

Влияние антиоксиданта на показатели крови цыплят-бройлеров

Хакимова Г.А., аспирант

Шилов В.Н., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Татарский институт переподготовки кадров агробизнеса

Ахмадуллин Р.М., кандидат химических наук, главный инженер

Ахмадуллина А.Г., кандидат химических наук, директор, ИП «Ахмадуллина А.Г.»

Сёмина О.В., кандидат биологических наук, ветеринар, ООО «Биомир»

Аннотация.

Включение в рацион цыплят-бройлеров исследуемого антиоксиданта в количестве 0,0002, 0,0004, 0,0008 и 0,0015% от массы комбикорма оказывало положительное влияние на гематологические и биохимические показатели крови. Повысилось содержание эритроцитов в крови на 5,1–47,6% и гемоглобина на 2,6–21,6 процента. Увеличился уровень белка на 15,7 процента. Наибольший прирост живой массы цыплят-бройлеров наблюдали при включении в рацион антиоксиданта в дозе 0,0008% от массы корма.

Ключевые слова:

антиоксидант, Бисфенол-5, цыплята-бройлеры, живая масса, гематологические и биохимические показатели.

The Influence of an Antioxidant on Hematological Parameters in Broilers

Khakimova G.A., Aspirant

Shilov V.N., Dr. of Agric. Sci., Prof., Tatarian Institute for Additional Training of Agricultural Specialists

Akhmaddulin R.M., Cand. of Chem. Sci., Chief Engineer

Akhmadullina A.G., Cand. of Chem. Sci., Director, Sole Proprietorship «Akhmadullina A.G.»

Syomina O.V., Cand. of Biol. Sci., Veterinarian, «Biomir» Co.

Summary.

The supplementation of diets for broilers chicks with studied antioxidant (20, 40, 80, and 150 ppm) positively affected blood cell counts and biochemical blood parameters. RBC concentration in broilers fed supplemented diets was higher by 5.1–47.6%, hemoglobin concentration by 2.6–21.6% compared to unsupplemented control. Total protein content in blood serum was higher by 15.7%. The best average daily weight gain was found in the treatment fed 80 ppm of the antioxidant.

Key words:

antioxidant, Bisphenol-5, broiler chicks, live bodyweight, blood cell counts and biochemical blood parameters.

В крови животных непрерывно циркулирует комплекс химических веществ: ферментов, белков, углеводов, жиров, пигментов, низкомолекулярных азотистых оснований, гормонов, электролитов. У здоровых животных при удовлетворительных физиологических условиях существует постоянство химико-морфологического состава и физико-химических свойств крови.

Кроветворные органы чувствительно реагируют на различные физиологические и особенно патологические воздействия на организм изменением состава крови. Поэтому диагностика организма начинается с её исследова-

ния. Для получения полного представления о работе того или иного органа тела уже не одно десятилетие успешно применяют метод биохимического и гематологического анализов крови, отличающихся высокой степенью достоверности.

Лабораторная диагностика выявляет её состав, различные отклонения в организме, органах и системах.

Для сохранения здоровья животных необходимо обеспечивать удовлетворительное функционирование системы антиоксидантной защиты организма. В настоящее время наряду с определением содержания отдельных антиоксидантов в плазме и клет-

ках крови используют показатель, обозначаемый как антиоксидантная активность (АОА). Основным компонентом для определения АОА является система генерации радикалов, которая подвергается свободнорадикальному окислению. В сложных природных условиях защитные механизмы организма формируют антиоксидантную систему с разнообразными элементами. Она включает в себя антиокислительные ферменты (каталазу, глутатионпероксидазу и супероксиддисмутазу), природные жирорастворимые антиоксиданты (каротиноиды, витамины **A**, **D** и т.д.), водорастворимые антиоксиданты (таурин,



аскорбиновую кислоту, мочевую кислоту и т. д.), теоловую редокс-систему, состоящую из систем глутатиона и тиоредоксина.

О применении антиоксидантов для стимуляции иммунной и кровеносной систем животных сообщают многие учёные. Добавление в рацион различных водо- и жирорастворимых антиоксидантов приводит к уменьшению образования радикалов и торможению окисления в плазме крови.

Высокий уровень образования свободных радикалов, приводящих к деструкции клеток, тканей и всего организма в целом, требует разработки новых высокоэффективных антиоксидантов, способных подавлять свободнорадикальное окисление. Известно много таких препаратов как отечественного, так и зарубежного производства, которые с разной степенью оказывают влияние на кровеносную систему организма животного. К их числу относится антиоксидант нового поколения Бисфенол-5.

Цель исследования — установление влияния жирорастворимого синтетического антиоксиданта Бисфенол-5 на гематологические и биохимические показатели крови, рост и развитие цыплят-бройлеров.

Материал и методы. Бисфенол-5 — 4,4'-бис (2,6-ди-трет-бутилфенол) соответствует ТУ 2492 002 40655797-2014. Препарат относится к классу пространственно-замещённых фенолов и представляет собой липофильное органическое вещество в виде жёлтого кристаллического порошка.

Эксперименты проводили в 2016 г. в лаборатории НТЦ «AhmadullinS» (г. Казань) на 50 бройлерах кросса «Кобб 500». Цыплят в 15-дневном возрасте с живой массой 486–506 г по принципу аналогов разделили на 5 групп, по 10 голов в каждой. Разница по живой массе между контрольной и опытными группами была недостоверной. Птице контрольной группы давали полнорационный комбикорм («Рост» и «Финиш») согласно возрасту и нормам кормления. Цыплята 1-й опытной группы дополни-

Таблица 1. Продуктивность цыплят-бройлеров кросса «Кобб-500» при добавлении в корм антиоксиданта Бисфенол-5

Группа	Живая масса, г		Абсолютный прирост живой массы за опыт, г
	в начале опыта	в конце опыта	
Контрольная	491,8	2442,4	1950,6
1-я опытная	505,9	2503,3	1997,4
2-я опытная	497,0	2615,0	2118,0
3-я опытная	492,6	2708,0	2215,4
4-я опытная	485,9	2523,2	2037,3

Таблица 2. Фоновые гематологические показатели крови цыплят-бройлеров в возрасте 15 суток до введения в рацион препарата Бисфенол-5 (n=5)

Показатели	Норма	Результат в опыте
Эритроциты, $10^{12}/л$	2,0–5,0	2,65
Лейкоциты, $10^9/л$	11,5–25,0	14,0
Гемоглобин, г/л	100–150	129,0
СОЭ, мм/ч	3,0–6,0	3,6
Моноциты, %	3,0–15,0	9,3
Тромбоциты, $10^3/л$	30–100	47,2

тельно к рациону получали препарат Бисфенол-5 в дозе 0,0002% от массы корма; 2-й опытной — 0,0004; 3-й опытной — 0,0008; 4-й опытной — 0,0015 процента. Антиоксидант вводили в комбикорм, растворив в растительном масле.

В течение эксперимента птица находилась в одинаковых условиях содержания, поения и кормления, соответствующих рекомендациям ВНИТИП. Опыт продолжался 41 день. Гематологические и биохимические исследования крови цыплят проводили в лаборатории «Артвет» (г. Москва), определяли содержание эритроцитов, лейкоцитов, лимфоцитов, тромбоцитов, гемоглобина с помощью автоматического гематологического анализатора «MICROS 60» (HORIDA). Скорость оседания эритроцитов оценивали по методу Вестергрена. Активность аланинаминотрансферазы (АлАТ), аспартатаминотрансферазы (АсАТ) и щелочной фосфатазы, содержание холестерина, глюкозы, белка, кальция, фосфора исследовали при помощи биохимического анализатора «Hospitex Diagnostics». Отбор крови проводили на 15, 30, 40-е сутки жизни птицы из вены на внутренней стороне крыла над локтевым сочленением в капиллярные пробирки «Microvette Sarstedt» (Германия) с K3EDTA.

Полученные результаты обработали методом вариационной статистики с применением программы MathCad.

Результаты и обсуждение. В ходе проведённого эксперимента установлено положительное влияние антиоксиданта Бисфенол-5 на продуктивность цыплят-бройлеров (табл. 1).

Данные таблицы 1 показывают, что на начало эксперимента живая масса цыплят-бройлеров была в пределах 486–506 граммов. Разница между группами недостоверна. В конце эксперимента живая масса птицы контрольной группы составила 2442,4 грамма. При этом особи 1-й опытной по данному показателю превышали контроль на 60,9 г; а 2-й — на 162,6 грамма. Птица 3-й опытной группы на конец эксперимента имела живую массу 2708,0 г, что на 265,6 г больше контроля. По данному показателю бройлеры 4-й опытной группы превосходили контроль на 80,8 грамма.

Результаты гематологического исследования крови цыплят-бройлеров до введения в рацион антиоксиданта свидетельствовали о хорошем состоянии молодняка, отобранного для эксперимента (табл. 2).

Анализ данных гематологического исследования крови подопытных цыплят-бройлеров на начало эксперимента (табл. 2) показывает, что количество эритроцитов, лейкоцитов и содержание гемоглобина соответствовало физиологической норме. На моноциты, обеспечивающие фагоцитоз чужеродных микроорганизмов, приходилось 9,3 процента. Количе-



ство тромбоцитов, отвечающих за целостность сосудистой стенки и восстановление её при повреждении, составляло $47,2 \times 10^3/\text{л}$.

В возрасте 30 суток содержание клеток крови у птицы опытных групп было выше в сравнении с контролем (табл. 3).

Содержание эритроцитов, обеспечивающих полноценный газообмен в организме птицы 2–4 опытных групп превышало контроль на 47,6% ($P \leq 0,001$); 47,2% ($P \leq 0,01$) и 14,7% ($P \leq 0,05$) соответственно. Способность переносить кислород к тканям организма (уровень гемоглобина) в 1–4 опытных группах была выше, чем в контроле, соответственно на 2,6; 6,0% ($P \leq 0,05$); 15,7 ($P \leq 0,05$) и 21,6% ($P \leq 0,05$). Количество лейкоцитов, отвечающих за иммунную реакцию организма, в крови цыплят-бройлеров 2-й опытной группы превышало контроль на 5,4% ($P \leq 0,01$).

Уровень СОЭ у подопытной птицы составлял в среднем 4,5 мм/ч, что свидетельствует об отсутствии у них патологических процессов. При этом в опытных группах он был несколько ниже (4,33–4,67 мм/ч) по сравнению с контролем (4,83 мм/ч). Способность распознавать чужеродные вещества выше у 4-й опытной группы, о чём свидетельствует уровень моноцитов, который превышал значение контроля на 53,3%, а разница со сверстниками 1–3 опытных групп составила соответственно 46,8; 22,1 и 16,2% ($P \leq 0,05$).

По результатам анализа гематологических показателей цыплят 40-дневного возраста (табл. 4) установлено, что в крови птицы 1–4 опытных групп содержание эритроцитов больше на 5,1; 2,6; 11,3% ($P \leq 0,05$) и 11,3% ($P \leq 0,05$) соответственно в сравнении с контролем. Наибольшее количество тромбоцитов наблюдали в 3-й опытной группе — $17,25 \times 10^3/\text{л}$, что выше, чем в контроле, на 26,2% ($P \leq 0,05$). В крови опытных групп содержалось также больше лейкоцитов (на 1,0–11,2%) и гемоглобина (на 6,0–11,2%) по сравнению с контролем.

Таблица 3. Гематологические показатели крови цыплят-бройлеров в возрасте 30 суток

Показатели	Группа				
	Контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная	4-я опытная
Эритроциты, $10^{12}/\text{л}$	2,52	2,53	3,72	3,71	2,89
Лейкоциты, $10^9/\text{л}$	23,57	23,70	24,85	23,87	23,92
Гемоглобин, г/л	102,83	105,50	109,00	119,17	125,00
СОЭ, мм/ч	4,83	4,50	4,67	4,33	4,33
Моноциты, %	7,83	8,17	9,83	10,33	12,00
Тромбоциты, $10^3/\text{л}$	14,67	14,33	15,83	15,50	15,33

Таблица 4. Гематологические показатели крови цыплят-бройлеров в возрасте 40 суток

Показатели	Группа				
	Контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная	4-я опытная
Эритроциты, $10^{12}/\text{л}$	2,74	2,88	2,81	3,05	3,05
Лейкоциты, $10^9/\text{л}$	21,87	22,98	23,48	24,33	22,10
Гемоглобин, г/л	115,75	122,67	124,75	128,67	125,00
Моноциты, %	14,00	15,50	18,25	11,00	16,25
Тромбоциты, $10^3/\text{л}$	13,67	14,75	17,00	17,25	15,17

Таблица 5. Фоновые биохимические показатели крови цыплят-бройлеров в возрасте 15 суток до введения в рацион препарата Бисфенол-5, (n=5)

Показатели	Норма	Результат в опыте
Общий белок, г/л	30,0–60,0	40,79
АлАТ, Ед/л	18,0–26,0	23,40
АсАТ, Ед/л	100–220	132,83
Глюкоза, ммоль/л	11–27,5	13,08
Холестерин, ммоль/л	0–2,5	0,56
Щелочная фосфатаза, Ед/л	150–180	156,98
Неорганический фосфор, мг/дл	2–4,5	3,82
Кальций, мг/дл	4–9	7,50

Повышение значений гематологических показателей при использовании антиоксиданта Бисфенол-5 в рационе птицы можно объяснить его способностью связывать активные формы кислорода, предотвращать свободнорадикальное окисление липопротеидов низкой плотности в плазме крови. Жирорастворимые антиоксиданты играют значимую роль в защите основных структурных компонентов биологических мембран, таких, как фосфолипиды, или погружённые в липидный слой белки. Достоверно установлено, что аналог Бисфенола-5 по механизму действия — жирорастворимый антиоксидант ионол, нормализующий концентрацию фибриногена в крови, уменьшающий агрегацию форменных её элементов, защищающий гемоглобин от окисления, проникая внутрь эритроцитов, восстанавливает фибринолитическую активность крови.

Биохимический анализ крови является одним из тончайших методов исследования. Он позволяет отследить влияние нежелательных процессов практически во всём организме.

Основные показатели этого метода представлены в таблицах 5–7.

Полученные данные (табл. 5) свидетельствуют о том, что уровень общего белка, его фракций, глюкозы, холестерина, содержание минеральных веществ, продуктов белкового обмена находились в пределах физиологической нормы. Активность ферментов пищеварительной системы, минерального обмена и внутриклеточного обмена была высокой и не выходила за пределы нормативных показателей.

Содержание общего белка подтверждает активность биохимических процессов, происходящих в организме птицы.

Уровень общего белка у цыплят опытных групп выше по сравнению с контрольной группой, что говорит о лучшей транспортировке липидов, гормонов, пигментов, минеральных веществ к различным органам и системам. Так, у бройлеров 2-й опытной группы количество общего белка превысило значение контрольной группы на 4,2% ($P \leq 0,05$), а у птицы 3-й опытной составило 6,3% ($P \leq 0,05$).

Глюкоза — один из важных компонентов крови. Большинство тканей (мозг, эритроциты, хрусталик глаза, паренхима почки, работающая мышца) полностью зависит от прямого поступления глюкозы в клетки, в частности в три типа клеток: печёночные, мышечные и жировой ткани.

Головной мозг, в отличие от остальных тканей, неспособен депонировать глюкозу и требует её постоянного поступления из крови для обеспечения энергетических потребностей. Содержание глюкозы в крови цыплят опытных групп находилось на уровне контроля и составило 11,05–13,0 мМоль/л.

Холестерин является компонентом клеточных мембран, служит исходным материалом при биосинтезе стероидных гормонов. В коже из модифицированного холестерина образуется витамин **D**. В печени холестерин превращается в желчные кислоты, их соли экскретируются из желчного пузыря в желудочно-кишечный тракт в составе желчи.

Его количество в 30-дневном возрасте у цыплят контрольной группы составило 3,57 мМоль/л. Содержание холестерина в сыворотке крови бройлеров 4-й опытной группы, которым скармливали антиоксидант в количестве 0,0015% от массы комбикорма, было на 0,78 мМоль/л больше ($P \leq 0,01$), чем в контроле.

Включение антиоксиданта в комбикорм повышало активность АЛАТ и АСАТ. Если в 30-дневном возрасте активность АЛАТ у птицы контрольной группы составила $18,00 \pm 3,21$ Ед./л, то у бройлеров опытных групп, получавших дополнительно препарат Бисфенол-5 в дозе 0,0002; 0,0004; 0,0008 и 0,0015% от массы комбикорма, содержание АЛАТ было соответственно на 8,3; 12,9; 37,9 и 23,2% больше ($P \leq 0,05$) контроля.

Ферментативная активность АСАТ бройлеров контрольной группы составила 157,83 Ед./л. Скармливание антиоксиданта бройлерам опытных групп в количестве 0,0002; 0,0004; 0,0008 и 0,0015% от массы комби-

Таблица 6. Биохимические показатели крови цыплят-бройлеров в возрасте 30 дней

Показатели	Группа				
	Контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная	4-я опытная
Общий белок, г/л	61,13	61,50	63,67	65,00	62,67
АЛАТ, Ед/л	18,00	19,50	20,33	24,83	22,17
АСАТ, Ед/л	157,83	167,33	246,67	246,33	239,67
Глюкоза, ммоль/л	11,05	11,15	11,27	11,92	13,00
Холестерин, ммоль/л	3,57	3,59	3,86	4,27	4,35
Щелочная фосфатаза, Ед/л	157,83	160,33	164,67	165,17	166,50
Неорганический фосфор, мг/дл	2,42	2,45	2,67	2,73	2,57
Кальций, мг/дл	4,47	4,52	4,63	4,68	4,60

Таблица 7. Биохимические показатели крови цыплят-бройлеров в возрасте 40 дней

Показатели	Группа				
	Контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная	4-я опытная
Общий белок, г/л	82,75	87,33	90,75	95,00	91,75
АЛАТ, Ед/л	7,33	6,50	6,25	6,33	6,25
АСАТ, Ед/л	359,50	354,33	331,00	329,67	363,50
Глюкоза, ммоль/л	11,63	11,93	12,54	12,42	12,81
Холестерин, ммоль/л	3,31	4,11	4,01	4,22	4,12
Щелочная фосфатаза, Ед/л	155,0	161,75	167,25	166,17	167,75
Неорганический фосфор, мг/дл	2,48	2,52	2,59	2,64	2,61
Кальций, мг/дл	4,60	4,81	4,83	4,88	4,80

корма способствовало повышению концентрации АСАТ в сыворотке крови, соответственно, на 9,5; 88,84; 88,5 и 81,84 Ед./л. Причём разница по данному показателю между цыплятами опытных и контрольной групп была достоверной.

У бройлеров контрольной группы в 30-дневном возрасте активность щелочной фосфатазы составила 157,83 Ед./л. Скармливание птице опытных групп полнорационного комбикорма, обогащённого препаратом Бисфенол-5 в дозе 0,0002; 0,0004; 0,0008 и 0,0015% от массы комбикорма, повышало в сыворотке крови активность щелочной фосфатазы соответственно на 1,6; 4,3; 4,7 и 5,5 процента.

Анализ биохимических показателей сыворотки крови цыплят-бройлеров перед убоем (табл. 7) показал, что содержание общего белка в 40-дневном возрасте у подопытной птицы увеличилось по сравнению с другими возрастными периодами. Ранее установленная закономерность повышения уровня общего белка у цыплят опытных групп под влиянием препарата Бисфенол-5 в сравнении с особями контрольной группы соблюдается. У бройлеров 3-й опытной группы, получавших антиоксидант в дозе

0,0008% от массы комбикорма, количество белка в крови на 14,8% ($P \leq 0,001$) больше, чем в контроле. Содержание кальция и фосфора в сыворотке крови и их соотношение (1,85:1) у птицы контрольной и опытных групп соответствует потребности птицы в этих элементах.

Таким образом, применение полнорационного комбикорма, обогащённого антиоксидантом Бисфенол-5 в количестве 0,0002; 0,0004; 0,0008 и 0,0015% от массы комбикорма, способствовало активизации биохимических процессов в организме птицы и повышало ферментативную активность.

Выводы. Проведённые исследования свидетельствуют о том, что скармливание полнорационного комбикорма, обогащённого антиоксидантом Бисфенол-5 в дозах 0,0002; 0,0004; 0,0008 и 0,0015% от его массы, оказывало положительное влияние на рост птицы.

Наибольшую живую массу в ходе эксперимента наблюдали в 3-й опытной группе, которой дополнительно в рацион вводили препарат Бисфенол-5 в дозе 0,0008% от массы комбикорма. Указанная группа превышала контроль на 265,6 грамма. Добавле-

ние в рацион бройлеров Бисфенола-5 улучшает морфологический состав крови, об этом свидетельствуют гематологические показатели. Увеличение в крови цыплят опытных групп в возрасте 30–40 суток количества эритроцитов на 5,1–47,6% и гемоглобина на 2,6–21,6% по сравнению с контролем свидетельствует об улучшении у них переноса кислорода из лёгких к тканям организма и активации обменных процессов.

Положительное влияние добавка оказывает на белковый, углеводный, минеральный обмены и ферментативную активность, что подтверждается результатами биохимических анализов крови. Повышается уровень белка на 15,7%, при этом содержание глюкозы возрастает на 7,8%, количество кальция и неорганического фосфора увеличивается соответственно на 6,1 и 6,5 процента. Активность ферментов АлАТ и АсАТ, участвующих в переваривании компонентов корма, повышается на 14,7 и 8,3 процента. При этом данные биохимического исследования сыворотки крови находились в пределах физиологической нормы и свидетельствуют о том, что в организме бройлеров не происходит патологических изменений.

Наибольшие величины указанных показателей и, как следствие, наибольший прирост живой массы цыплят-бройлеров наблюдали при включении в полнорационный комбикорм антиоксиданта в дозе 0,0008% от массы корма.

Литература:

1. Биохимия животных. Фундаментальные и клинические аспекты. С.Ю. Зайцев, Ю.В. Конопатов СПб. Краснодар. 2004. 384 с.
2. Ермолаев В.А., Никулина Е.Н. Динамика морфологических показателей крови телят с гнойными ранами. Материалы Междунар. научн.-практ. конф. Кадровое и научное обеспечение инновационного развития отрасли животноводства. Учёные записки Казанской ГАВМ им. Н.Э. Баумана. Казань. 2010. Т. 203. С. 109–114.
3. Клинико-морфологические показатели крови при лечении ран светодиодным излучением красного диапазона. А.В. Сапожников, И.С. Сухина, В.А. Ермолаев. Молодёжь и наука XXI века: Материалы II Всеросс. научн.-практ. конф. молод. уч. Ульяновск: УГСХА. 2007. Часть 1. С.148–151.
4. Биолого-продуктивный потенциал лактирующих коров при скормлинии антиоксидантов. С.И. Кононенко, Р.Б. Темираев, А.А. Газдаров / Труды Кубанского ГАУ. Краснодар. 2011. № 32. С. 163–165.
5. Smith R., Gore J.Z., Doyle M.P. Degradation of uric acid during autocatalytic oxidation of oxyhemoglobin induced by sodium nitrite // Free Radic. Biol. Med. 1991. Vol. 11. № 4. P. 373–377.
6. Kessel D. Hematoporphyrin and HPD: photophysics, photochemistry and phototherapy // Photochem. Photobiol. 1984. Vol. 39. № 6. P. 851–859.
7. В мире антиоксидантов: Учеб. пос. для самостоятельной работы студентов высших учебных заведений. Доровских В.А., Целуйко С.С., Симонова Н.В., Анохина Р.А.; ГБОУ ВПО Амурская ГМА. Благовещенск. 2012. 112 с.
8. Klvanova J., Beno I., Ondreicka R. Relation between fatty acid composition, vitamin E and malondialdehyde levels, and activity of antioxidant enzymes in the blood. // Bratisl Lek Listy. 1998. N 5. v. 9. P. 245.
9. Meister A. On the antioxidant effects of ascorbic acid and glutathione / A. Meister // Biochem. Pharmacol. 1992. № 44. P. 1905–1915.
10. Стимуляторы иммунитета. Д.Н. Лазарева, Е.К. Алехин. М.: Медицина. 1985. 256 с.
11. Гольденберг В. Водорастворимые антиоксиданты // Птицеводство. 1997. № 1. С. 18–19.
12. Биохимические показатели плазмы крови птиц, вакцинированных против инфекционного ларинготрахеита / И.Н. Громов, Л.Н. Громова, С.П. Герман / Проблемы зооинженерии в ветеринарной медицине: сборник научных работ / Харьковская госуд. зовет. ак.; В.О. Головки (отв. ред.) [и др.]. Харьков. 2007. Вып. 15(40). Часть 2. Том 1. С. 240–245.
13. Gutteridge V., Westermark T., Halliwell B. Oxygen damage in biological systems // Free radical. Aging and degenerative disease / New York. 2008. 211 p.
14. Девяткина Г.А. Активность физиологической антиоксидантной системы как критерий резистентности организма к стрессу / Биоантиоксидант: Тез. докл. II Всес. конф. Черноголовка. 1986. Т. 2. С. 118–119.
15. Halliwell B., Cbirico S. Lipid peroxidation: its mechanism, measurement, and significance. // Am. J. Clin. Nutr. 1993. V. 57. P. 715–725.
16. Эмануэль Н.М., Ляскова Ю.Н., Торможение процессов окисления жиров. М., 1961.
17. Characteristics of the stabilising action of phenolic antioxidant 4,4-bis(2,6-di-tert-butylphenol) in the ageing process of rubbers. Akhmadullin, R. M. Mukmeneva, N. A. etc. INTERNATIONAL POLYMER SCIENCE AND TECHNOLOGY. 2007. VOL. 34; NUMB 1, pp T/41-T/44.
18. Егоров И.А. Методика проведения научных и производственных исследований по кормлению сельскохозяйственной птицы, под общ. ред. В.И. Фисинина. Сергиев Посад: ВНИТИП. 2013. 51.
19. Шилов В.Н., Хакимова Г.А., Семина О.В., Ахмадуллин Р.М. Ростовые процессы цыплят-бройлеров при скормлинии им антиоксиданта «Бисфенол-5». В сб. Проблемы инновационного развития АПК: кадры, технологии, эффективность. Казань. 2017. Вып. 11: 320–324.
20. В мире антиоксидантов: Уч. пос. для самостоятельной работы студентов высших учебных заведений. Доровских В.А., Целуйко С.С., Симонова Н.В., Анохина Р.А.; ГБОУ ВПО «Амурская ГМА». Благовещенск. 2012. 112 с.

Для контакта с авторами:

Хакимова Гузалия Азатовна

тел.: 8 (927) 447-71-52

Шилов Валентин Николаевич

тел.: 8 (917) 924-74-95

Ахмадуллин Ренат Маратович

тел.: 8 (919) 643-30-07

Ахмадуллина Альфия Гариповна

тел.: 8 (917) 909-64-36

Семина Ольга Валентиновна

тел.: 8 (987) 413-03-40