

Животноводство и кормопроизводство. 2022. Т. 105, № 2. С. 95-106.
Animal Husbandry and Fodder Production. 2022. Vol. 105, no 2. P. 95-106.

Научная статья
УДК 636.5:577.17:591.11
doi:10.33284/2658-3135-105-2-95

Морфобиохимические показатели крови цыплят-бройлеров при применении кремнийсодержащей кормовой добавки

Лера Ленуровна Мусабаева¹, Елена Анатольевна Сизова², Яна Владимировна Лутковская³, Анастасия Петровна Иванищева⁴

¹²³⁴Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, Оренбург, Россия

¹musabaeva_l@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0199-1013>

²Sizova.L78@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5125-5981>

³ylutkovskaya@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0142-2304>

⁴nessi255@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8264-4616>

Аннотация. Кровь, являясь жидкой тканью организма, осуществляет связь всех органов и систем между собой и с внешней средой и отражает физиологическое состояние животного в целом. В статье представлены результаты оценки морфологического и биохимического составов крови цыплят-бройлеров кросса «Арбор-Айкрес» при применении кормовой добавки Silaccess в дозах 0,1 %, 0,08 %, 0,06 % от общего рациона. Введение в рацион цыплят-бройлеров кормовой добавки Silaccess способствует повышению в лейкограмме доли моноцитов, что обуславливает усиление неспецифической резистентности организма с максимальным проявлением эффекта у животных, получавших наибольшее количество кормовой добавки – 0,1 %. Среди биохимических показателей значимые изменения коснулись триглицеридов, содержание которых снизилось во всех опытных группах в пределах от 28,36 % до 37,88 %, а также уровня мочевины и общего билирубина на фоне повышения общего белка и альбумина.

Ключевые слова: цыплята-бройлеры, кормление, продуктивность, морфобиохимические показатели крови, кремний

Благодарности: работа выполнена при поддержке Российского научного фонда, проект № 20-16-00078.

Для цитирования: Морфобиохимические показатели крови цыплят-бройлеров при применении кремнийсодержащей кормовой добавки / Л.Л. Мусабаева, Е.А. Сизова, Я.В. Лутковская, А.П. Иванищева // Животноводство и кормопроизводство. 2022. Т. 105, № 2. С. 95-106. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-105-2-95>

Original article

Morphobiochemical parameters of blood of broilers using a silicon-containing feed additive

Lera L Musabayeva¹, Elena A Sizova², Yana V Lutkovskaya³, Anastasia P Ivanishcheva⁴

¹²³⁴Federal Research Centre for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia

¹musabaeva_l@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0199-1013>

²Sizova.L78@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5125-5981>

³ylutkovskaya@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0142-2304>

⁴nessi255@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8264-4616>

Abstract. Blood as a liquid tissue of body, connects all organs, systems, and body with the external environment and reflects the physiological state of body as a whole. The article presents the results of the assessment of morphological and biochemical composition of blood of Arbor Acres broilers using Silaccess feed additive at doses of 0.1%, 0.08%, 0.06% of the total diet. The introduction of Silaccess feed additive into the diet of broiler chickens contributes to an increase in the proportion of monocytes in the

leukogram, which leads to an increase in the nonspecific resistance of the organism with the maximum manifestation of the effect in animals that received the highest amount of the feed additive - 0.1%. Among the biochemical indicators, significant changes affected triglycerides, the content of which decreased in all experimental groups ranging from 28.36% to 37.88%, as well as the level of urea and total bilirubin against the background of an increase in total protein and albumin.

Keywords: broiler chickens, feeding, productivity, morphobiochemical parameters of blood, silicon

Acknowledgments: the work was supported by the Russian Science Foundation, Project No 20-16-00078.

For citation: Musabayeva LL, Sizova EA, Lutkovskaya YaV, Ivanishcheva AP. Morphobiochemical parameters of blood of broilers using a silicon-containing feed additive. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2022;105(2):95-106. (In Russ.). <https://doi.org/10.33284/2658-3135-105-2-95>

Введение.

Птицеводство является одной из приоритетных в России скороспелых отраслей животноводства. В промышленном птицеводстве современные кроссы птицы характеризуются высоким генетическим потенциалом продуктивности (Степанова А.М., 2018; Федорова Е.С. и др., 2020; Иванченко А.В., 2021).

Важнейшая роль в отечественном мясном птицеводстве принадлежит бройлерной отрасли (Волков А.Х. и др., 2021). Одним из факторов, влияющих на увеличение продуктивности сельскохозяйственной птицы, является сбалансированное кормление. Для этого необходимо разрабатывать рационы птицы с учётом питательности применяемых кормов (Котарев В.И. и др., 2021).

Кремний как один из условно-эссенциальных микроэлементов в последние годы привлекает всё большее внимание учёных и практиков на фоне беспрецедентного повышения генетического потенциала современных пород и кроссов животных и птицы. В связи с чем необходимо формировать рационы животных из всё более широкого числа микронутриентов. Высокопродуктивные кроссы наиболее чувствительны к недостатку питательных веществ, в том числе и минеральных. В последние годы для устранения дефицита необходимых минеральных веществ в рационах животных и птицы используют кормовые добавки, в том числе кремнийсодержащие (Мирошников С.А. и др., 2020).

Одним из индикаторов физиологического состояния живого организма является кровь. Гематологические показатели весьма чувствительны к воздействию изменяющихся эндогенных и экзогенных факторов, в том числе обусловленных характером питания (Талдыкина А.А. и Семенютин В.В., 2021).

Базовой функцией кремния является участие в различных реакциях метаболизма как вещества, ускоряющего скорость химической реакции, а также в качестве связующего элемента, который обеспечивает нормальное течение жизненно важных механизмов. При недостатке микроэлементов наблюдается снижение продуктивности, замедляется рост, повышается заболеваемость животных (Еремин С.В., 2016). Однако до сих пор в литературе нет достаточных сведений о влиянии кремнийсодержащих компонентов рациона на гематологические и биохимические показатели крови цыплят-бройлеров.

Цель исследования.

Изучение динамики морфобиохимических показателей крови цыплят-бройлеров в зависимости от концентрации кормовой добавки Silaccess в рационе.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Цыплята-бройлеры кросса «Арбор Аякрес».

Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями и рекомендациями российских нормативных актов (1987 г.; Приказ Мин-

здрава СССР No 755 от 12.08.1977 «О мерах по дальнейшему совершенствованию организационных форм работы с использованием экспериментальных животных») и «Guide for the Care and Use of Laboratory Animals» (National Academy Press, Washington, D.C., 1996). При проведении исследований были предприняты меры для обеспечения минимума страданий животных и уменьшения количества исследуемых опытных образцов.

Схема эксперимента. Исследования проводились в 2021 году в виварии ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук» (ФНЦ БСТ РАН). Методом пар-аналогов было отобрано 60 суточных цыплят-бройлеров и сформированы четыре группы (n=15) – контрольная и три опытных. Условия содержания цыплят опытных и контрольной групп были идентичными и соответствовали зоотехническим нормам. Доступ к воде и корму – свободный. Цыплята контрольной группы на протяжении всего эксперимента получали основной рацион (ОР), остальной птице в период с недельного возраста по 42 сутки в рацион дополнительно вводили кормовую добавку Silaccess (ООО «Технолог 2Д», Россия) в дозировке: I группа – 0,06 %, II – 0,08 %, III группа – 0,1 % от основного рациона. Кормление цыплят-бройлеров проводилось согласно рекомендациям ВНИТИПа (2010).

Оборудование и технические средства. Исследования выполнены в ЦКП БСТ РАН <http://цкп-бст.рф>. Кровь животных исследовали на биохимическом автоматическом анализаторе марки Dirui CS-240 («DIRUI», Китай) и морфологическом автоматическом анализаторе DF-50 Vet («Shenzhen Dymind Biotechnology Co», Китай).

Статистическая обработка. Статистическую обработку полученных данных проводили с применением офисного программного комплекса «Microsoft Office» и программы «Excel» («Microsoft», США) с обработкой данных в «Statistica 10.0» («Stat Soft Inc.», США). Результаты представлены в виде среднего (M) и стандартной ошибки среднего (m). Достоверность различий сравниваемых показателей определяли по t-критерию Стьюдента. Достоверными считали значения при $P \leq 0,05$.

Результаты исследований.

В эксперименте колебания показателей морфологического и биохимического составов крови цыплят-бройлеров находились в пределах физиологической нормы. В 28-суточном возрасте концентрация гемоглобина цыплят контрольной группы составляет 100 % от количества гемоглобина взрослой птицы. Обеспеченность эритроцитов гемоглобином находится на высоком уровне, при верхней границе физиологической нормы 120 г/л.

Скармливание кормовой добавки Silaccess в течение 28 суток сопровождалось снижением количества эритроцитов в III опытной группе на 10,43 % и гемоглобина – на 8,14 % по сравнению с контрольными значениями. Показатели гемоглобина и количества эритроцитов были приближены к контрольным значениям лишь в I опытной группе (0,06 % кормовой добавки).

Несмотря на снижение количества эритроцитов в крови, показатель насыщения их гемоглобином (МСН) находился на высоком уровне. При этом величина МСН в I опытной группе была выше на 2,77 %, во II опытной – на 3,36 %, в III опытной группе – на 2,06 % по сравнению с контрольной. В возрасте 42 суток величина МСН характеризуется более высокими значениями во II и III опытных группах по сравнению с контрольной и превышает её на 2,13 % во II опытной группе и 0,22 % – в III опытной группе.

Соответственно изменениям картины крови прослеживается взаимосвязь снижения показателя гематокрита в опытных группах по сравнению с контрольной.

В динамике количества лейкоцитов прослеживается тенденция их снижения во всех опытных группах в начале эксперимента. Однако в дальнейшем наблюдается постепенное выравнивание: в конце экспериментального исследования (42 сутки) уровень лейкоцитов в I опытной группе (доза кормовой добавки – 0,06 %) был приближен к контрольным значениям.

В целом, полученные данные по морфологическому составу крови свидетельствуют об отсутствии негативного воздействия на здоровье на фоне применения кормовой добавки (табл. 1).

Таблица 1. Показатели морфологического состава крови цыплят-бройлеров кросса «Арбор-Айкрес» при применении кремнийсодержащей кормовой добавки Silaccess

Table 1. Indicators of blood morphological composition in broiler chickens of Arbor Acres cross using silicon-containing feed additive Silaccess

Показатель / Indicator	I опытная / group I	II опытная / group II	III опытная / group III	Контрольная / Control
возраст цыплят-бройлеров 28 сутки / Age of broiler chickens – 28 days				
Гемоглобин, г/л/Hemoglobin, g/l	111,20±1,655	98,20±3,734	103,80±1,934	113,00±3,937
Эритроциты, 10 ⁶ /л/ Erythrocytes, 10 ⁶ /l	2,01±0,025	1,76±0,058	1,89±0,020	2,11±0,075
Лейкоциты, 10 ⁶ /л / Leukocytes, 10 ⁶ /l	38,57±1,378	33,83±0,842	36,93±1,360	41,26±1,362
Гематокрит, % / Hematocrit, %	24,48±0,389	21,58±0,686	22,66±0,411	24,72±0,608
МСН, пг / MCH, pg	55,32±0,485	55,64±0,605	54,94±0,823	53,83±0,937
возраст цыплят-бройлеров 42 сутки / age of broiler chickens – 42 days				
Гемоглобин, г/л/Hemoglobin, g/l	102,60 ±3,919	97,60±3,385	99,40±6,615	116,00±4,370
Эритроциты, 10 ⁶ /л / Erythrocytes, 10 ⁶ /l	1,91±0,074	1,75±0,052	1,83±0,127	2,13±0,085
Лейкоциты, 10 ⁶ /л / Leukocytes, 10 ⁶ /l	36,17±2,737	30,76±1,569	31,75±2,411	39,43±2,737
Гематокрит, % / Hematocrit, %	22,82±0,858	21,88±0,845	22,36±1,376	25,30±1,069
МСН, пг / MCH, pg	53,78±0,398	55,58±0,525	54,54±1,368	54,42±0,738

Введение в рацион цыплят-бройлеров кормовой добавки Silaccess способствует стимуляции неспецифической резистентности за счёт повышения в лейкограмме доли моноцитов, пиковый рост которых наблюдается на 42 сутки в III опытной группе, получавшей максимальное количество кормовой добавки – 0,1 % от общего рациона, что свидетельствует о повышении функциональной активности клеточных факторов иммунитета (табл. 2).

Таблица 2. Лейкограмма крови цыплят-бройлеров кросса «Арбор-Айкрес»
Table 2. Leukogram of blood of broiler chickens of Arbor Acres cross

Показатель / Indicator	I опытная / group I	II опытная / group II	III опытная / group III	Контрольная / Control
Возраст цыплят-бройлеров 28 сутки / Age of broiler chickens – 28 days				
Моноциты, % / Monocytes, %	0,52±0,218	0,14±0,068	0,10±0,000	0,24±0,087
Лимфоциты, % / Lymphocytes, %	45,58±6,815	70,94±3,595	62,76±2,564	59,98±4,174
Нейтрофилы, % / Neutrophils, %	45,30±4,699	23,48±2,348	32,24±1,792	35,54±3,580
Эозинофилы, % / Eosinophils, %	7,84±1,955	4,58±1,225	4,48±1,011	3,88±0,819
Базофилы, % / Basophils, %	0,56±0,081	0,86±0,075**	0,42±0,092	0,36±0,060
возраст цыплят-бройлеров 42 сутки / age of broiler chickens – 42 days				
Моноциты, % / Monocytes, %	0,34±0,144	0,52±0,120	0,62±0,222	0,42±0,208
Лимфоциты, % / Lymphocytes, %	47,92±5,938	46,32±6,197	48,04±2,872	60,80±4,399
Нейтрофилы, % / Neutrophils, %	43,12±4,505	41,72±5,614	41,36±2,620	35,10±3,682
Эозинофилы, % / Eosinophils, %	8,04±1,542**	11,04±1,152***	9,30±1,044**	3,22±0,574
Базофилы, % / Basophils, %	0,66±0,060***	0,40±0,071**	0,68±0,111*	0,46±0,051

Примечание: * – достоверная разница опытных групп с контрольной группой (P≤0,05),

** – достоверная разница опытных групп с контрольной группой (P≤0,01),

*** – достоверная разница опытных групп с контрольной группой (P≤0,001)

Note: * – significant difference between the experimental groups and the control group (P≤0.05),

** – significant difference between the experimental groups and the control group (P≤0.01),

*** – significant difference between the experimental groups and the control group (P≤0.001)

При исследовании биохимических показателей сыворотки крови (табл. 3) установлено повышение содержания мочевины в 42-суточном возрасте во всех опытных группах: в I – на 100,48 %, во II – на 60,24 %, в III – на 45,30 % (табл. 3).

Таблица 3. Биохимические показатели сыворотки крови цыплят-бройлеров кросса «Арбор-Айкрес»

Table 3. Biochemical parameters of blood serum of broiler chickens of Arbor Acres cross

Показатель / Indicator	I опытная / group I	II опытная / group II	III опытная / group III	Контрольная / Control
возраст цыплят-бройлеров 28 суток / Age of broiler chickens – 28 days				
АЛТ, Ед/л / ALT, U/l	9,90±0,551	10,76±0,073	8,44±0,910	8,32±0,649
АСТ, Ед/л / AST, U/l	171,84±16,119	294,30±16,903**	260,98±16,443*	262,70±6,187
Общий белок, г/л / Total protein, g/l	24,23±0,830	27,89±0,714*	27,01±0,550*	28,87±1,038*
Холестерин, ммоль/л / Cholesterol, mmol/l	2,41±0,220	3,02±0,060*	3,29±0,168	3,70±0,243*
Триглицериды, ммоль/л / Triglycerides, mmol/l	4,83±0,153	3,46±0,126	3,34±0,118	3,00±0,110
Билирубин общий, мкмоль/л / Bilirubin Total, μmol/l	0,38±0,091	0,78±0,050*	0,90±0,073	0,55±0,047
Мочевина, ммоль/л / Urea, mmol/l	8,30±0,361	16,64±0,313	13,30±0,992	12,06±0,599
Креатинин, мкмоль/л / Creatinine, μmol/l	23,82±1,161	35,18±0,402*	29,28±0,693	34,24±1,172**
Глюкоза, ммоль/л / Glucose, mmol/l	10,17±0,154	9,63±0,688	10,53±0,572	11,29±0,308*
Альбумин, г/л / Albumin, g/l	9,80±0,374	11,40±0,400	10,40±0,510	11,40±0,400
Билирубин прям., ммоль/л / Bilirubin Direct, mmol/l	0,70±0,020	0,68±0,020	0,50±0,020	0,48±0,056
возраст цыплят-бройлеров 42 суток / age of broiler chickens – 42 days				
АЛТ, Ед/л / ALT, U/l	8,66±0,931	12,00±0,071	8,98±0,786	8,98±0,219
АСТ, Ед/л / AST, U/l	267,24±12,785	387,12±39,182*	326,14±29,364	485,84±31,091*
Общий белок, г/л / Total protein, g/l	27,50±1,155	34,73±1,631*	36,23±1,845*	36,92±0,953**
Холестерин, ммоль/л / Cholesterol, mmol/l	2,58±0,057	3,38±0,033*	3,70±0,028	3,86±0,032
Триглицериды, ммоль/л / Triglycerides, mmol/l	0,36±0,088	0,28±0,047	0,21±0,030	0,23±0,025
Билирубин общий, мкмоль/л / Bilirubin Total, μmol/l	447,80±14,026	316,80±29,973	203,00±13,183	394,80±13,504
Мочевина, ммоль/л / Urea, mmol/l	1,50±0,000	0,74±0,150	0,68±0,166	0,60±0,045
Креатинин, мкмоль/л / Creatinine, μmol/l	18,42±0,971	19,30±1,810	17,02±0,937	17,74±1,015
Глюкоза, ммоль/л / Glucose, mmol/l	11,34±0,425	9,78±0,631	9,90±0,588	9,94±0,627
Альбумин, г/л / Albumin, g/l	12,00±0,548	15,20±0,800*	16,60±0,812**	17,00±0,447**
Билирубин прям., ммоль/л / Bilirubin Direct, mmol/l	0,34±0,028	1,19±0,111**	1,31±0,081***	1,23±0,085***

Примечание: * – достоверная разница опытных групп с контрольной группой ($P \leq 0,05$),

** – достоверная разница опытных групп с контрольной группой ($P \leq 0,01$),

*** – достоверная разница опытных групп с контрольной группой ($P \leq 0,001$)

Note: * – significant difference between the experimental groups and the control group ($P \leq 0.05$), ** – significant difference between the experimental groups and the control group ($P \leq 0.01$),

*** – significant difference between the experimental groups and the control group ($P \leq 0.001$)

Определение общего и прямого билирубина в сыворотке крови показало, что Silaccess в дозе 0,1 % от рациона вызывает минимальное по сравнению с остальными опытными группами повышение данных показателей на 44,74 % (общий билирубин) и 78,57 % (прямой билирубин).

Показатели креатинина в сыворотке крови цыплят-бройлеров в возрасте 28 суток превышают значения контрольной группы во всех опытных группах: в I – на 47,69 % ($P \leq 0,05$), во II – на 22,92 %, в III – на 43,74 % ($P \leq 0,01$). К концу эксперимента во II и III опытных группах отмечено снижение на 7,6 % и 3,69 % соответственно; при повышении в I опытной группе на 4,77 % в сравнении с контрольными значениями.

Исследование триглицеридов выявило снижение их содержания в конце эксперимента в сыворотке крови всех опытных групп; на 28,36 % – у I опытной группы; на 30,85 % – у II опытной группы; на 37,88 % – у III опытной группы. Уровень холестерина в сыворотке крови цыплят-бройлеров имеет тенденцию к повышению во всех опытных группах: на 31 % – в I ($P \leq 0,05$); на 43,41 % – во II; на 49,61 % – в III.

Динамика трансаминаз характеризуется повышением активности в опытных группах. На 28 суток экспериментального исследования установлено повышение активности аспартатамино-трансферазы (АСТ) в сыворотке крови в I, II и III группах на 71,26 % ($P \leq 0,01$) и 51,87 % ($P \leq 0,05$) и 52,87 % соответственно по сравнению с контролем. Уровень аланинаминотрансферазы (АЛТ) достоверно повышается в I опытной группе на 8,68 % и снижается примерно до одинаковых значений во II и III опытных группах на 14,74 % и 15,6 % соответственно.

К окончанию эксперимента наблюдается следующая картина: уровень АЛТ в сыворотке крови цыплят-бройлеров I опытной группы повышается на 38,57 %. Активность АСТ резко повышается во всех опытных группах: в I опытной группе – на 44,86 % ($P \leq 0,05$), во II опытной группе – на 22,04 %, при этом достигая своих максимальных значений в III опытной группе, достоверно превышая при этом контрольные показатели на 81,80 % ($P \leq 0,05$).

Эффект от введения в рацион кормовой добавки Silaccess выражается в повышении активности АЛТ и АСТ на 42 сутки эксперимента, при наибольших показателях АСТ в III опытной группе, получавшей 0,1 % кормовой добавки от рациона.

Максимальное содержание общего белка в сыворотке крови было у бройлеров III группы – $28,87 \pm 1,038$ г/л, что на 4,64 г/л (на 19,15 %, $P \leq 0,05$) выше по сравнению с контрольной группой.

Концентрация альбумина как основного белка сыворотки крови также достигает максимальных значений у I и III опытных групп и составляет 11,4 г/л, что на 1,6 г/л больше по сравнению с контрольной группой.

Анализируя содержание глюкозы у бройлеров в возрасте 28 суток, установлено, что в крови III опытной группы, получающей 0,1 % кормовой добавки, показатель превышает контрольные значения на 11,01 % ($P \leq 0,05$). В возрасте 42 суток концентрация глюкозы в опытных группах снижается по сравнению с контрольной группой.

Также замечена тенденция к понижению концентрации (на 50,66 % в I, на 54,66 % – во II и на 60 % – в III опытных группах по сравнению с контрольной) мочевины в плазме крови цыплят-бройлеров в возрасте 42 суток.

Исходя из полученных результатов, оптимальной дозировкой введения кормовой добавки является 0,1 % от общего рациона. Такая дозовая нагрузка обеспечивает активизацию основных звеньев обмена веществ, приводя к улучшению продуктивного эффекта. В то же время уровень основных показателей морфологического и биохимического составов крови указывает на отсутствие токсического эффекта применяемой добавки.

Обсуждение полученных результатов.

Важнейшим фактором, влияющим на полноценность питания животного, является его сбалансированность, в том числе и минерального состава, исходя из основных потребностей организма (Нуржанов Б.С. и др., 2019). Кремний в качестве минерального компонента корма оказывает

влияние на многочисленные метаболические процессы в организме животных (Мустафин Р.З. и Мустафина А.С., 2021).

Морфологический, биохимический и иммунологический анализы крови представляют одно из самых тонких и объективных средств для суждения о состоянии здоровья организма. Интенсивность процессов отдельных видов обмена существенно различается в органах и тканях в зависимости от их структурно-морфологической особенности и функционального назначения (Долгов В.В. и др., 2016).

В нашем эксперименте в картине крови наблюдалось следующее: у всех цыплят, получавших кормовую добавку в различных дозах, количество эритроцитов, равно как и обеспеченность эритронов гемоглобином, находились в пределах нормы. Несмотря на небольшое снижение количества эритроцитов в крови, степень насыщения их гемоглобином находилась на высоком уровне.

Кормовая добавка Silaccess обеспечивает повышение уровня неспецифической резистентности за счёт увеличения в лейкограмме моноцитов, при максимальных показателях в III опытной группе, получавшей с кормом 0, 1 % добавки от рациона.

Состав крови птиц отличается постоянством, поскольку только при стабильности состава внутренней среды организма возможна чёткая и бесперебойная работа его систем. Биохимические показатели крови важны при определении физиологического статуса и состояния здоровья сельскохозяйственных животных и птицы (Егоров И.А. и др., 2018).

Среди трансаминаз главное значение имеют АЛТ и АСТ, которые катализируют процессы, связанные с белковым обменом. Аминотрансферазы служат одним из индикаторов при контроле метаболической функции печени. Увеличение их активности сопровождается усилением процессов белкового синтеза (Ряднова Ю.А. и др., 2022). В нашем исследовании уровень АСТ резко повышается во всех опытных группах, достигая своих пиковых значений при максимальной дозировке кормовой добавки.

Определение общего белка в сыворотке крови даёт представление об уровне белкового питания, который обеспечивает интенсивный рост бройлеров (Ряднова Ю.А. и др., 2022). Максимальное содержание общего белка в сыворотке крови было выявлено у бройлеров III группы, как и концентрация альбумина – основного белка сыворотки крови, также достигает максимальных значений у I и III опытных.

Понижение уровня глюкозы в крови у бройлеров всех опытных групп может быть следствием усиления ферментативной активности: чем выше ферментативная активность, тем меньше содержание глюкозы в крови (Фисинин В.И. и др., 2019).

Мочевина является конечным продуктом белкового распада, синтезирующемся в печени при обезвреживании аммиака. Мочевина в первую очередь является индикатором работы почек (Гречкина В.В. и др., 2021). Она выступает индикатором затрат всего белкового фонда организма. Если синтез её замедляется, следовательно, происходит накопление белка в крови (Русакова Е.А. и др., 2011). Это служит основной причиной более активного использования протеинов крови в метаболических процессах, причём преимущественно анаболической направленности (Сайфутдинова Л.Н. и Дерхо М.А., 2021). В нашем исследовании происходит снижение уровня мочевины в конце эксперимента, у всех опытных групп, достигая максимального снижения в III опытной группе.

Продуктивность птицы определяется её физиологическим состоянием и связана с изменением биохимических показателей крови. Если нарушается регуляция обмена веществ, то происходят значительные изменения течения обменных процессов в организме. Важное клиническое значение в оценке липидного обмена имеет определение холестерина и триглицеридов. Снижение концентрации триглицеридов в сыворотке крови цыплят-бройлеров связано с интенсивностью роста птиц и наступлением физиологической зрелости (Шкаленко В.В. и др., 2021).

Исследование триглицеридов выявило снижение их содержания в конце эксперимента в сыворотке крови всех опытных групп: на 28,36 % – у I опытной группы; на 30,85 % – у II опытной; на 37,88 % – у III опытной группы.

К основным показателям пуринового обмена относится содержание креатинина и мочевой кислоты. Очень важно знать содержание креатинина в крови цыплят-бройлеров, так как при нарушении фильтрационной функции почек развивается креатининемия (Кувда Е.Н. и Плехотнюк Е.В., 2021). Креатинин является конечным продуктом распада креатина, который играет важную роль в энергетическом обмене мышечной и других тканей (Русакова Е.А. и др., 2011). Концентрация креатинина в конце нашего эксперимента отражает вариабельность показателей в опытных группах, при снижении его уровня во II и III опытных группах и повышении его в I опытной группе. Это может говорить об интенсивном выведении почками креатинина во II и III опытных группах, об интенсификации обменных процессов при применении кормовой добавки в дозе 0,08 % и 0,1 % от основного рациона.

Подытоживая вышесказанное, можно утверждать, что различная дозировка кормовой добавки Silaccess по-разному влияет на уровень метаболизма цыплят-бройлеров кросса «Арбор-Айкросс»; при этом наилучшие биохимические показатели даёт дозировка в количестве 0,1 % от общего рациона.

Заключение.

Таким образом, введение в рацион цыплят-бройлеров кормовой добавки Silaccess способствует повышению в лейкограмме доли моноцитов, что обуславливает усиление неспецифической резистентности организма с максимальным проявлением эффекта у птицы, получавшей наивысшее количество кормовой добавки – 0,1 %. Среди биохимических показателей значимые изменения коснулись триглицеридов, содержание которых снизилось во всех опытных группах, а также уровня мочевины и общего билирубина на фоне повышения общего белка и альбумина.

Список источников

1. Влияние биологически активной добавки в составе рациона на гематологические показатели сельскохозяйственной птицы / В.В. Шкаленко, А.К. Карапетян, Ю.Г. Букаева, А.А. Баксарова // Вестник Курганской ГСХА. 2021. № 1(37). С. 51-55. [Shkalenko VV, Karapetyan AK, Bukayeva YuG, Baksarova AA. Influence of a biologically active supplement in the composition of diet on hematological indicators of agricultural poultry. Vestnik Kurganskoy GSKhA. 2021;1(37):51-55. (In Russ.)]. doi: 10.52463/22274227_2021_37_51
2. Влияние пищевых волокон различной природы на рост, переваримость и обмен химических элементов в организме цыплят-бройлеров / В.В. Гречкина, С.В. Лебедев, А.С. Ушаков, Ю.К. Петруша // Животноводство и кормопроизводство. 2021. Т. 104. № 4. С. 136-147. [Grechkina VV, Lebedev SV, Ushakov AS, Petrusha YuK. The effect of various fiber types on the growth, digestibility and chemical elements exchange in broiler body. Animal Husbandry and Fodder Production. 2021;104(4):136-147. (In Russ.)]. doi: 10.33284/2658-3135-104-4-136
3. Возрастные изменения биохимических показателей крови у мясных цыплят (*Gallus gallus* L.) / И.А. Егоров и др. // Сельскохозяйственная биология. 2018. Т. 53. № 4. С. 820-830. doi: 10.15389/agrobiology.2018.4.820rus [Egorov IA, et al. The age dynamics of biochemical blood indices in broiler chicken (*Gallus gallus* L.). Sel'skokhozyaistvennaya biologiya [Agricultural Biology]. 2018;53(4):820-830. (In Russ.)]. doi: 10.15389/agrobiology.2018.4.820eng
4. Волков А.Х., Папуниди Э.К., Смоленцев С.Ю. Оценка качества продуктов убоя цыплят-бройлеров при добавлении в рацион кормовой добавки *Spirullinaplantensis* // Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки. 2021. Т. 7. № 2(26). С. 117-124. [Volkov AKh, Papunidi EK, Smolentsev SYu. Assessment of the quality of broiler chicken slaughter products when adding the feed additive spirulinaplantensis to the diet. Vestnik of the Mari State University. Chapter: Agriculture. Economics. 2021;7(2):117-124. (In Russ.)]. doi: 10.30914/2411-9687-2021-7-2-117-123

5. Еремин С.В. Влияние нанобиологической кормовой добавки "Набикат" в рационах цыплят-бройлеров на их продуктивность и гематологические показатели // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2016. № 121. С. 2165-2176. [Eremin SV. The effect of nano biological feed supplement "Nabikat" in rations of broiler chickens on their productivity and hematological parameters. Polythematic online scientific journal of Kuban State Agrarian University. 2016;121:2165-2176. (*In Russ.*)]. doi: 10.21515/1990-4665-121-137
6. Иванченко А.В. Прогноз производства на рынке мяса птицы // Сервис в России и за рубежом. 2021. Т. 15. № 2(94). С. 121-131. [Ivanchenko AV. Forecast of production in the poultry meat market. Service in Russia and Abroad. 2021;15(2-94):121-131. (*In Russ.*)]. doi: 10.24412/1995-042X-2021-2-121-131
7. Изменение гематологических показателей цыплят-бройлеров при введении в питьевую воду кормовой добавки Биоцинк / Ю.А. Ряднова, В.В. Саломатин, А.А. Ряднов, Е.С. Воронцова // Учёные записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2022. Т. 249. № 1. С. 176-182. [Ryadnova YuA, Salomatina VV, Ryadnov AA, Vorontsova ES. Changes of hematological indicators of broiler chickens when introduced into drinking water feed additive Biozinc. Scientific Notes Kazan Bauman State Academy of Veterinary Medicine. 2022;249(1):176-182. (*In Russ.*)]. doi: 10.31588/2413_4201_1883_1_249_176
8. Кишечное пищеварение и биохимия крови у кур-несушек (*Gallus Gallus L.*) при введении в рацион микродобавки хрома / В.И. Фисинин и др. // Сельскохозяйственная биология. 2019. Т. 54. № 4. С. 810-819. doi: 10.15389/agrobiology.2019.4.810rus. [Fisinin VI, et al. The effects of chromium microadditive in different diets for laying hens (*Gallus Gallus L.*) on the intestinal digestion and certain biochemical blood parameters. Sel'skokhozyaistvennaya biologiya [Agricultural Biology]. 2019;54(4):810-819. (*In Russ.*)]. doi: 10.15389/agrobiology.2019.4.810eng
9. Клиническая лабораторная диагностика: учеб. / под ред. В.В. Долгова. М.: ФГБОУ ДПО РМАНПО, 2016. 668 с. [Dolgov VV, editor. Klinicheskaya laboratornaya diagnostika: ucheb. Moscow: FGBOU DPO RMANPO; 2016:668 p. (*In Russ.*)].
10. Котаре В.И., Иванова Н.Н., Шипилов В.В. Влияние комплекса дополнительного питания "Заслон 2+" на содержание микроэлементов в крови и печени цыплят-бройлеров // Ветеринария Кубани. 2021. № 3. С. 17-18. [Kotare VI, Ivanova NN, Shipilov VV. Influence of supplementary feeding complex Zaslun 2+ on content of microelements in blood and liver of broiler chicken. Veterinaria Kubani. 2021;3:17-18. (*In Russ.*)]. doi: 10.33861/2071-8020-2021-3-17-18
11. Куевда Е.Н., Плахотнюк Е.В. Динамика показателей белкового и пуринового обменов у уток в половозрастном аспекте. Ветеринария Кубани. 2021. № 5. С. 26-29. [Kuevda EN, Plahotnyuk EV. Dynamics of protein and purine metabolism parameters of ducks by age and sex. Veterinaria Kubani. 2021;5:26-29. (*In Russ.*)]. doi: 10.33861/2071-8020-2021-5-26-29.
12. Мирошников С.А., Мустафина А.С., Губайдуллина И.З. Оценка действия ультрадисперсного оксида кремния на организм цыплят-бройлеров // Животноводство и кормопроизводство. 2020. Т. 103. № 1. С. 20-32. [Miroshnikov SA, Mustafina AS, Gubaidullina IZ. Evaluation of action of ultrafine silicon oxide on the body of broiler chickens. Animal Husbandry and Fodder Production. 2020;103(1):20-32. (*In Russ.*)]. doi: 10.33284/2658-3135-103-1-20
13. Многообразие различных жиросодержащих препаратов с включением микро- и нано-элементов в кормлении животных (обзор) / Б.С. Нуржанов [и др.] // Животноводство и кормопроизводство. 2019. Т. 102. № 1. С. 149-163. [Nurzhanov BS, et al. Variety of different fat-containing drugs including micro- and nanoelements in animal feeding (review). Animal Husbandry and Fodder Production. 2019;102(1):149-163. (*In Russ.*)]. doi: 10.33284/2658-3135-102-1-149
14. Мустафин Р.З., Мустафина А.С. Определение рациональной дозы диоксида кремния в кормлении цыплят-бройлеров // Животноводство и кормопроизводство. 2021. Т. 104. № 1. С. 8-19. [Mustafin RZ, Mustafina AS. Determination of a rational dose of silicon dioxide in feeding of broiler chickens. Animal Husbandry and Fodder Production. 2021;104(1):8-19. (*In Russ.*)]. doi: 10.33284/2658-3135-104-1-8
15. Русакова Е.А., Лебедев С.В., Копанева Н.Ю. Влияние фитазы на некоторые биохимические показатели крови цыплят-бройлеров // Вестник Оренбургского государственного университе-

та. 2011. № 12(131). С. 421-423. [Rusakova EA, Lebedev SV, Kopaneva NY. Effect of phytase on some biochemical parameters of blood broiler chickens. Vestnik Orenburg State University. 2011;12(131):421-423. (In Russ.)].

16. Сайфутдинова Л.Н., Дерхо М.А. Белки крови и их информативность в оценке адаптационных ресурсов кур при технологическом стрессе // Учёные записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2021. Т. 245. № 1. С. 169-176. [Sayfutdinova LN, Derkho MA. Blood proteins and their informativeness in assessing the adaptive resources of chickens under technological stress. Scientific Notes Kazan Bauman State Academy of Veterinary Medicine. 2021;245(1):169-176. (In Russ.)]. doi: 10.31588/2413-4201-1883-245-1-169-176

17. Степанова А.М. Использование пробиотика в промышленном птицеводстве, начиная с эмбрионального периода // Труды Всероссийского НИИ экспериментальной ветеринарии им. Я.П. Коваленко. 2018. Т. 80. № 2. С. 363-367. [Stepanova AM. The use of probiotics in poultry industry since the embryonic period. Trudy Vserossiiskogo NII eksperimental'noi veterinarii im. Kovalenko YaR. 2018;80(2): 363-367. (In Russ.)]. doi: 10.18411/lj978-20182-363367

18. Талдыкина А. А., Семенютин В.В. Динамика морфологических и биохимических показателей крови цыплят-бройлеров при использовании комплекса органических кислот // Учёные записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2021. Т. 246. № 2. С. 214-221. [Taldykina AA, Semenyutin VV. Dynamics of morphological and biochemical parameters of blood of poultry when using a complex of organic acids. Scientific Notes Kazan Bauman State Academy of Veterinary Medicine. 2021;246(2):214-221. (In Russ.)]. doi: 10.31588/2413-4201-1883-246-2-214-221

19. Федорова Е.С., Станишевская О.И., Дементьева Н.В. Современное состояние и проблемы племенного птицеводства в России (обзор) // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2020. Т. 21. № 3. С. 217-232. [Fedorova ES, Stanishevskaya OI, Dementieva NV. Current state and problems of poultry breeding in Russia (review). Agricultural Science Euro-North-East. 2020;21(3):217-232. (In Russ.)]. doi: 10.30766/2072-9081.2020.21.3.217-232

References

1. Shkalenko VV, Karapetyan AK, BukaevaYuG, Baksarova AA. Influence of a biologically active supplement in the composition of diet on hematological indicators of agricultural poultry. Vestnik Kurganskoy GSKhA. 2021;1(37):51-55. doi: 10.52463/22274227_2021_37_51

2. Grechkina VV, LebedevSV, Ushakov AS, Petrusha YuK. The effect of various fiber types on the growth, digestibility and chemical elements exchange in broiler body. Animal Husbandry and Fodder Production. 2021;104(4):136-147. doi: 10.33284/2658-3135-104-4-136

3. Egorov IA, et al. The age dynamics of biochemical blood indices in broiler chicken (*Gallus gallus* L.). Sel'skokhozyaistvennaya biologiya [Agricultural Biology]. 2018;53(4):820-830. doi: 10.15389/agrobiology.2018.4.820eng

4. Volkov AKh, Papunidi EK, SmolentsevSYu. Assessment of the quality of broiler chicken slaughter products when adding the feed additive spirulinaplantensis to the diet. Vestnik of the Mari State University. Chapter: Agriculture. Economics. 2021;7(2):117-124. doi: 10.30914/2411-9687-2021-7-2-117-123

5. Eremin SV. The effect of nano biological feed supplement "Nabikat" in rations of broiler chickens on their productivity and hematological parameters. Polythematic online scientific journal of Kuban State Agrarian University. 2016;121:2165-2176. doi: 10.21515/1990-4665-121-137

6. Ivanchenko AV. Forecast of production in the poultry meat market. Service in Russia and abroad. 2021;15(2-94):121-131. doi: 10.24412/1995-042X-2021-2-121-131

7. RyadnovaYuA, SalomatinVV, RyadnovAA, VorontsovaES. Changes of hematological indicators of broiler chickens when introduced intodrinking waterfeed additive Biozinc. Scientific Notes Kazan Bauman State Academy of Veterinary Medicine. 2022;249(1):176-182. doi: 10.31588/2413_4201_1883_1_249_176

8. Fisinin VI, et al. The effects of chromium microadditive in different diets for laying hens (*Gallus Gallus* L.) on the intestinal digestion and certain biochemical blood parameters. Sel'skokhozyaistvennaya biologiya [Agricultural Biology]. 2019;54(4):810-819. doi: 10.15389/agrobiology.2019.4.810eng
9. Dolgov VV, editor. Clinical laboratory diagnostics: tutorial. Moscow: FGBOU DPO RMANPO; 2016:668 p.
10. Kotare VI, Ivanova NN, Shipilov VV. Influence of supplementary feeding complex Zaslon 2+ on content of microelements in blood and liver of broiler chicken. Veterinaria Kubani. 2021;3:17-18. doi: 10.33861/2071-8020-2021-3-17-18
11. Kuevda EN, Plahotnyuk EV. Dynamics of protein and purine metabolism parameters of ducks by age and sex. Veterinaria Kubani. 2021; 5:26-29. doi: 10.33861/2071-8020-2021-5-26-29.
12. Mirosnikov SA, Mustafina AS, Gubaidullina IZ. Evaluation of action of ultrafine silicon oxide on the body of broiler chickens. Animal Husbandry and Fodder Production. 2020;103(1):20-32. doi: 10.33284/2658-3135-103-1-20
13. Nurzhanov BS, et al. Variety of different fat-containing drugs including micro- and nano-elements in animal feeding (review). Animal Husbandry and Fodder Production. 2019;102(1):149-163. doi: 10.33284/2658-3135-102-1-149
14. Mustafin RZ, Mustafina AS. Determination of a rational dose of silicon dioxide in feeding of broiler chickens. Animal Husbandry and Fodder Production. 2021;104(1):8-19. doi: 10.33284/2658-3135-104-1-8
15. Rusakova EA, Lebedev SV, Kopaneva NY. Effect of phytase on some biochemical parameters of blood broiler chickens. Vestnik Orenburg State University. 2011;12(131):421-423.
16. Sayfutdinova LN, Derkho MA. Blood proteins and their informativeness in assessing the adaptive resources of chickens under technological stress. Scientific Notes Kazan Bauman State Academy of Veterinary Medicine. 2021;245(1):169-176. doi: 10.31588/2413-4201-1883-245-1-169-176
17. Stepanova AM. The use of probiotics in commercial poultry production since the embryonic period. Proceedings of the All-Russian Research Institute of Experimental Veterinary Medicine Ya.R. Kovalenko. 2018;80(2):363-367. doi: 10.18411/lj978-20182-363367
18. Taldykina AA, Semenyutin VV. Dynamics of morphological and biochemical parameters of blood of poultry when using a complex of organic acids. Scientific Notes Kazan Bauman State Academy of Veterinary Medicine. 2021;246 (2): 214-221. doi: 10.31588/2413-4201-1883-246-2-214-221
19. Fedorova ES, Stanishevskaya OI, Dementieva NV. Current state and problems of poultry breeding in Russia (review). Agricultural Science Euro-North-East. 2020;21(3):217-232. doi: 10.30766/2072-9081.2020.21.3.217-232

Информация об авторах:

Лера Ленуровна Мусабаева, соискатель, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, д. 29, тел.: 8-912-343-59-85.

Елена Анатольевна Сизова, доктор биологических наук, руководитель центра «Нанотехнологии в сельском хозяйстве», Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, д. 29, тел.: 8-912-344-99-07.

Яна Владимировна Лутковская, младший научный сотрудник лаборатории молекулярно-генетической экспертизы, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, д. 29, тел.: 89325504929

Анастасия Петровна Иванищева, младший научный сотрудник Испытательного центра, аспирант, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, д. 29, тел.: 89878435822

Information about authors:

Lera L Musabaeva, applicant, Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 29 9 Yanvaryaya St., Orenburg, 460000, tel.: 8-912-343-59-85.

Elena A Sizova, Dr. Sci. (Biology), Head of the Center "Nanotechnologies in Agriculture", Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 29 9 Yanvaryaya St., Orenburg, 460000, tel.: 8-912-344-99-07.

Yana V Lutkovskaya, Junior Researcher, Laboratory of Molecular Genetics Examination, Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 29 9 Yanvaryaya St., Orenburg, 460000, tel.: 8-932-550-49-29.

Anastasia P Ivanischeva, Junior Researcher of the Center for Collective Use "Testing Center", postgraduate student, Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 29 9 Yanvaryaya St., Orenburg, 460000, tel.: 8-987-843-58-22.

Статья поступила в редакцию 26.05.2022; одобрена после рецензирования 31.05.2022; принята к публикации 14.06.2022.

The article was submitted 26.05.2022; approved after reviewing 31.05.2022; accepted for publication 14.06.2022.