

ДИНАМИКА БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КРОВИ СВИНЕЙ И ПТИЦЫ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ АДсорбЕНТА МИКОТОКСИНОВ «ФУНГИНОРМ»

В. И. БОРОДУЛИНА

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: viktoriamikulich@gmail.com

(Поступила в редакцию 17.01.2020)

Сегодня практически все свиноводческие предприятия на практике убедились, что микотоксины в кормах далеко не редкость, и поэтому практически нормой стало обязательное включение в рацион свиней адсорбентов микотоксинов. В настоящее время существует уже четыре поколения адсорбентов. Однако пришлось столкнуться с проблемой, что на некоторых свинокомплексах закупают адсорбенты по принципу «чем дешевле, тем лучше», зачастую не проводя при этом лабораторных исследований кормов на видовой состав микотоксинов. Поэтому в итоге получается, что закупают в основном адсорбенты первого или второго поколения, которые действуют лишь на определенные виды микотоксинов, которых в кормах данных предприятий может и не содержаться, или одновременно с ними содержатся еще несколько видов микотоксинов. Такое применение препаратов приводит к их бесполезному использованию, микотоксины как были, так и остаются, а применяемые не по назначению адсорбенты адсорбируют из корма витамины, минеральные вещества и другие компоненты [4].

Наиболее эффективными считаются комбинированные адсорбенты микотоксинов третьего и четвертого поколений, включающие минеральную и органическую составляющие. Для того чтобы грамотно и правильно приготовить адсорбент мало обладать знаниями только клинических проявлений микотоксикозов, необходимо знать структурные изменения, изменения в биохимическом составе крови, а также влияние их на рост и развитие животных [8].

В данной статье представлены результаты экспериментальных исследований биохимических показателей крови свиней и птицы при применении адсорбента микотоксинов «Фунгинорм». Использование адсорбента способствует увеличению в сыворотке крови общего белка, концентрации глюкозы, снижению активности щелочной фосфатазы, снижению концентрации мочевины у свиней и мочевины и мочевой кислоты у цыплят-бройлеров, что свидетельствует об интенсивности обменных процессов в организме животных и птицы. Рекомендуем применение в кормлении свиней и птицы адсорбента микотоксинов «Фунгинорм» в оптимальных дозировках 4, 2, и 2 кг/т комбикорма.

Ключевые слова: адсорбент, микотоксины, свиньи, цыплята-бройлеры, биохимические показатели крови, физиологическая норма.

Today, practically all pig-breeding enterprises have been convinced in practice that mycotoxins in feeds are far from uncommon, and therefore the mandatory inclusion of mycotoxin adsorbents in pig diets has become practically the norm. Currently, there are already four generations of adsorbents. However, we had to deal with the problem that adsorbents were purchased at some pig farms on the principle «the cheaper, the better», often without conducting laboratory studies of feed on the species composition of mycotoxins. Therefore, in the end, it turns out that they mainly buy adsorbents of the first or second generation, which act only on certain types of mycotoxins, which may not even be contained in the feed of these enterprises, or simultaneously contain several more types of mycotoxins. Such use of drugs leads to their useless use, mycotoxins have been and still are, and adsorbents used for other purposes adsorb vitamins, minerals and other components from the feed.

The most effective are the combined adsorbents of mycotoxins of the third and fourth generations, including mineral and organic components. In order to correctly prepare the adsorbent, it is not enough to have knowledge of only the clinical manifestations of mycotoxicosis, it is necessary to know the structural changes, changes in the biochemical composition of the blood, as well as their effect on the growth and development of animals.

This article presents results of experimental studies of biochemical blood parameters of pigs and poultry with the use of mycotoxin adsorbent «Funginorm». The use of an adsorbent contributes to an increase in total serum protein, glucose concentration, a decrease in alkaline phosphatase activity, and a decrease in urea concentration in pigs and uric acid in broiler chickens, which indicates the intensity of metabolic processes in animals and birds. We recommend using the Funginorm mycotoxin adsorbent in optimal dosages of 4, 2, and 2 kg / t of mixed feed for pigs and poultry.

Key words: adsorbent, mycotoxins, pigs, broiler chickens, biochemical parameters of blood, physiological norm.

Введение

В настоящее время перед свиноводами и птицеводами все острее встает проблема поражения кормов микотоксинами. Интенсификация сельского хозяйства, глобальные изменения погодных условий, бесконтрольное применение различных химических препаратов в растениеводстве – все это приводит к возрастанию количества случаев отравления животных микотоксинами. Данная проблема причиняет значительный экономический ущерб, так как основу рациона животных составляет зерно.

Как показали многочисленные исследования, наиболее эффективными в связывании микотоксинов являются комплексные многокомпонентные препараты, содержащие несколько сорбирующих веществ. Они вводятся в комбикорма непосредственно при их приготовлении и угнетающе действуют на микотоксины, находящиеся как в комбикорме, так и в желудочно-кишечном тракте животного, а качество зерна на предприятиях оставляет желать лучшего [3, 6].

Цель работы – проанализировать биохимические показатели крови свиней и птицы при применении адсорбента микотоксинов «Фунгинорм».

Основная часть

Исследования проводили на поросятах на доращивании и свиньях на откорме, а также на цыплятах-бройлерах. В каждой возрастной группе свиней было сформировано по принципу аналогов 4 группы животных: контрольная и 3 опытных по 20 голов свиней в каждой группе, а у цыплят-бройлеров в каждой группе было по 120 голов в каждой. Поросятам на доращивании и свиньям на откорме контрольной и опытных групп в течение 60 дней скармливали комбикорм марок СК-21 и СК-26, а цыплятам-бройлерам в течение 40 дней скармливали четыре вида комбикорма для разных возрастных групп, который готовили из фуражного зерна, пораженного микотоксинами. Видовой состав микотоксинов был установлен в результате исследований, проведенных в научно-исследовательском институте прикладной ветеринарной медицины и биотехнологии УО ВГАВМ по стандартным методикам (табл. 1) [1, 5, 9].

Таблица 1. Содержание микотоксинов в опытных партиях кормосмесей

Микотоксины	Норма ПДУ			Фактическое содержание микотоксинов	
	для свиней на доращивании	для свиней на откорме	для птицы	в кормосмеси для свиней на доращивании и откорме	в кормосмеси для птицы
Афлатоксин В ₁ , мг/кг	0,01	0,05	0,05	–	–
Охратоксин А, мг/кг	0,01	0,05	0,05	0,0052	0,00344
Т-2 токсин, мг/кг	0,05	0,1	0,1	0,005	0,02
Дезоксиниваленол, мг/кг	0,25	1,0	1,0	0,351	0,029
Зеараленон, мг/кг	0,2	1,0	1,0	0,05	0,016
Фумонизин В ₁ , мг/кг	5,0	5,0	5,0	–	–

Данные анализа кормосмеси для свиней на доращивании свидетельствуют о том, что содержание охратоксина, Т-2 токсина и зеараленона не превышало предельно допустимый уровень и находилось на уровне 52,0; 10,0 и 25,0 % от ПДУ соответственно, а содержание дезоксиниваленола превысило ПДУ на 40,4 % для готового комбикорма для поросят на доращивании. В свою очередь уровень содержания охратоксина А, Т-2 токсина, дезоксиниваленола и зеараленона не превышал предельно допустимый уровень и составил 10,4; 5,0; 35,1 и 5,0 % от ПДУ соответственно для готового комбикорма свиней на откорме [5].

При исследовании опытной партии кормосмеси для птицы обнаружено содержание охратоксина А, Т-2 токсина, дезоксиниваленола и зеараленона, которое не превышало предельно допустимый уровень для комбикорма цыплят-бройлеров и составило 6,9; 20,0; 2,9 и 1,6 % от ПДУ соответственно. Поэтому в научно-хозяйственном опыте были исследованы несколько дозировок адсорбента микотоксинов «Фунгинорм» для определения оптимальных дозировок.

Поросятам на доращивании и свиньям на откорме 1-й, 2-й и 3-й опытных групп, в течение того же периода времени скармливали комбикорма СК-21 и СК-26 с добавлением адсорбента микотоксинов «Фунгинорм» в различных дозировках. Поросятам на доращивании – 2 кг/т корма, 3 кг/т корма и 4 кг/т корма, а свиньям на откорме – 1 кг/т корма, 2 кг/т корма и 3 кг/т корма соответственно. Цыплятам-бройлерам в опытных группах к основному рациону дополнительно вводили 1 кг/т корма, 2 кг/т корма и 3 кг/т корма соответственно. Все комбикорма по питательности соответствовали СТБ 2111-2010 «Комбикорма для свиней и птицы» Республики Беларусь.

Адсорбент микотоксинов «Фунгинорм» третьего поколения – это однородный порошок красно-коричневого цвета с характерным запахом, применяемый для подавления развития плесневых грибов и нейтрализации их токсинов в кормах для свиней и птицы [1, 2, 5, 9].

Биологические свойства препарата обусловлены наличием оксихинолина сульфата, масла орегано (с содержанием 70 % карвакрола), двуокиси кремния и автолизата пивных дрожжей. «Фунгинорм» не содержит живых клеток дрожжей, генномодифицированных продуктов и организмов. Адсорбент подавляет развитие плесневых грибов в кормах и нейтрализует микотоксины за счет их связывания и модификации, препятствуя их всасыванию в желудочно-кишечном тракте свиней и птицы, и тем самым смягчает последствия микотоксикозов. Содержащееся в препарате масло орегано обеспечивает снижение содержания в кормах плесневых грибов благодаря входящему в его состав карвакролу, который обладает сильными антигрибковыми, антибактериальными свойствами (рис. 1) [1, 2, 5].



Рис. 1. Адсорбент микотоксинов «Фунгинорм»

У подопытных свиней и цыплят-бройлеров брали кровь для проведения биохимических исследований от пяти и десяти животных в каждой группе соответственно. Кровь у свиней брали из ушной вены, а у цыплят-бройлеров из вены на крыле в утренние часы три раза на протяжении всего периода научно-хозяйственного опыта (рис. 2).



Рис. 2. Отбор проб крови у свиней и цыплят-бройлеров для исследований

Пробы крови доставляли в научно-исследовательский институт прикладной ветеринарной медицины и биотехнологии УО ВГАВМ, где на автоматическом биохимическом анализаторе MindrayBS-200 и фотометре «Dialab» исследовали биохимические (общий белок, альбумины, глобулины, АлАТ, АсАТ, щелочную фосфатазу, билирубин, мочевины и глюкозу) показатели крови подопытных животных [1, 5].

В последнее время наиболее удобным и информативным для характеристики нормы обменных процессов считается анализ крови. Следует учесть, что нормальные показатели биохимического состава крови у свиней и птицы существенно меняются с их возрастом и физиологическим состоянием [7].

Основную часть сухого вещества плазмы составляют белки. Имеется несколько десятков различных белков, которые делят на две основные группы: альбумины и глобулины. Белки участвуют в защитных реакциях организма, оказывают влияние на обмен веществ, участвуют в транспорте питательных веществ, ускоряют течение всех химических реакций, поддерживают нормальный объем крови и постоянное количество воды в тканях [10].

Во второй опытной группе уровень общего белка в крови поросят на дорастивании, получавших адсорбент микотоксинов «Фунгинорм», за период опыта повысился на 3,7 %. Кроме того, за период опыта в третьей опытной группе отмечена тенденция к увеличению глобулиновой фракции на 8,6 %. Данный показатель имеет огромное значение, так как определяет скорость образования мышечной ткани, а следовательно, и энергию роста поросят.

За все время научно-хозяйственного опыта активность аланинаминотрансферазы во 2-й и 3-й опытных группах повысилась на 33,3 и 7,8 %, а в контрольной и 1-й опытных группах понизилась на 11,9 и 1,2 % соответственно. В свою очередь в третьей опытной группе содержание АсАТ понизилось

на 6,8 % и стало соответствовать физиологической норме, содержание которой в контрольной и первой опытной группах превышало физиологическую норму примерно в 1,5 раза.

Исходя из результатов научно-хозяйственного опыта в первой и третьей опытных группах, отмечалась тенденция к снижению активности щелочной фосфатазы. Активность фермента у молодняка свиней контрольной и 2-й опытной групп повысилась на 24,8 и 4,4 %, а у поросят 1-й и 3-й опытных групп активность щелочной фосфатазы понизилась на 6,5 и 42,3 % соответственно. За период исследований у свиней опытных групп билирубин повысился в 2–3 раза, а в контрольной группе понизился на 24,7 %

Одним из основных показателей углеводного обмена является концентрация глюкозы, а об уровне азотистого обмена можно судить по содержанию мочевины в сыворотке крови. Концентрация мочевины на протяжении всего периода опыта в контрольной группе повышалась на 18,2 %, а в опытных группах снизилась на 12,3; 1,4 и 10,8 % соответственно. Снижение концентрации мочевины в опытных группах соответствует статусу здорового животного. Концентрация глюкозы в сыворотке крови у молодняка свиней на доращивании к третьему месяцу значительно понизилась в трех группах (контрольная, 1-я и 2-я опытные) на 63,3; 57,1 и 17,3 % соответственно, а к четвертому месяцу значительно повысилась. Только в третьей опытной группе концентрация глюкозы повышалась на 1,5 % к третьему и на 13,3 % к четвертому месяцу. Применение адсорбент микотоксинов третьего поколения «Фунгинорм» в рационах молодняка свиней на доращивании в дозе 4 кг/т комбикорма оказало положительное влияние на биохимические показатели сыворотки крови [1, 5].

В результате анализа полученных данных сыворотки крови свиней на откорме установлено, что присутствие микотоксинов даже в малых количествах, снижает интенсивность обменных процессов. Анализируя полученные в ходе исследований данные, можно отметить, что в контрольной группе, где свиньи получали пораженный микотоксинами корм, уровень общего белка в плазме крови за период проведения опыта снизился на 1 %, а в опытных группах, уровень общего белка наоборот повысился на 10,0 %, 8,9 % и 7,1 % соответственно [1, 2, 5, 9].

За время проведения эксперимента активность АлАТ в третьей опытной группе изначально с самого высокого показателя понизилась на 8,5 %, а в контрольной, первой и второй опытных группах повысилась на 11,7 %; 23,3 % и 7,6 % соответственно. Такая же динамика отмечалась и в активности аспаратаминотрансферазы.

Уровень билирубина в сыворотке крови свиней в первой и второй опытных групп повысился на 2,4 и 1,9 п. п. соответственно, а у животных контрольной группы на 2,6 п. п. за весь период опыта. Из трех групп меньше всего этот показатель повысился у свиней 2-й опытной группы, что может указывать на хорошую работу в качестве детоксиканта применяемого адсорбента.

Во второй и третьей опытных группах отмечалась тенденция к снижению активности щелочной фосфатазы до нормативных показателей. Активность фермента у свиней на откорме опытных групп понизилась на 38,8 %; 56,0 % и 32,0 % соответственно; у свиней контрольной группы на 22,8 %. При вводе в рацион свиньям на откорме адсорбента «Фунгинорм» в дозировке 2 кг/т корма все биохимические показатели сыворотки крови были в пределах физиологической нормы.

Таким образом, было установлено, что у свиней во второй опытной группе концентрация мочевины снизилась на 29,9 %, что указывает на оптимальную дозировку адсорбента 2 кг/т корма, а вот в первой опытной группы концентрация мочевины в крови повысилась на 11,4 %, в третьей – наоборот, снизилась на 1,0 %.

Снижение концентрации глюкозы в сыворотке крови свиней при микотоксикозах, приводит к снижению содержания общего белка и увеличению конечного продукта распада белков – мочевины. В трех группах (контрольная, 1-я и 3-я опытные) концентрация глюкозы в крови то снижалась, то значительно увеличивалась и только во второй опытной группе концентрация глюкозы достоверно повышалась на 13,7 % к пятому и 78,1 % к шестому месяцу [1, 2, 5, 9].

Промышленное птицеводство: содержание большого количества птицы на ограниченных площадях, оказывает отрицательное влияние на показатели крови. Поэтому определение ряда показателей биохимического состава крови является одним из методов определения состояния здоровья цыплят-бройлеров, позволяя объективно оценить физиологический статус организма [1, 6].

При исследовании биохимических показателей сыворотки крови цыплят-бройлеров важным параметром для диагностики заболеваний цыплят-бройлеров, связанных с интенсификацией роста и нарушением метаболизма, является содержание общего белка в сыворотке крови.

По данным экспериментальных исследований, в крови 14-дневных цыплят-бройлеров содержание общего белка составило 41–43 г/л. За период опыта содержание общего белка в крови цыплят-бройлеров во второй и третьей опытных группах увеличилось на 27,2 и 35,2 % соответственно. Эти изменения свидетельствуют об усилении белкового обмена в опытных группах, которые дополнительно вводят в рацион птицы адсорбент «Фунгинорм».

Можно отметить, что уровень альбуминов в плазме крови за период эксперимента в опытных группах увеличился на 9,4; 18,1 и 12,9 % соответственно. Но при этом в 40-дневном возрасте происходит увеличение количества альбуминов во 2-й опытной группе по сравнению с контролем на 2,9 %. В свою очередь уровень глобулинов в контрольной и опытных группах к 28-дневному возрасту наоборот снизился на 1,3; 12,5; 12,1 и 1,5 % соответственно, а в 40-дневном возрасте во 2-й и 3-й опытных группах увеличился на 9,6 и 16,9 % по сравнению с контрольной группой. Такой тип изменений белковых фракций может встречаться при состояниях с последствиями токсического повреждения органов детоксикации (печень и почки).

Главным клиническим признаком в оценке липидного обмена является определение триглицеридов и холестерина в сыворотке крови цыплят-бройлеров (табл. 2).

Таблица 2. Динамика концентрации триглицеридов и холестерина в крови цыплят-бройлеров (M±m), ммоль/л

Группы	Триглицериды			Холестерин		
	14 дней	28 дней	40 дней	14 дней	28 дней	40 дней
контрольная	0,98±0,13	1,18±0,09	1,34±0,12	3,91±0,18	3,77±0,19	4,15±0,15
1-опытная	1,54±0,11	1,00±0,12	1,47±0,09	3,65±0,23	3,63±0,21	4,40±0,21
2-опытная	1,31±0,18**	1,14±0,15	1,51±0,35	3,56±0,23	3,59±0,25	3,70±0,30
3-опытная	1,00±0,04	1,35±0,14	1,17±0,14	3,39±0,16	3,16±0,16	4,14±0,17

Примечание. Здесь и далее *P<0,05; **P<0,01; ***P<0,001.

При сравнении уровня триглицеридов в сыворотке крови цыплят-бройлеров было отмечено, что в 40-дневном возрасте происходит увеличение на 9,7 % и 17,2 % в 1-й и 2-й опытных группах относительно контрольной. В наших исследованиях за время проведения опыта активность уровня холестерина у цыплят-бройлеров в контрольной, 1-й и 3-й опытных группах повысилась на 6,1 %; 20,5 % и 22,1 % соответственно. А во второй опытной группе происходит постепенное незначительное увеличение уровня холестерина на 3,9 % на протяжении научно-хозяйственного опыта. Что подтверждает более эффективный метаболизм и распределение жиров в тканях подопытных цыплят-бройлеров.

Активность АлАТ у цыплят-бройлеров в 1-й и 2-й опытных группах за время проведения опыта снизилась на 12,2 и 19,7 % соответственно, а активность АсАТ в контрольной, 2-й и 3-й опытных группах увеличилась в 7,4; 6,8 и 7,8 раз соответственно, что сопровождалось деструкцией клеток печени подопытной птицы.

Динамика концентрации мочевой кислоты и глюкозы в сыворотке крови цыплят-бройлеров представлена в табл. 3.

Таблица 3. Динамика концентрации мочевины и глюкозы в сыворотке крови бройлеров (M±m), ммоль/л

Группы	Мочевая кислота			Глюкоза		
	14 дней	28 дней	40 дней	14 дней	28 дней	40 дней
контрольная	554,14±69,86	299,35±35,23	237,67±19,17	13,05±0,38	11,60±0,43	12,27±0,36
1-опытная	580,91±81,96	306,49±43,21	295,16±38,63	13,65±0,44	13,10±0,69	11,40±0,81
2-опытная	690,81±93,05	284,66±29,31	336,41±41,11*	12,39±0,91	12,37±0,54	12,24±0,61
3-опытная	507,57±53,03	282,41±28,72	314,83±31,43*	11,88±0,30	13,00±0,72	12,28±0,57

Мочевая кислота – основной продукт метаболизма азотосодержащих соединений у птиц. Повышение уровня мочевой кислоты случается при заболевании почек. Анализ результатов исследований показал, что за период опыта содержание мочевой кислоты снизилась в 2-й и 3-й опытных группах в 2,1 и 1,6 раза соответственно, но при этом уровень мочевой кислоты в данных группах был достоверно выше на 41,5 и 32,5 % по сравнению с контрольной группой. При этом все показатели мочевой кислоты находились в пределах физиологической нормы.

Уровень углеводного обмена определяли по содержанию глюкозы в сыворотке крови. Это самый распространенный углевод в организме птицы. Концентрация глюкозы в крови цыплят в возрасте 14 дней находилась на уровне 11,88 – 13,65 ммоль/л. В 4-недельном возрасте у контрольных цыплят-бройлеров уровень глюкозы был меньше на 12,9 и 9,7 %, чем в 1-й и 2-й опытных группах соответственно.

Заключение

Применение оптимальных дозировок адсорбента микотоксинов «Фунгинорм» в свиноводстве и птицеводстве (4, 2 и 2 кг/т корма) способствует стабилизации обменных процессов в организме жи-

вотных и птицы, снижению интоксикации организма микотоксинами, нормализации функционирования органов детоксикации (печень и почки).

При вводе адсорбента микотоксинов третьего поколения «Фунгинорм» в рационы молодняка свиней на доращивании в дозе 4 кг/т корма и свиней на откорме в дозе 2 кг/т корма увеличивается содержание в сыворотке крови общего белка, глобулинов, повышение концентрации глюкозы, снижение активности щелочной фосфатазы, снижение концентрации мочевины. Все биохимические показатели сыворотки крови были в пределах физиологической нормы.

Использование в кормлении цыплят-бройлеров адсорбента «Фунгинорм» оказывают положительное влияние на обменные процессы в организме, при этом приводит к повышению содержания общего белка, снижению АлАТ, обеспечивает стабильное повышение в течение всего периода выращивания концентрации триглицеридов, что свидетельствует об интенсивности обменных процессов в организме птицы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бородулина, В. И. Динамика биохимических и морфологических показателей крови свиней на доращивании и откорме при применении адсорбента микотоксинов «Фунгинорм» / В. И. Бородулина, Е. Л. Микулич // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». – 2019. – № 55. – С. 113–117.
2. Бородулина, В. И. Изменения морфологических и биохимических показателей крови у молодняка свиней на откорме при скармливании адсорбента микотоксинов «Фунгинорм» / В. И. Бородулина // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: сб. науч. тр. / Белорус. гос. с.-х. акад. – Горки, 2017. – Вып. 20, Ч. 1. – С. 198–206.
3. Великанов, В. В. Диагностика и профилактика кормовых микотоксикозов у молодняка свиней / В. В. Великанов, А. П. Курдеко // Ветеринарный журнал Беларуси. – № 2(7). – 2017. – С. 26–29.
4. Лавренова, В. Микотоксины и способы борьбы с ними / В. Лавренова // Ценовик. Сельскохозяйственное обозрение. – 2017. – № 8. – С. 45–56.
5. Практическое применение адсорбента микотоксинов «Фунгинорм» в свиноводстве: рекомендации / В. И. Бородулина, Н. А. Садовов. – Горки: БГСХА, 2018. – 24 с.
6. Гематологические показатели свиней разных генотипов / Е. В. Пронь [и др.] // Современные проблемы интенсификации производства свинины. Сб. науч. тр. XIV междунар. науч. – практ. конф. по свиноводству. – Ульяновск, 2007. – Т. 1. – С. 325–329.
7. Профилактика продукционных нарушений в интенсивном свиноводстве / Л. И. Подобед [и др.]; под общ. ред. Л. И. Подобеда. – Одесса: Печатный дом, 2011. – 448 с.
8. Ромашко, А. Микотоксины в зерне. Предупредить и обезвредить / А. Ромашко // Белорусское сельское хозяйство. – 2015. – № 12(164). – С. 34–35.
9. Садовов, Н. А. Влияние адсорбента нового поколения «Фунгинорм» на морфологические и биохимические показатели крови поросят на доращивании / Н. А. Садовов, В. И. Бородулина // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». – 2016. – № 52. – С. 141–146.
10. Физиология сельскохозяйственных животных / А. Н. Голиков [и др.]; под ред. А. Н. Голикова. – 3-е изд., переработанное и дополненное. – Минск: Агропромиздат, 1991. – 432 с.