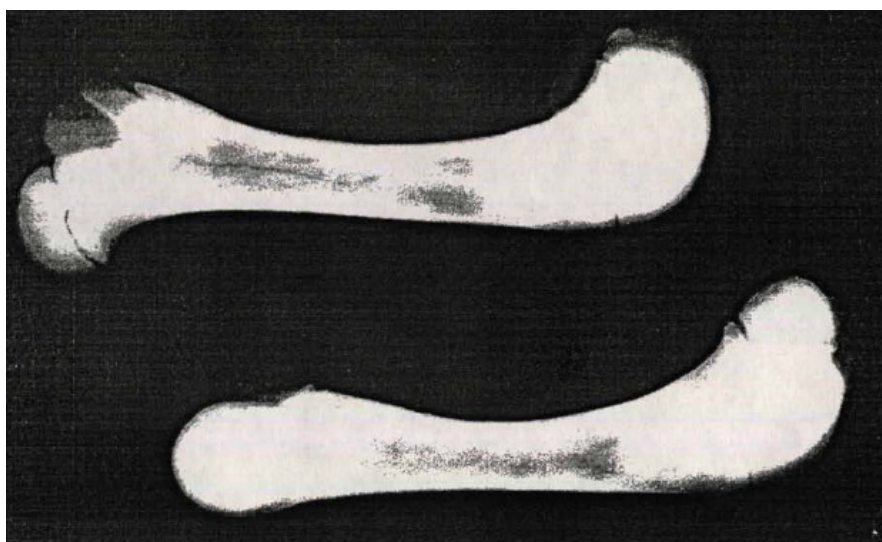


Рис. 1. Рентгенограмма бедренной кости клинически здоровых поросят /
Fig. 1. Radiograph of the femurs of clinically healthy piglets

Имеется четкая выраженность границы между губчатым веществом и компактным веществом.

Кортикальный и компактный слои не являются истонченными. Не имеется нарушений объема

кости, ее целостности. Места, где ребра сочленяются с реберными хрящами, характеризуются отсутствием утолщений.

Выявлено наличие прямых с заостренными краями краев бедренной кости у больных рахи-

том. В качестве специфического раннего симптома рахита выступает выравнивание краев трубчатых костей. Отмечается наличие отдельных участков, являющихся более светлыми, в зоне предварительного окостенения (рис. 2).



Рис. 2. Рентгенограммы бедренных костей поросят в субклинической стадии рахита /
Fig. 2. Radiographs of the femurs of piglets in the subclinical stage of rickets

В связи с избыточным накоплением остеонидной и хрящевой тканей характерно расширение зоны роста. В силу того, что зона предварительного обызвествления отсутствует, не имеется границы кости и хряща. У животных с рахитом рисунок диафиза бедренной кости является прозрачным, поскольку остеонидная ткань замещает костную.

Рахит во всех случаях сопровождается остеопорозом – плотность костей снижается, т. к. фиброзная ткань замещает нормальную. В случае остеопороза отмечается соответствие компактного вещества губчатому с точки зрения минерального состава, т. е. костная ткань дименерализируется. В этой связи кости являются прозрачными на рентгенограммах (рис. 3).

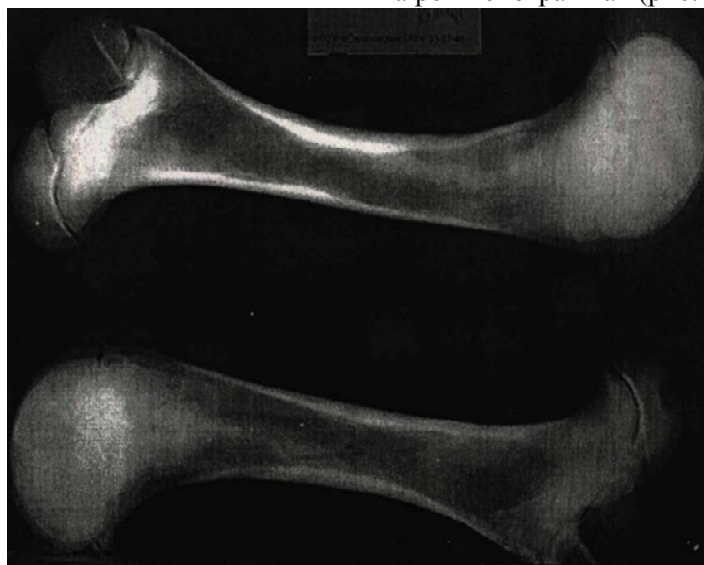


Рис. 3. Рентгенограммы бедренных костей поросят при легкой стадии рахита /
Fig. 3. Radiographs of the femurs of piglets with mild rickets

Метафизы являются расширенными, кости, в особенности последние ребра, являются податливыми и размягченными. Кортикальный и компактный слои истончены. Отмечено наличие смазанности со стороны костномозгового канала контуров компактного вещества. Между губчатым и компактным веществами отсутствует контрастность.

На основе результатов исследований установлено, что у больных животных значение активности костной щелочной фосфатазы вдвое превышало значение у поросят, являющихся здоровыми. Значение у здоровых и больных животных составили 4,04 и 8,19 ммоль/л.

Принимая во внимание сведения, представленные в научных публикациях, а также исходя из результатов собственных исследований, уместно предположить компенсаторный характер высокой активности энзима, что обуславливается необходимостью восстановления в организме поросят с рахитом недостатка неорганического

фосфора. Данное положение соотносится с тем, что у больных животных в костной ткани содержание указанного фосфора в сопоставлении со здоровыми животными ниже в пять раз. Соответственно, показатель активности щелочной фосфатазы является более высоким при более значительной нехватке неорганического фосфора.

В крови поросят с рахитом не имеется лимонной кислоты, тогда как у здоровых животных значение составляет порядка 3,75 мкг/л. Указанная особенность в виде отсутствия в крови больных животных лимонной кислоты является проявлением дефицита витамина Д. Содержание лимонной кислоты в крови является более значительным при большей нехватке указанного витамина. Соответственно, с ростом дефицита данного витамина рахитические изменения усиливаются. Микроцитарная гипохромная железодефицитная анемия у поросят с рахитом развивается вследствие микроцитоза, гипохромии и дефицита железа (табл.).

Таблица / Table

Показатели крови поросят / Piglet blood counts

Показатели крови / Blood counts	Здоровые / Healthy	Больные / Sick
Гемоглобин, г/л	113,00±5,45	98,00±10,21
Эритроциты, млн	6,68±0,28	7,81±0,68
Цветной показатель	-	0,74
Гематокритная величина, %	32,75±0,11	34,42±1,05
Сывороточное железо, мкмоль/л	24,30±3,59	12,82±6,68
Общая железосвязывающая способность сыворотки крови, мкмоль/л	31,50±3,27	110,60±46,28
Процент насыщения трансферрина железом, %	77,02±6,58	11,66±3,77
Латентная железосвязывающая способность сыворотки крови, %	7,20±2,44	97,78±52,76
Средний объем эритроцитов, фл	55,50±2,33	44,50±6,36
Среднее содержание гемоглобина в эритроците, пг	15,72±0,60	12,88±1,65
Среднее содержание гемоглобина в эритроцитах, г/л	301,00±4,53	268,25±21,59
Широта распределения эритроцитов, %	15,55±0,33	22,60±4,55**

У животных, являвшихся здоровыми, значения концентрации ионов бикарбонатов в венозной, артериальной крови составляли 27,17 ммоль/л и 23,45 ммоль/л соответственно. Тогда как у животных с рахитом значение было меньшим на 9,14 ммоль/л и 7,52 ммоль/л.

У поросят с рахитом концентрация водородных ионов рН составила соответственно в веноз-

ной, артериальной крови 7,11 и 7,09 ед., т. е. имеется смещение в кислую сторону. Выявлено соответствие указанного значения физиологической норме в крови (венозной, артериальной) у здоровых животных.

Существует тесная связь между буферными системами организма. В этой связи ИО крови обеспечивает возможность выявления дефицита

миллимолей оснований либо кислот в организме в целом. Корректирующая терапия должна сопровождаться введением соответствующего количества миллимолей.

На основе результатов исследования следует отметить развитие некомпенсированного метаболического ацидоза у больных животных. Об этом свидетельствуют наличие высокого, некомпенсированного содержания угольной кислоты, сокращение рН, наличие недостатка буферных оснований, нарушение соотношения между бикарбонатами и угольной кислотой, низкий уровень ионов бикарбонатов.

Нейтрализация нелетучих кислот (таких как соляная, серная, фосфорная и др.), их выведение обеспечивается за счет катионов тканей, органов, механизмов почечной компенсации, буферных систем крови.

Анализ литературных источников показывает, что путем нормализации обмена веществ осуществляется профилактика у поросят рахита. На предприятиях данный метод способствуют профилактике заболевания но, к сожалению полностью не устраняет данную болезнь у молодняка. Это связано с тем, что кормовые добавки повышают усвояемость питательных веществ корма, но не сбалансированы рацион кормления.

Рацион кормления поросят опытной группы был полностью сбалансирован и соответствовал нормам кормления для данных животных. В состав комбикорма входило: ячмень 55 %, пшеница 35 % и 10 % белково-витаминная минеральная добавка, которая содержит антибиотики, ферменты, витамины, микро- и макроэлементы. В рацион кормления у поросят контрольной группы входил ячмень 70 % и овес 30 %. Анализ рациона выявил недостаток кормовых единиц, белка, аминокислот, минеральных элементов, витаминов и обменной энергии. Исследования показали, что только полностью сбалансированный рацион может способствовать профилактике рахита.

У поросят опытной группы температура тела, пульс и частота дыхания находились в пределах физиологической нормы. Поросята отличались высокими среднесуточными привесами, хорошим аппетитом и подвижностью. Животные имели высокий иммунитет, нормализованный кислотно-щелочной баланс крови и активный окислительно-восстановительный процесс. Эти данные подтверждаются изучением рентгенограммы костной ткани. Нормализованный рацион способствует профилактике рахита и повышает рентабельность. Прибыль на одно животное в опытной группе составила 482 рубля. У поросят контрольной группы отмечались признаки рахита в виде извращенного аппетита, общего угнетения, снижения привеса, атонии мускулатуры, болезненности в суставах. При исследовании крови нами отмечено развитие ацидоза, железодефицитной анемии. При рентгенограмме костной ткани отмечен остеопороз, который сопровождался высоким уровнем щелочной фосфатазы.

Выводы

– Основными признаками рахита у поросят при рентгенограмме являются увеличение зоны метафиза, разглаживание зоны обезвествления, граница между хрящевой и костной тканями отсутствует, кортикальный слой отсутствует. Тяжелая форма рахита сопровождается искривлением костей и позвоночника, выявлением рахитических щеток.

– При несбалансированном рационе у поросят развивается в крови ацидоз, сопровождающийся снижением рН и уровня буферных веществ, высокой концентрацией угольной кислоты.

– Рацион, состоящий из ячменя 55 %, пшеницы 35 % и 10 % белково-витаминной минеральной добавки, способствует профилактике рахита за счет витаминов, минеральных веществ и ферментов, повышающих иммунитет организма поросят и мясную продуктивность.

1. Абрамов С. С., Горидовец Е. В. Особенности обмена веществ у высокопродуктивных коров в разные физиологические периоды с биохимическими изменениями, характеризующими полиморбидную патологию // Ученые записки учреждения образования Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины. 2011. Т. 47. № 1. С. 141–143. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21804648> (дата обращения: 20.02.2023).

2. Лемехов П. А. Нарушение обмена веществ у животных // Животновод. 1993. № 10. С. 12.

3. Моргунова В. И., Чусова Г. Г. Нарушение обмена веществ у супоросных свиноматок и разработка мероприятий по его нормализации // Ветеринарный фармакологический вестник. 2018. № 1 (2). С. 35–39. DOI: <http://rucont.ru/efd/10.17238/issn2541-8203.2018.1.35>

4. Паршин П. А., Сулейманов С. М., Слободяник В. С. Нарушение обмена веществ и безоарная болезнь у ягнят // Ветеринария. 2003. № 11. С. 13.

5. Филипов И. Г., Чеходариди Ф. Н. Нарушение обмена веществ у коров в сухостойный период и причины заболевания новорожденных телят бронхопневмонией // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. 2021. № 23. С. 614–617. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=48314896> (дата обращения: 18.02.2023).
6. Comparative evaluation of agents for preventive therapy for combined intoxications with xenobiotics in poultry / I. R. Kadikov, K. K. Papunidi, A. A. Korchemkin, I. F. Vafin, E. I. Semenov, I. I. Idiatov, G. S. Zakirova // Indian Veterinary Journal. 2018. Vol. 95. No. 7. Pp. 29–32. URL: <https://goo.su/Ghr14nc> (дата обращения: 15.02.2023).
7. Comparative toxicity assessment of soil fungi isolated from black sea coasts / R. M. Potekhina, E. I. Semenov, K. A. Osyanin, E. A. Shuralev, I. V. Medvedeva, N. M. Aleksandrova // BioNanoScience. 2020. Vol. 10. No. 3. Pp. 799–806. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12668-020-00745-x>
8. Effect of bee brood and zeolite on broiler chickens exposed by mycotoxin T-2 / E. I. Semenov, N. N. Mishina, V. R. Saitov, K. V. Perfilova, G. S. Kashevarov, S. A. Tanaseva, I. I. Idiyatov, E. Yu. Tarasova, L. E. Matrosova, O. V. Shlyamina, Zh. R. Nasybullina, K. A. Sharshov // Natural Volatiles and Essential Oils. 2021. Vol. 8. No. 4. Pp. 3520–3531. URL: <https://www.nveo.org/index.php/journal/article/view/846> (дата обращения: 26.02.2023).
9. Homeostatic system of sheep against the background of combined effects of pollutants and the use of therapeutic and preventive agents / K. Kh. Papunidi, I. R. Kadikov, V. R. Saitov, E. I. Semenov, D. Kh. Gataullin, A. A. Korchemkin, A. M. Tremasova // Bali Medical Journal. 2017. Vol. 6. No. 2. P. 83. DOI: <https://doi.org/10.15562/bmj.v6i2.523>
10. In vitro adsorption-desorption of aflatoxin B1 on pepper's lignins isolated from grassy plants / A. P. Karmanov, A. V. Kanarsky, Z. A. Kanarskaya, L. S. Kocheva, E. I. Semenov, N. I. Bogdanovich, V. A. Belyy // International Journal of Biological Macromolecules. 2020. Vol. 144. Pp. 111–117. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.12.081>

Статья поступила в редакцию 02.03.2023 г.; одобрена после рецензирования 05.04. 2023 г.; принята к публикации 11.04.2023 г.

Об авторах

Смоленцев Сергей Юрьевич

доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры технологии производства продукции животноводства, Марийский государственный университет (424000, Российская Федерация, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, д. 1), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6086-1369>, Smolentsev82@mail.ru

Шагеева Альфия Рашитовна

кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры терапии, Казанская государственная академия ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана (420029, Российская Федерация, г. Казань, Сибирский тракт, д. 35), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9054-6960>, shageeva_1970@mail.ru

Мухутдинова Дина Мингалиевна

кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры терапии, Казанская государственная академия ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана (420029, Российская Федерация, г. Казань, Сибирский тракт, д. 35), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7443-8652>, dinavet23@mail.ru

Тамимдаров Булат Фаридович

кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры терапии, Казанская государственная академия ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана (420029, г. Казань, Сибирский тракт, д. 35), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0033-1884>, Smolentsev82@mail.ru

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

1. Abramov S. S., Goridovets E. V. Osobennosti obmena veshchestv u vysokoproduktivnykh korov v raznye fiziologicheskie periody s biokhimicheskimi izmeneniyami, kharakterizuyushchimi polimorbidnyuyu patologiyu [Features of metabolism in highly productive cows in different physiological periods with biochemical changes characterizing polymorbid pathology]. *Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya Vitebskaya ordena Znak pocheta gosudarstvennaya akademiya veterinarnoi meditsiny* = Transactions of the educational establishment “Vitebsk the Order of “the Badge of Honor” State Academy of Veterinary Medicine”, 2011, vol. 47, no. 1, pp. 141–143. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21804648> (accessed 20.02.2023). (In Russ.).

2. Lemekhov P. A. Narushenie obmena veshchestv u zhivotnykh [Metabolic disorders in animals]. *Zhivotnovod* = Animal Breeder, 1993, no. 10, pp. 12. (In Russ.).

3. Morgunova V. I., Chusova G. G. Narushenie obmena veshchestv u suporosnykh svinomatok i razrabotka meropriyatiy po ego normalizatsii [Violation of metabolism in pregnant sows and the development of measures for its normalization]. *Veterinarnyi farmakologicheskii vestnik* = Bulletin of Veterinary Pharmacology, 2018, no. 1 (2), pp. 35–39. (In Russ.). DOI: <http://rucont.ru/efd/10.17238/issn2541-8203.2018.1.35>

4. Parshin P. A., Suleymanov S. M., Slobodyanik V. S. Narushenie obmena veshchestv i bezoarnaya bolezn' u yagnyat [Metabolic disorders and bezoar disease in lambs]. *Veterinariya* = Veterinary Medicine, 2003, no. 11, pp. 13. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=16895238> (accessed 20.02.2023). (In Russ.).

5. Filipov I. G., Chehodaridi F. N. Narushenie obmena veshchestv u korov v sukhostoinyi period i prichiny zabolevaniya novorozhdennykh telyat bronkhopnevmoniei [Metabolic disorders in cows during the dry period and causes of bronchopneumonia in newborn calves]. *Aktual'nye voprosy sovershenstvovaniya tekhnologii proizvodstva i pererabotki produktsii sel'skogo khozyaistva* = Topical issues of improving the technology of production and processing of agricultural products, 2021, no. 23, pp. 614–617. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=48314896> (accessed 18.02.2023). (In Russ.).

6. Kadikov I. R., Papunidi K. K., Korchemkin A. A., Vafin I. F., Semenov E. I., Idiatov I. I., Zakirova G. S. Comparative evaluation of agents for preventive therapy for combined intoxications with xenobiotics in poultry. *Indian Veterinary Journal*, 2018, vol. 95, no. 7, pp. 29–32. Available at: <https://goo.su/Ghr14nc> (accessed 15.02.2023). (In Eng.).

7. Potekhina R. M., Semenov E. I., Osyanin K. A., Shuralev E. A., Medvedeva I. V., Aleksandrova N. M. Comparative toxicity assessment of soil fungi isolated from black sea coasts. *BioNanoScience*, 2020, vol. 10, no. 3, pp. 799–806. (In Eng.). DOI: <https://doi.org/10.1007/s12668-020-00745-x>

8. Semenov E. I., Mishina N. N., Saitov V. R., Perfilova K. V., Kashevarov G. S., Tanaseva S. A., Idiyatov I. I., Tarasova E. Yu., Matrosova L. E., Shlyamina O. V., Nasybullina Zh. R., Sharshov K. A. Effect of bee brood and zeolite on broiler chickens exposed by mycotoxin T-2. *Natural Volatiles and Essential Oils*, 2021, vol. 8, no. 4, pp. 3520–3531. Available at: <https://www.nveo.org/index.php/journal/article/view/846> (accessed 26.02.2023). (In Eng.).

9. Papunidi K. Kh., Kadikov I. R., Saitov V. R., Semenov E. I., Gataullin D. Kh., Korchemkin A. A., Tremasova A. M. Homeostatic system of sheep against the background of combined effects of pollutants and the use of therapeutic and preventive agents. *Bali Medical Journal*, 2017, vol. 6, no. 2, p. 83. (In Eng.). DOI: <https://doi.org/10.15562/bmj.v6i2.523>

10. Karmanov A. P., Kanarsky A. V., Kanarskaya Z. A., Kocheva L. S., Semenov E. I., Bogdanovich N. I., Belyy V. A. In vitro adsorption-desorption of aflatoxin B1 on pepper's lignins isolated from grassy plants. *International Journal of Biological Macromolecules*, 2020, vol. 144, pp. 111–117. (In Eng.). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.12.081>

The article was submitted 02.03.2023; approved after reviewing 05.04.2023; accepted for publication 11.04.2023.

About the authors

Sergey Yu. Smolentsev

Dr. Sci. (Biology), Associate Professor, Professor of the Department of Livestock Production Technology, Mari State University (1 Lenin Sq., Yoshkar-Ola 424000, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6086-1369>, Smolentsev82@mail.ru

Alfiya R. Shageeva

Ph. D. (Veterinary), Associate Professor of the Department of Therapy, Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N. E. Bauman (35 Sibirskiy tract St., Kazan 420029, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9054-6960>, shageeva_1970@mail.ru

Dina M. Mukhutdinova

Ph. D. (Veterinary), Associate Professor of the Department of Therapy, Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N. E. Bauman (35 Sibirskiy tract St., Kazan 420029 Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7443-8652>, dinavet23@mail.ru

Bulat F. Tamimdarov

Ph. D. (Veterinary), Associate Professor of the Department of Therapy, Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N. E. Bauman (35 Sibirskiy tract St., Kazan 420029 Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0033-1884>, Smolentsev82@mail.ru

All authors have read and approved the final manuscript.