

ВЛИЯНИЕ АНТИОКСИДАНТОВ НА МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ И БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КРОВИ, АНТИОКСИДАНТНУЮ ЗАЩИТУ КУР-НЕСУШЕК

¹И.И. Кцоева, ²М.В. Розовенко, ^{1,3}Р.Б. Темираев, ^{1,3}С.Г. Козырев, ¹М.С. Газзаева, ¹З.А. Кубатиева

¹Горский государственный аграрный университет, Владикавказ, Россия

²Российская академия наук, Москва, Россия

³Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного сельского хозяйства Владикавказский научный центр РАН, Владикавказ, Россия

E-mail: temiraev@mmail.ru

Для цитирования: Влияние антиоксидантов на морфологический и биохимический состав крови, антиоксидантную защиту кур-несушек / И.И. Кцоева, М.В. Розовенко, Р.Б. Темираев, С.Г. Козырев, М.С. Газзаева, З.А. Кубатиева // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2024. – № 4(73). – С. 220–227. – DOI: 10.31677/2072-6724-2024-73-4-220-227.

Ключевые слова: куры-несушки, антиоксиданты, перекисное окисление липидов, кровь, морфологический и биохимический состав, антиоксидантная защита.

Реферат. Исследования проведены на базе СПК «Дур-Дур» (РСО – Алания) на несушках кросса «КОББ-500», из которых в возрасте 155 дней при переводе в цех родительского стада по принципу групп-аналогов сформировали четыре группы по сто голов в каждой. Продолжительность данного эксперимента на курах-несушках составила 10 мес. Установлено, что совместное скормливание антиоксидантов витамина С из расчета 500,0 г/т и Эритокс из расчета 125,0 г/т комбикорма несушек 4-й опытной группы способствовало улучшению кроветворной функции. Из-за синергизма действия апробируемых антиоксидантов несушки 4-й опытной группы отличались лучшими показателями углеводного, белкового, липидного и минерального метаболизма, что против контроля проявилось в достоверном ($P > 0,95$) увеличении в сыворотке крови глюкозы на 0,53 ммоль/л, общего белка – на 4,48 г/л, активности аланинаминотрансферазы – на 5,00 ед./л и аспартатаминотрансферазы – на 5,97 ед./л, концентрации кальция – на 0,73 ммоль/л и фосфора – на 0,69 ммоль/л при одновременном снижении общих липидов – на 0,59 ммоль/л ($P > 0,95$) и холестерина – на 0,93 ммоль/л ($P > 0,95$). Кроме того, у несушек 4-й опытной группы относительно контроля оптимизировались процессы антиоксидантной защиты организма благодаря увеличению в крови активности глутатионпероксидазы на 7,31 % ($P > 0,95$) и глутатионредуктазы – на 19,96 % ($P > 0,95$).

INFLUENCE OF ANTIOXIDANTS ON THE MORPHOLOGICAL AND BIOCHEMICAL COMPOSITION OF BLOOD, ANTIOXIDANT PROTECTION OF LAYING CHICKS

¹I.I. Ktsoeva, ²M.V. Rozovenko, ^{1,3}R.B. Temiraev, ^{1,3}S.G. Kozyrev, ¹M.S. Gazzaeva, ¹Z.A. Kubatieva

¹Gorsky State Agrarian University, Vladikavkaz, Russia

²Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

³North Caucasus Research Institute of Mountain and Foothill Agriculture, Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Vladikavkaz, Russia

E-mail: temiraev@mmail.ru

Keywords: laying hens, antioxidants, lipid peroxidation, blood, morphological and biochemical composition, antioxidant protection.

Abstract. The research was carried out on the basis of the agricultural production complex “Dur-Dur” (Russian North Ossetia – Alania) on laying hens of the “KOB-500” cross, of which, at the age of 155 days, when transferred to the parent stock workshop, according to the principle of analogous groups, 4 groups of 100 heads each were formed. The duration of this experiment on laying hens was 10 months. It was found that joint feeding of antioxidants vitamin C at the rate of 500,0 g/t and Erytox at the rate of 125,0 g/t of mixed feed to laying hens of the 4-test group contributed to the improvement of hematopoietic function. Due to the synergism of the action of the tested antioxidants, laying hens of the 4-experimental group were distinguished by better

indicators of carbohydrate, protein, lipid and mineral metabolism, which, compared to the control, manifested itself in a significant ($P > 0,95$) increase in blood serum glucose by 0,53 mmol/l, total protein – by 4,48 g/l, alanine aminotransferase activity – by 5,00 units/l and aspartate aminotransferase – by 5,97 units/l, calcium concentration – by 0,73 mmol/l and phosphorus – by 0,69 mmol/l with a simultaneous decrease in total lipids – by 0,59 mmol/l ($P > 0,95$) and cholesterol – by 0,93 mmol/l ($P > 0,95$). In addition, in laying hens of the 4th experimental group, relative to the control, the body's antioxidant defense processes were optimized due to an increase in the activity of glutathione peroxidase in the blood by 7,31 % ($P > 0,95$) and glutathione reductase by 19,96 % ($P > 0,95$).

Перекисное окисление липидов (ПОЛ) – биохимические реакции преобразования кормовых жиров, попадающих в организм сельскохозяйственной птицы с кормами, с участием свободных кислородных радикалов, т. е. активно заряженных ионов. С учетом того, что липиды являются компонентами мембран клеток всех органов и тканей, биохимические реакции ПОЛ приводят к нарушению мембранных структур. Следствием этого становится повреждение и старение клеток (и организма в целом), снижение продуктивности яичной и мясной [1–4].

Избыточная же активность ПОЛ зачастую приводит к полному разрушению клеточных мембран. При этом наблюдается проникновение или выход из клеток питательных веществ, которых в норме в организме не должно быть. Это приводит к нарушению жизнедеятельности всех клеток организма, выражаемому в их разрушении, преждевременном старении, связывании ферментов и снижении скорости передачи сигнала от рецепторов. Чрезмерная активность системы ПОЛ в печени может явиться причиной нарушения деятельности сердечно-сосудистой системы, проявления воспалительных процессов и ослабления функциональной деятельности иммунной системы, прежде всего, антиоксидантной (антирадикальной) защиты (АОЗ) организма птицы. Это приводит к снижению пищевой и биологической ценности куриных яиц и птичьего мяса [5–8].

Для выправления указанной ситуации в организме сельскохозяйственной птицы следует усиливать функцию антиоксидантной системы, которая выступает в роли ингибирующего (тормозящего) фактора биохимических реакций ПОЛ. В этом ракурсе следует оптимизировать организацию питания молодняка и взрослой птицы. Прежде всего, следует более широко и рационально использовать в составе птичьих комбикормов препараты антиоксидантов, кото-

рые наиболее активно ингибируют процессы ПОЛ в организме [9–12].

На российском рынке кормовых биологически активных добавок ежегодно расширяется ассортимент препаратов антиоксидантов как природного (витамины С, Е и А, селен и др.), так и синтетического происхождения. При этом они отличаются высоким синергизмом действия, благодаря чему эффективнее ингибируются процессы ПОЛ, интенсифицируется промежуточный обмен и активируется система антирадикальной защиты организма птицы [13–17]. Однако установление более оптимальной дозировки и комбинации скармливания антиоксидантных препаратов может быть реализовано при проведении научно-производственных опытов на различных половозрастных группах сельскохозяйственной птицы.

Цель исследований – определить влияние антиоксидантов витамина С (природного происхождения) и Эритокс (синтетического происхождения) на морфологический и биохимический состав крови, а также на состояние антиоксидантной защиты организма кур-несушек.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектами исследований явились куры-несушки кросса «КОББ-500». Поэтому в ходе научно-производственного опыта, проведенного в условиях СПК «Дур-Дур» (РСО – Алания), из кур-молодок в возрасте 155 дней при переводе их в цех родительского стада по принципу групп-аналогов сформировали четыре группы по сто голов в каждой. Продолжительность данного эксперимента на курах-несушках составила 10 мес.

Схема кормления подопытной птицы в ходе научно-производственного опыта представлена в таблице.

Схема кормления птицы в ходе научно-хозяйственного опыта ($n = 100$)
Feeding scheme for poultry during a scientific and economic experiment ($n = 100$)

Группа	Полнораационный комбикорм (ПК)	Дозы внесения в ПК препаратов, г/т корма	
		Витамин С	Эритокс
1-я контрольная	ПК	–	–
2-я опытная	ПК	500,0	–
3-я опытная	ПК	–	125,0
4-я опытная	ПК	500,0	125,0

Дозы введения антиоксидантных препаратов в состав полнораационных комбикормов (ПК) были обусловлены рекомендациями отечественных фирм-производителей.

Содержание птицы в ходе эксперимента было напольным в типовых птичниках. Параметры микроклимата в помещении соответствовали требованиям Россельхознадзора.

Для гематологических исследований у пяти типичных голов кур-несушек из каждой группы при завершении научно-производственного эксперимента в ходе контрольного убоя отобрали образцы крови. По методикам, изложенным И.П. Кондрахиным и И.Д. Шпильманом [18], в указанных образцах крови изучали:

- морфологические показатели (количество гемоглобина, число эритроцитов и лейкоцитов);
- биохимические показатели (концентрация глюкозы, общих липидов, холестерина, общего белка, активность трансфераз – аспартатаминотрансфераза (АСТ) и аланинаминотрансфераза (АЛТ), содержание кальция и фосфора).

При изучении антиоксидантной защиты организма в образцах сыворотки крови взрослых кур по методам, изложенным Л.М. Двинской, Л.И. Никифоровой [19], определили активность ферментов глутатионпероксидазы и глутатионредуктазы.

Статистическую обработку результатов исследований осуществляли с применением программы Microsoft Office Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Антиоксиданты, оберегая мембраны клеток, в организме благоприятно воздействуют на кроветворную функцию сельскохозяйственной птицы. Поэтому изучали в составе образцов несвернувшейся крови у кур сравниваемых групп основные морфологические показатели.

Установлено, что в образцах крови у подопытного поголовья кур-несушек в ходе проведенного опыта по числу лейкоцитов статистически достоверной ($P < 0,95$) разницы не было.

Результаты исследований также показали, что из-за проявленного синергизма воздействия апробируемые антиоксиданты относительно аналогов контрольной группы обеспечили достоверно ($P > 0,95$) более высокое содержание в составе крови кур-несушек 4-й опытной группы числа эритроцитов на $0,55 \times 10^{12}/л$ и концентрации гемоглобина – на 4,62 г/л. Полученные результаты исследований основных морфологических показателей крови у птицы 4-й опытной группы свидетельствуют о стимулирующем воздействии при совместном скармливании препаратов витамина С и Эритокс на кроветворную функцию в организме.

Антиоксиданты, эффективно регулируя процессы перекисного окисления кормовых липидов, оказывают благоприятное воздействие на энергетический обмен в организме сельскохозяйственной птицы. С учетом изложенного, мы изучили влияние апробируемых антиоксидантов на наличие в сыворотке крови несушек сравниваемых групп массовой доли глюкозы (сахара), общих липидов и холестерина (рис. 1).

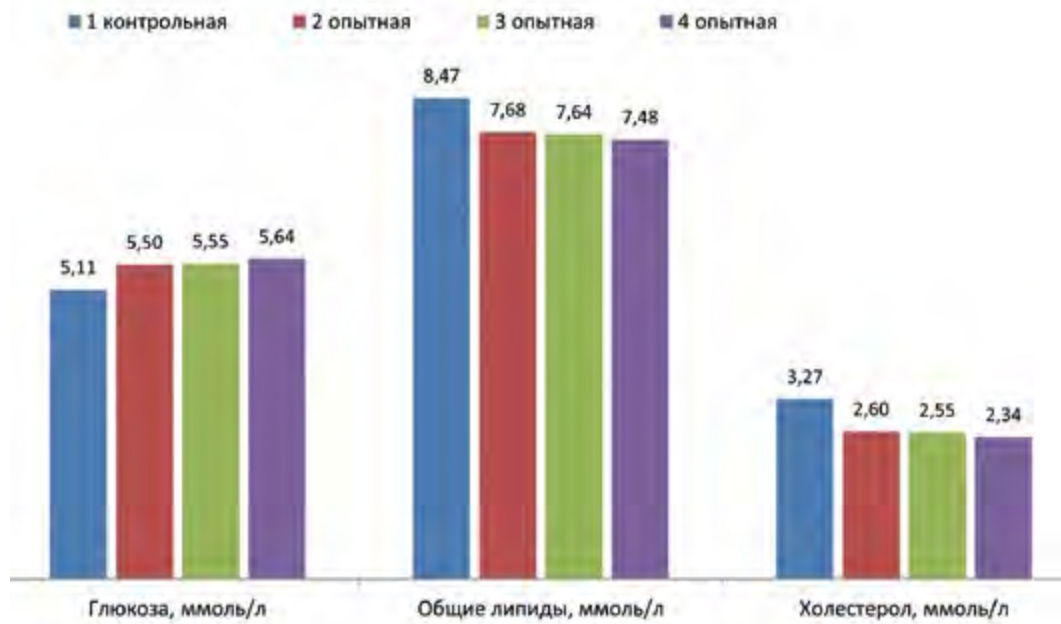


Рис. 1. Массовая доля в образцах крови кур сахара, общих липидов и холестерина
Mass fraction of sugar, total lipids and cholesterol in chicken blood samples

Установлено, что благодаря синергизму действия апробируемых антиоксидантов несушки 4-й опытной группы отличались лучшими особенностями углеводного и липидного метаболизма. Это у птицы данной группы по отношению к контрольным аналогам проявилось в достоверно ($P > 0,95$) более высоком содержании в крови глюкозы на 0,53 ммоль/л при параллельном снижении массовой доли общих липидов – на 0,59 ммоль/л ($P > 0,95$) и холестерина – на 0,93 ммоль/л

($P > 0,95$). Причиной этого считаем более благоприятное совместное воздействие антиоксидантов витамина С и Эритокс на процессы ПОЛ в организме кур 4-й опытной группы.

Параллельно с приведенными биохимическими показателями важно было изучить воздействие апробируемых кормовых антиоксидантов на белковый обмен и активность транспортных энзимов в крови подопытной птицы (рис. 2).

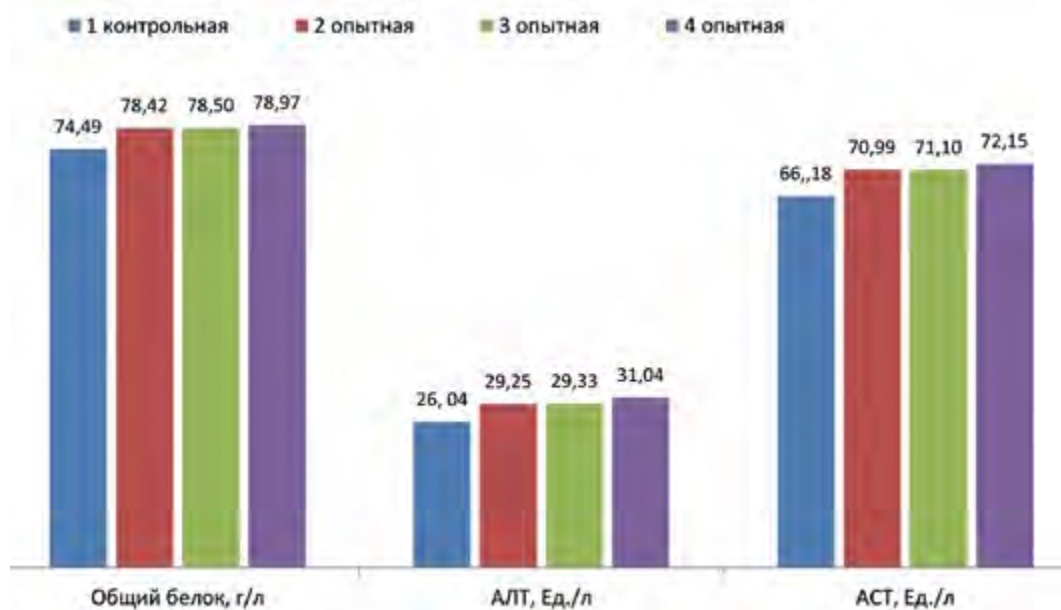


Рис. 2. Массовая доля общего белка и активность трансаминаз в крови несушек
Mass fraction of total protein and transaminase activity in the blood of laying hens

При совместном скармливании витамина С и Эритокс у несушек 4-й опытной группы интенсифицировался в крови белковый обмен и возросла активность транспортных энзимов, что против контроля проявилось в увеличении массовой доли общего белка на 4,48 г/л ($P > 0,95$), ферментативной активности АЛТ (аланинаминотрансферазы) – на 5,00 ед./л ($P > 0,95$) и АСТ (аспартатаминотрансферазы) – на 5,97 ед./л ($P > 0,95$).

Для увеличения яичной продуктивности у кур-несушек важное значение имеет процесс оптимизации кальций-фосфорного метаболизма, так как от усвояемости кальция кормов зависит толщина и прочность скорлупы яиц. Поэтому мы изучили концентрацию кальция и фосфора в сыворотке крови кур сравниваемых групп (рис. 3).

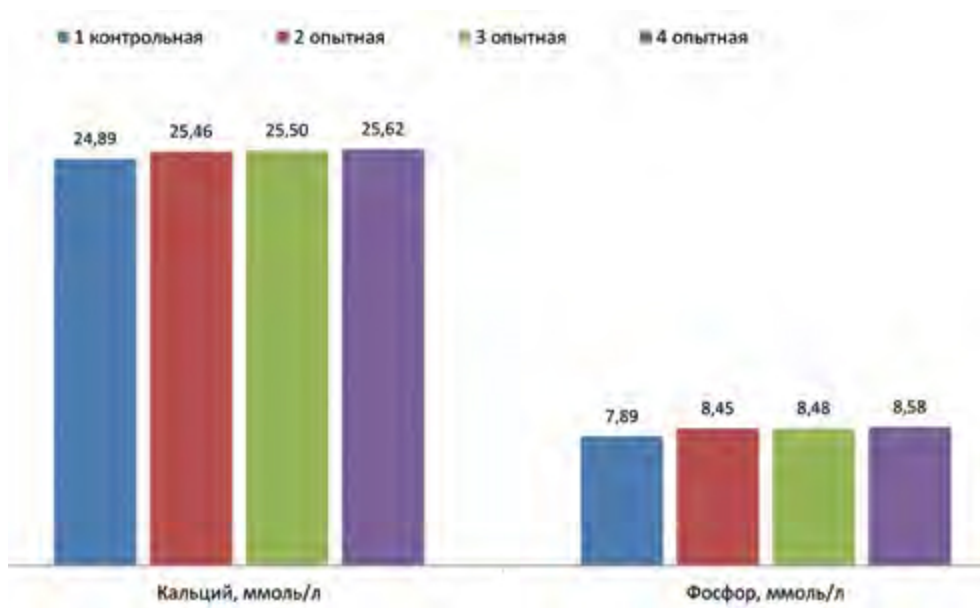


Рис. 3. Массовая доля кальция и фосфора в крови подопытной птицы
Mass fraction of calcium and phosphorus in the blood of experimental birds

Благодаря совместному скармливанию апробируемых антиоксидантов у кур 4-й опытной группы наблюдался лучший уровень минерального обмена, подтверждением чему является обогащение сыворотки их крови кальцием на 0,73 ммоль/л ($P > 0,95$) и фосфором – на 0,69 ммоль/л ($P > 0,95$).

Процессы ПОЛ – это биохимические реакции окислительной дегградации липидов под воздействием свободных кислородных радика-

лов. В связи с этим наши исследования были направлены на определение количественных характеристик в крови подопытной птицы продуктов ПОЛ, что крайне важно для установления роли окислительного стресса. В регуляции скорости протекания или ингибирования биохимических реакций ПОЛ непосредственное участие принимают ферменты глутатионпероксидаза и глутатионредуктазы (рис. 4).

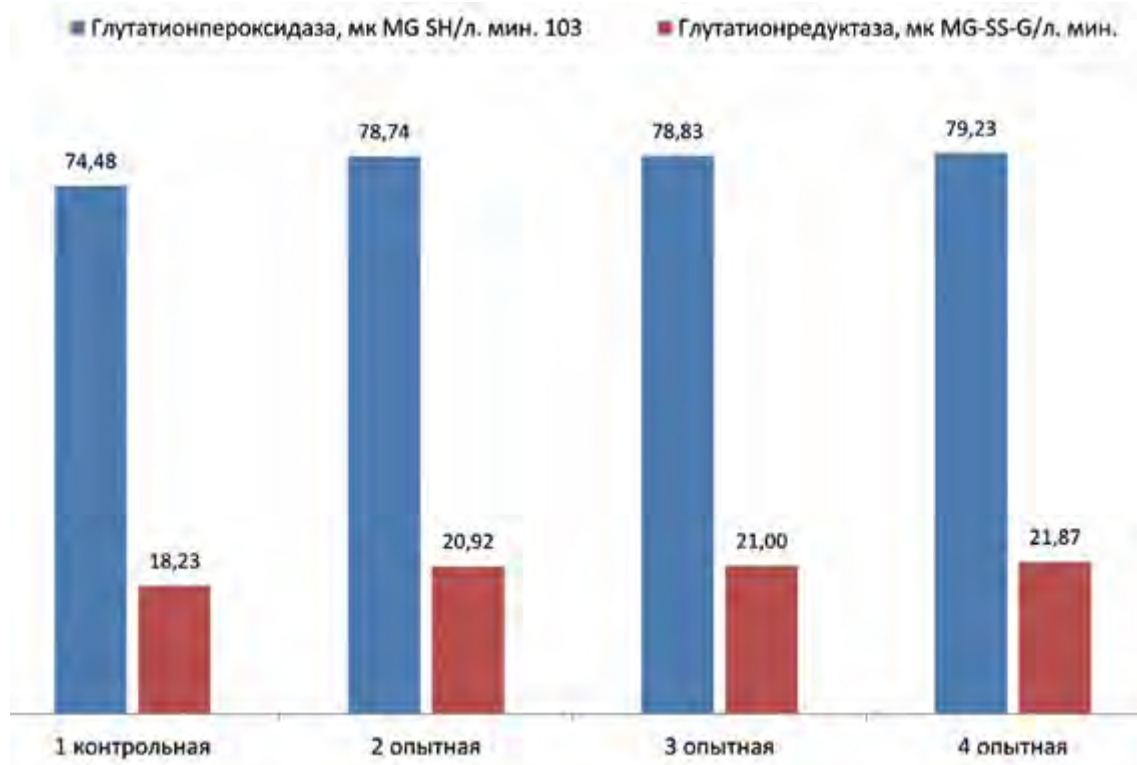


Рис. 4. Изучение активности глутатионпероксидазы (мк MG SH/л. мин. 10³) и глутатионредуктазы (мк MG-SS-G/л.мин.) в крови подопытной птицы

Study of the activity of glutathione peroxidase (μ MG SH/l min. 103) and glutathione reductase (μ MG-SS-G/l min.) in the blood of experimental birds

Установлено, что совместное введение препаратов витамин С и Эритокс у несушек 4-й опытной группы относительно контрольных аналогов способствовало нарастанию в составе крови активности энзимов глутатионпероксидазы на 7,31 % ($P > 0,95$) и глутатионредуктазы – на 19,96 % ($P > 0,95$). Эти данные свидетельствуют об ингибировании процессов ПОЛ и интенсификации АОЗ организма кур-несушек 4-й опытной группы под воздействием синергизма между антиоксидантами витамином С и препаратом Эритокс.

ВЫВОДЫ

1. Совместное скармливание антиоксидантов витамина С из расчета 500,0 г/т и Эритокс из расчета 125,0 г/т комбикорма в составе рационов кур-несушек 4-й опытной группы способствовало улучшению кроветворной функции в организме, что относительно аналогов 1-й контрольной группы проявилось в увеличении в образцах несвернувшейся крови числа эритроцитов на $0,55 \times 10^{12}/л$ ($P > 0,95$) и концентрации гемоглобина – на 4,62 г/л ($P > 0,95$).

2. Благодаря синергизму действия апробированных антиоксидантов несушки 4-й опытной

группы отличались лучшими параметрами углеводного, белкового, липидного и минерального метаболизма. Это против контроля проявилось в достоверном ($P > 0,95$) увеличении в сыворотке крови массовой доли глюкозы на 0,53 ммоль/л, общего белка – на 4,48 г/л активности АЛТ (аланинаминотрансферазы) – на 5,00 ед./л и АСТ (аспартатаминотрансферазы) – на 5,97 ед./л, концентрации кальция – на 0,73 ммоль/л) и фосфора – на 0,69 ммоль/л при параллельном снижении общих липидов – на 0,59 ммоль/л ($P > 0,95$) и холестерина – на 0,93 ммоль/л ($P > 0,95$).

3. Установлено, что совместное введение препаратов витамин С и Эритокс у несушек 4-й опытной группы относительно контрольных аналогов способствовало оптимизации процессов антиоксидантной защиты организма благодаря нарастанию в составе крови активности энзимов глутатионпероксидазы на 7,31 % ($P > 0,95$) и глутатионредуктазы – на 19,96 % ($P > 0,95$).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Влияние пробиотика и антиоксиданта на яичную продуктивность кур при риске афлатоксикоза* / М.Н. Мамукаев, З.А. Гутиева, И.И. Кцоева [и др.] // *Известия Горского государственного аграрного университета*. – 2015. – Т. 52, Ч. 4 – С. 153–157.
2. *Влияние биологически активных препаратов на процессы пищеварительного обмена сельскохозяйственной птицы* / Ф.Н. Цогоева, И.И. Кцоева, М.Д. Карсанова // *Известия Горского государственного аграрного университета*. – 2015. – Т. 52, Ч. 2. – С. 77–81.
3. *Использование природных антиоксидантов в кормлении цыплят-бройлеров* / О.С. Кошчаева, А.А. Рядинская, К.В. Лавриненко, И.А. Кошчаев // *Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет)*. – 2023. – № 3 (68). – С. 235–244.
4. *The use of chickpea flour in the minced meat products formula: Innovative Technologies in Environmental Engineering and Agroecosystems (ITEEA 2021)* / A. Dzhaboeva, O. Vyazrova, V. Tedtova [et al.] // *E3S Web of Conferences 1st International Scientific and Practical Conference*. – 2021. – P. 01026.
5. *Морфологический и биохимический состав крови перепелов при применении в питании пробиотика и витамина С* / Д.О. Сенцова, Р.Б. Темираев, С.Г. Козырев [и др.] // *Известия Горского государственного аграрного университета*. – 2018. – Т. 55, № 4. – С. 115–120.
6. *Сенцова Д.О., Темираев Р.Б.* Влияние пробиотика и витамина С на пищеварительный обмен перепелов // *Инновации и продовольственная безопасность*. – 2018. – № 4 (22). – С. 106–109.
7. *Алексеева Н.М., Борисова П.П., Николаева Н.А.* Биохимические показатели крови молодняка при скармливании кормовых добавок // *Ветеринария и кормление*. – 2019. – № 1. – С. 24–26.
8. *Pellegrini N.R., Proteggente A.* Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay // *Free radical biology and medicine*. – 1999. – Vol. 26 (9–10). – P. 1231–1237. – DOI: 10.1016/S0891-5849(98)00315-3.
9. *Andres A.I., Petron M.J., Delgado-Adamez J.* Effect of Tomato Pomace Extracts on the Shelf-Life of Modified Atmosphere-Packaged Lamb // *Meat. Journal of Food Processing and Preservation*. – 2017. – Vol. 41. – P. e13018. – DOI: 10.1111/jfpp.13018.
10. *Пуховая продуктивность и генотипические особенности по полиморфизму гена BLG и группам крови коз Горного Алтая* / Г.М. Гончаренко, Т.Б. Каргачакова, Н.Б. Гришина, Т.С. Хорошилова, О.Л. Халина // *Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет)*. – 2020. – № 3 (56). – С. 94–101.
11. *Jing H., Kitts D.* Antioxidant activity of sugar-lysine Maillard reaction products in cell free and cell culture systems // *Archives of Biochemistry and Biophysics*. – 2004. – Vol. 429 (2). – P. 154–163. – DOI: 10.1016/j.abb.2004.06.019.
12. *Domínguez R., Pateiro M., Gagaoua M.* A comprehensive review on lipid oxidation in meat and meat products // *Antioxidants*. – 2019. – Vol. 8 (10). – P. 429. – DOI: 10.3390/antiox8100429.
13. *Повышение мясной продуктивности и биологической ценности мяса бройлеров* / И.И. Кцоева, А.А. Баева, Г.С. Тукфатулин [и др.] // *Мясная индустрия*. – 2015. – № 12. – С. 44–45.
14. *Переваримость и усвояемость питательных веществ кормов у бройлеров при добавках антиоксидантов* / А.Г. Кошчаев, И.И. Кцоева, Л.А. Витюк [и др.] // *Труды Кубанского государственного аграрного университета*. – 2022. – № 99. – С. 262–269.
15. *Токсикологические исследования добавки кормовой эндофорс мульты на лабораторных животных* / С.В. Малков, А.С. Красноперов, О.Ю. Опарина [и др.] // *Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет)*. – 2023. – № 2 (67). – С. 220–228.
16. *Физиологический статус лактирующих голштинских коров в условиях Сибири* / К.В. Жучаев, М.Л. Кочнева, Е.А. Борисенко [и др.] // *Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет)*. – 2016. – № 4. – С. 118–124.
17. *Осипова Н.А., Магер С.Н., Попов Ю.Г.* Лабораторные исследования крови животных. – Новосибирск, 2003. – 48 с.
18. *Кондрахин И.П., Шпильман И.Д.* Клиническая лабораторная диагностика в ветеринарии: Справ. изд. – М., 1985. – 287 с.
19. *Двинская Л.М., Шубин А.А.* Использование антиоксидантов в животноводстве. – Л.: Агропромиздат, 1986. – 180 с.

REFERENCES

1. Mamukaev M.N., Gutieva Z.A., Ktsoeva I.I. [i dr.], *Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2015, Vol. 52, No. 4, pp. 153–157. (In Russ.)
2. Tsogoeva F.N., Ktsoeva I.I., Karsanova M.D., *Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2015, Vol. 52, No. 2, pp. 77–81. (In Russ.)
3. Koshchaeva O.S., Ryadinskaya A.A., Lavrinenko K.V., Koshchaev I.A., *Vestnik NGAU (Novosibirskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet)*, 2023, No. 3 (68), pp. 235–244. (In Russ.)

4. Dzhaboeva A., Byazrova O., Tedtova V., Baeva Z., Kokaeva M.B., The use of chickpea flour in the minced meat products formula: Innovative Technologies in Environmental Engineering and Agroecosystems (ITEEA 2021), *E3S Web of Conferences 1st International Scientific and Practical Conference*, 2021, pp. 01026.
5. Sentsova D.O., Temiraev R.B., Kozyrev S.G. [i dr.], *Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2018, Vol. 55, No. 4, pp. 115–120. (In Russ.)
6. Sentsova D.O., Temiraev R.B., *Innovatsii i prodovol'stvennaya bezopasnost'*, 2018, No. 4 (22), – P. 106-109. (In Russ.)
7. Alekseeva N.M., Borisova P.P., Nikolaeva N.A., *Veterinariya i kormlenie*, 2019, No. 1, pp. 24–26. (In Russ.)
8. Pellegrini N.R., Proteggente A., Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay, *Free radical biology and medicine*, 1999, Vol. 26 (9–10), pp. 1231–1237, DOI: 10.1016/S0891-5849(98)00315-3.
9. Andres A.I., Petron M.J., Delgado-Adamez J., Effect of Tomato Pomace Extracts on the Shelf-Life of Modified Atmosphere-Packaged Lamb, *Meat. Journal of Food Processing and Preservation*, 2017, Vol. 41, pp. e13018, DOI: 10.1111/jfpp.13018.
10. Goncharenko G.M., Kargachakova T.B., Grishina N.B., Khoroshilova T.S., Khalina O.L., *Vestnik NGAU (Novosibirskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet)*, 2020, No. 3 (56), pp. 94–101. (In Russ.)
11. Jing H., Kitts D., Antioxidant activity of sugar-lysine Maillard reaction products in cell free and cell culture systems, *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 2004, Vol. 429 (2), pp. 154–163, DOI: 10.1016/j.abb.2004.06.019.
12. Domínguez R., Pateiro M., Gagaoua M., A comprehensive review on lipid oxidation in meat and meat products, *Antioxidants*, 2019, Vol. 8 (10), pp. 429, DOI: 10.3390/antiox8100429.
13. Ktsoeva I.I., Baeva A.A., Tukfatulin G.S., Tedtova V.V., Vityuk L.A., *Myasnaya industriya*, 2015, No. 12, pp. 44–45. (In Russ.)
14. Koshaev A.G., Ktsoeva I.I., Vityuk L.A. [i dr.], *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2022, No. 99, pp. 262–269. (In Russ.)
15. Malkov S.V., Krasnoperov A.S., Oparina O.Yu., Belousov A.I., Vershinina I.Yu., *Vestnik NGAU (Novosibirskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet)*, 2023, No. 2 (67), pp. 220–228. (In Russ.)
16. Zhuchaev K.V., Kochneva M.L., Borisenko E.A. [i dr.], *Vestnik NGAU (Novosibirskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet)*, 2016, No. 4, pp. 118–124. (In Russ.)
17. Osipova N.A., Mager S.N., Popov Yu.G., *Laboratornye issledovaniya krovi zhivotnykh* (Laboratory studies of animal blood), Novosibirsk, 2003, 48 p.
18. Kondrakhin I.P., *Klinicheskaya laboratornaya diagnostika v veterinarii* (Clinical laboratory diagnostics in veterinary medicine), Moscow, 1985, 287 p.
19. Dvinskaya L.M., Shubin A.A., *Ispol'zovanie antioksidantov v zhivotnovodstve* (Use of antioxidants in animal husbandry), Leningrad: Agropromizdat, 1986, 180 p.

Информация об авторах:

И.И. Кцоева, кандидат биологических наук
 М.В. Розовенко, доктор ветеринарных наук
 Р.Б. Темираев, доктор сельскохозяйственных наук
 С.Г. Козырев, доктор биологических наук
 М.С. Газзаева, доктор сельскохозяйственных наук
 З.А. Кубатиева, кандидат экономических наук

Contribution of the authors:

I.I. Ktsoeva, Candidate of Biological Sciences
 M.V. Rozovenko, Doctor of Veterinary Sciences
 R.B. Temiraev, Doctor of Agricultural Sciences
 S.G. Kozyrev, Doctor of Biological Sciences
 M.S. Gazzaeva, Doctor of Agricultural Sciences
 Z.A. Kubatieva, Candidate of Economic Sciences

Вклад авторов:

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.