

Животноводство и кормопроизводство. 2022. Т. 105, № 1. С. 82-91.
Animal Husbandry and Fodder Production. 2022. Vol. 105, no 1. P. 82-91.

Научная статья
УДК 636.5:577.17
doi: 10.33284/2658-3135-105-1-82

Эффективность применения в кормлении цыплят-бройлеров кремнийсодержащей добавки «Silaccess»

Лера Ленуровна Мусабаева¹, Елена Анатольевна Сизова²

^{1,2}Федеральный 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>

Аннотация. Кормовые добавки, содержащие кремний, позволяют повышать качество используемых кормов и обладают несомненным преимуществом в такой области, как птицеводство, призванной обеспечивать население яичной и мясной продукцией. Поэтому стремительно возрастает количество производимых кормовых добавок, обеспечивающих увеличение темпов роста и продуктивных показателей птицы. Аналитический обзор рынка кормовых добавок 2021 года предлагает к использованию новую зарегистрированную кормовую добавку российского производства «Silaccess» (ООО «Технолог 2Д», Россия), в область применения которой входит повышение продуктивности в птицеводческой отрасли сельского хозяйства. Следовательно, цель данных исследований – мониторинг влияния кормовой добавки «Silaccess» на потребление корма, показатели роста, индекс эффективности выращивания, показатели контрольного убоя птицы. Результаты проведенных исследований показали, что использование в рационе кормовой добавки в объеме 0,1 % от общего состава корма благоприятствует повышению прироста живой массы цыплят-бройлеров с преобладанием контрольных показателей на 5,3 %. Использование в составе комбикорма для цыплят-бройлеров кормовой добавки «Silaccess» увеличивает потребление корма и живой массы цыплят-бройлеров.

Ключевые слова: цыплята-бройлеры, рацион, кремнийсодержащие кормовые добавки, «Silaccess», показатели роста, живая масса, костная ткань

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

Для цитирования: Мусабаева Л.Л., Сизова Е.А. Эффективность применения в кормлении цыплят-бройлеров кремнийсодержащей добавки «Silaccess» // Животноводство и кормопроизводство. 2022. Т. 105, № 1. С. 82-91. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-105-1-82>

Original article

The effectiveness of silicon-containing additive "Silaccess" in feeding broiler chickens

Lera L Musabayeva¹, Elena A Sizova²

^{1,2}Federal Research Centre of 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>

Abstract. Feed additives containing silicon can improve the quality of feed used and have an undoubted advantage in such an area as poultry farming, which is designed to provide the population with egg and meat products. Therefore, the number of feed additives produced is rapidly increasing, providing an increase in growth rates and productive indicators of poultry. An analytical review of the feed additive market in 2021 suggests the use of a new Russian-made registered feed additive Silaccess (Tekhnolog 2D

LLC, Russia), the scope of which is to increase productivity in the poultry industry of agriculture. Therefore, the purpose of these studies is to monitor the effect of the Silaccess feed additive on feed intake, growth rates, rearing efficiency index, control slaughter rates. The results of the studies showed that the use of a feed additive in the diet in the amount of 0.1% of the total feed composition favors an increase in the live weight gain of broiler chickens with a predominance of control indicators by 5.3%. The use of the Silaccess feed additive in the compound feed for broiler chickens increases the feed intake and live weight of broiler chickens.

Keywords: broiler chickens, diet, silicon containing feed additives, Silaccess, growth rates, live weight, bone tissue

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

For citation: Musabayeva LL, Sizova EA. The effectiveness of silicon-containing additive "Silaccess" in feeding broiler chickens. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2022;105(1):82-91. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-105-1-82>

Введение.

В нашей стране 1 января 2020 года принят Федеральный закон № 280 «Об органической продукции», который принуждает сельхозпроизводителей подчиняться агротребованиям и изготавливать экологически безопасную продукцию, возбраняет использовать стимуляторы роста и агрохимикаты. Исходя из этого, естественнонаучное исследование учёных и деятелей практики нацелено на создание и апробацию новейших многокомпонентных препаратов, белково-минерально-витаминных добавок природного происхождения (Воротникова И.А. и Дежаткина С.В., 2019; Филиппова О.Б. и др., 2015; Ахметова В.В. и др., 2018; Свешникова Е.В. и др., 2016).

Сегодня научно аргументировано контролирование рационов животных по ряду принципиально новых, ранее не нормализованных минеральных элементов, в том числе по кремнию (Подольников М.В. и др., 2012)

Учёные располагают новейшими данными о значении кремния в организме, установлено, что при помощи кремния лучше усваиваются питательные вещества корма, повышается на 6-12 % эффективность его использования. Значительное количество учёных утверждают, что кремний принимает участие в метаболизме кальция, фосфора, марганца, магния, серы, хлора, фтора, натрия, алюминия, молибдена, кобальта и других элементов (Бессарабов Б. и др., 2007; Симонов Г.А., 2009; Carlisle EM, 1970; Carlisle EM, 1972).

В частности, М.П. Колесников (2001 г.) на своих экспериментах научно обосновал тот факт, что на диете с отсутствием кремния в рационе животные отстают в росте, а также у них наблюдается ухудшение состояния костной ткани. Таким образом, отмечено, что кремний относится к одним из важных ультрамикроэлементов метаболизма продуктивных животных. В связи с этим на первый план выдвигается необходимость действенного контроля за притоком кремния в организм продуктивных животных, в том числе птиц, а также установление его оптимальной нормы в кормах (Колесников М.П., 2001; Подобед Л.И. и др., 2012).

Добавка «Silaccess» выполняет роль хелатора, обеспечивая лучшее усвоение более 70 микроэлементов, повышая биологическую ценность корма, что в свою очередь позволяет исключить или снизить использование антиоксидантов, эмульгаторов, адсорбентов, гепатопротекторов, антибиотиков, каротиноидов, выступая альтернативой традиционным химическим препаратам. В современной науке известна роль кремния в гомеостазе и воздействие его соединений на процессы, протекающие в живых организмах. Вопреки этому, вопросы нормирования дозровок кремния, его прямого влияния на усвоение и использование питательных веществ, в процессе метаболизма, биопродуктивные свойства сельскохозяйственных животных и птицы нуждаются в дальнейшем изучении (Фролов А.И. и др., 2011; Шленкина Т.М. и Любин Н.А., 2018).

Цель исследования.

Оценка влияния кремнийсодержащей кормовой добавки «Silaccess» на потребление корма, показатели роста, индекс эффективности выращивания, показатели контрольного убоя цыплят-бройлеров.

Материалы и методы исследования.

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

Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями и рекомендациями российских нормативных актов (1987 г.; Приказ Минздрава 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 виварии ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук» (ФНЦ БСТ РАН). Методом пар-аналогов были отобраны 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.

Каждой птице был присвоен индивидуальный номер в порядке сквозной нумерации (на область цевки вешали пронумерованные заранее пластиковые бирки), проводили взвешивание и далее размещали в идентичных условиях клеточного содержания. Кормление цыплят-бройлеров проводилось согласно рекомендациям ВНИТИПа (2010).

Цыплята из 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» разработка ООО «Технолог 2Д» (Россия) в разной дозировке (в I группе – 0,06 %, во II – 0,08 %, в III – 0,1 % от основного рациона).

Оборудование и технические средства. Исследования выполнены в ЦКП БСТ РАН <http://цкп-бст.рф>. Электронные весы МТ 6 МГДА «Базар» («Мидл», Москва, Россия), весы лабораторные ВК-3000 «Масса-К» (ООО «Весмаркет», Москва, Россия).

Статистическая обработка. Статистическую обработку полученных данных проводили с помощью офисного программного комплекса «Microsoft Office» с применением 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 $P \leq 0,05$; $P \leq 0,01$; $P \leq 0,001$.

Результаты исследований.

Главным показателем, предельно отражающим результативность использования новых кормовых средств, является живая масса. Данные наших исследований свидетельствуют о том, что цыплята-бройлеры III группы превалировали над своими сверстниками из контрольной группы (табл. 1). За первые 7 суток эксперимента живая масса цыплят повысилась в 2 раза. Масса цыплят III группы повысилась на 1,99 %. К двухнедельному возрасту цыплята, которым скармливали в составе комбикорма наибольшую дозировку кормовой добавки на основе коллоидного кремния «Silaccess» (0,1 %), имели тенденцию к повышению живой массы в сравнении с контролем на 3,17 %.

В возрасте 21 сутки наблюдалась наибольшая разница живой массы между группами. Масса цыплят III группы составила 667,4 г, что выше контроля на 7,05 %. В возрасте 28 и 35 суток разница между группами составила 2,48 % и -2,63 % соответственно. К 42 суткам отмечалась склонность к быстрому повышению живой массы: живая масса цыплят-бройлеров, получавших в составе комбикорма наибольшую дозировку препарата (0,1 % от общего рациона), была выше на 6,96 %.

Таблица 1. Динамика живой массы цыплят-бройлеров кросса «Арбор Айкрес» в эксперименте (M±SEM, n=15, опыт в условиях вивария)

Table 1. Live weight dynamics of Arbor Acres broiler chickens in the experiment (M±SEM, n=15, vivarium experience)

Возраст, сут / Age, day	Контроль / control	I опытная / I group	II опытная / II group	III опытная / III group
7	175,8±6,47	177,2±4,129	178,6±5,56	179,5±5,25
% к контролю / % to the control	100	100,79	101,59	102,1
14	346,9±18,97	337,9±14,88	351±9,60	357,9±11,73
% к контролю / % to the control	100	97,4	101,18	103,17
21	623,4±31,98	707,3±24,81*	673,2±24,35	667,4±27,73
% к контролю / % to the control	100	113,45	107,98	107,05
28	1119,6±52,88	1187,2±35,83	1166,8±35,68	1147,4±33,39
% к контролю / % to the control	100	106,03	104,19	102,48
35	1794±82,13	1768,2±66,48	1737,2±19,81	1746,8±71,50
% к контролю / % to the control	100	98,56	96,83	97,37
42	2444,8±70,82	2452,2±75,52	2491,2±67,41	2615±109,63*
% к контролю / % to the control	100	100,3	101,89	106,96

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

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

Таблица 2. Среднесуточный прирост живой массы цыплят-бройлеров кросса «Арбор Айкрес» по периодам выращивания, г (M±SEM, n=15, опыт в условиях вивария)

Table 2. Average live weight daily gain of broiler chickens of the Arbor Acres cross by growing periods, g (M±SEM, n=15, vivarium experiment)

Группа / Group	Возраст, сутки / Age, day				
	7-14	14-21	21-28	28-35	35-42
Контрольная / control	24,44	39,50	70,88	99,05	92,97
I опытная / I group	22,95	52,77	68,55	83	97,71
II опытная / II group	24,62	46,02	70,51	81,48	107,71
III опытная / III group	25,48	44,21	68,57	85,63	124,03

Анализируя таблицу 2, можно сказать, что до 14 дней цыплята опытных групп по среднесуточному приросту были идентичны контрольной группе. Однако в период с 14-21 сутки отмечается бурный рост среднесуточного прироста живой массы цыплят-бройлеров в опытных группах по сравнению с контрольной группой. Лидирующей по данному показателю стала I опытная группа, в которой среднесуточный прирост превышал контрольную группу на 13,27 г или на 33,59 %. Тем не менее данная тенденция увеличения среднесуточного прироста с доминирующей позицией I опытной группы заканчивается данным периодом, а далее наблюдается снижение прироста во всех опытных группах, за исключением III опытной группы, в которой прирост увеличивается на момент 35-42 суток на 4,74 г или на 5,09 %. В дальнейшем, с увеличением возраста птицы на 35-42 сутки, среднесуточный

прирост живой массы продолжает неравномерно увеличиваться, однако превалирует прирост III опытной группы при сопоставлении со всеми остальными группами, опережая контрольную группу на 31,06 г или на 33,4 %.

Таким образом, увеличение среднесуточного прироста живой массы в разные возрастные сроки характеризуется неравномерным увеличением с максимальными показателями в период с 7-14 сутки и с 35-42 сутки у III опытной группы, получавшей максимальную дозировку кормовой добавки (0,1 % от общего рациона).

Таблица 3. Поедаемость корма цыплятами-бройлерами, г (n=15, опыт в условиях вивария)
Table 3. Feed intake by broiler chickens, g (n=15, vivarium experiment)

Показатель / Indicator	Группа / Group			
	I опытная / I group	II опытная / II group	III опытная / III group	контрольная / control
Стартовый комбикорм / Starter feed	1671,8	1698,3	1713,6	1512,5
Ростовой комбикорм / Growth feed	2817	2801,2	2942,6	2468,4
Всего за эксперимент / Total per experiment	4488,8	4499,5	4656,2	3980,9

За период опыта в III опытной группе было получено 2,43 кг/гол., прироста при затратах корма 4,51 кг, что на 3 % превышало идентичный показатель в контроле.

Таким образом, анализируя таблицы 3 и 4, можно утверждать о том, что цыплята III опытной группы отличались максимальной степенью поедания корма и затратами корма на 1 кг прироста живой массы, что обеспечило наибольшие показатели живой массы.

Таблица 4. Затраты корма при выращивании цыплят-бройлеров (M±SEM, n=15, опыт в условиях вивария)
Table 4. Feed costs for growing broiler chickens (M±SEM, n=15, vivarium experiment)

Группа / Group	Живая масса/ Live weight		Прирост за опыт (7-42 сутки) / Gain for experiment (7-42 days)		Затраты корма на 1 кг прироста / Feed costs per 1 kg of growth	
	7 сут / 7 days	42 сут / 42 days	Кг / kg	к контролю, % / to control, %	кг	к контролю, % / to control, %
Контроль / Control	175,8±6,47	2444,8±70,83	2,269±0,20		3,84	
I опытная / I group	177,2±4,13	2452,2±75,52	2,275±0,04	100,26	4,34	112,96
II опытная / II group	178,6±5,56	2491,2±67,41	2,313±0,01	101,67	4,35	100,21
III опытная / III group	179,5±5,25	2615±109,63	2,436±0,04	105,32	4,51	103,61

В опытных группах прослеживается склонность увеличения расхода кормов на группы в целом. Также можно отметить тот факт, что затраты корма на 1 кг прироста живой массы за весь срок выращивания бройлеров во всех опытных группах больше, чем в контрольной: на 0,49 кг – в I опытной группе, 0,5 кг – во II опытной группе и 0,66 кг – в III опытной группе. Из этого можно сделать вывод о том, что применение в составе рациона для цыплят-бройлеров кормовой добавки «Silaccess» увеличивает потребление корма птицей, а в своей максимальной дозировке увеличивает в линейной закономерности и рост живой массы.

В конце опыта (42 сутки) проводился контрольный убой и препарирование тушек цыплят-бройлеров для оценки качества мяса птицы, а также уровня развития внутренних органов. Основные результаты контрольного убоя цыплят представлены в таблице 5.

Таблица 5. Результаты контрольного убоя цыплят-бройлеров ($M \pm SEM$, $n=15$, опыт в условиях вивария)Table 5. Results of the control slaughter of broiler chickens ($M \pm SEM$, $n=15$, experiment in vivarium conditions)

Масса, г / <i>Weight, g</i>	Контроль / <i>control</i>	I опытная / <i>I group</i>	II опытная / <i>II group</i>	III опытная / <i>III group</i>
Предубойная / <i>Pre-slaughter</i>	2428,67±143,42	2570,00±70,95	2594,67±64,72	2775,00±120,03
Потрошённая тушка / <i>Gutted carcass</i>	1799,00±67,16	1836,67±30,89	1865,67±30,89	2 029,67±106,91
Мышцы / <i>Muscles</i>	1172,00±45,24	1181,00±88,82	1153,33±27,34	1264,00±78,26
Кости / <i>Bones</i>	378,33±11,41	435,33±15,25	479,00±10,69*	526,67±21,94*
Кожа / <i>Leather</i>	283,00±7,57	215,33±6,06	242,67±14,05	265,67±20,85
Печень / <i>Liver</i>	53,33±0,60	47,17±3,99	45,10±3,97	45,09±5,83
Сердце / <i>Heart</i>	12,21±0,45	14,22±0,33	14,22±1,25	15,90±0,74
Лёгкие / <i>Lungs</i>	15,50±1,37	11,90±0,48	11,27±1,09	10,68±1,5
Почки / <i>Kidneys</i>	15,95±0,99	14,43±4,07	10,17±2,32	14,11±2,72

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

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

Наблюдается линейная взаимосвязь между количеством кормовой добавки и остальными продуктивными показателями, а именно: чем больше концентрация кормовой добавки, тем больше живая масса, масса потрошённой тушки, масса мышц, костей. Следовательно, можно предположить, что дальнейшее увеличение концентрации кормовой добавки приведёт к улучшению продуктивных показателей мяса птицы. В каждой из опытных групп увеличивается масса сердца, достигая своей максимальной величины в III опытной группе, превосходя по своему значению контрольную группу на 3,69 г или на 30,22 %.

Важно отметить тот факт, что во II и III опытных группах достоверно увеличивается масса костей, превалируя над контрольной группой на 26,6 % и 39,2 % соответственно. Подытоживая вышесказанное, можно утверждать, что кормовая добавка «Silaccess» способствует росту костной ткани птицы за счёт содержания в ней коллоидного кремния. Такие изменения являются несомненным плюсом в выращивании птицы, так как способствуют профилактике заболеваний опорно-двигательного аппарата птицы (хондродистрофии, падении птиц на ноги, пододерматитов).

Анализируя данные таблицы, можно сделать вывод о том, что наблюдается тенденция к увеличению мышечной массы птиц в I и III опытных группах по сравнению с контрольной на 0,77 % и 7,85 % соответственно, при этом во II опытной группе мышечная масса ниже мышечной массы контрольной группы на 0,77 %.

В результате, максимальные показатели убойного выхода мышечной ткани отмечены в III опытной группе, что, по всей видимости, связано с увеличенными темпами роста данной группы: достаточно объёмными показателями массы сердца как основного насоса, обеспечивающего кровотоки в организме животных, связанный с интенсивным развитием опорно-двигательного аппарата.

Обсуждение полученных результатов.

Кремний представляет собой «кирпичики» для построения организма и фундамента правильного функционирования всех его систем. В отсутствие наличия кремния в организме живот-

ных не идёт ни один процесс. Опосредованно биоорганический кремний налаживает обмен веществ не только в костной, но и хрящевой, соединительной тканях.

До 60 % всего кремния в организме животных и птицы находится в связанном состоянии с белками крови, с помощью чего повышается активность этих белковых молекул, а также их возможность встраиваться в ткани всех внутренних органов. По этой причине данная форма кремния – реальный способ ускорения роста и развития внутренних органов животных (Дрогалев А.А., 2017; Тяпкина Е.В. и др., 2015).

В нашем эксперименте наблюдалась склонность к увеличению живой массы цыплят-бройлеров при использовании в рационе кормовой добавки «Silaccess» на основе коллоидного кремния. Однако желаемый продуктивный эффект был получен не во всех опытных группах. Данные наших исследований свидетельствуют о том, что цыплята-бройлеры III группы в некоторой мере превалировали над цыплятами того же возраста из контрольной, I и II опытных групп. Масса цыплят III группы была выше на 1,99 % массы контрольной группы. К возрасту 14 суток цыплята, получавшие в составе комбикорма наибольшую дозировку кормовой добавки на основе коллоидного кремния «Silaccess» (0,1 %), имели склонность к повышению живой массы в сравнении с контролем на 3,17 %. Особое влияние кремний оказывает на формирование костной ткани у птиц. Процессы образования костей напрямую зависят от активности остеобластов, синтезирующих органический матрикс и модифицирующих процессы кальцификации. Концентрация соединений кремния на стадии формирования костной ткани может превышать концентрацию данных соединений в прилегающих областях до 25 раз. Затем она снижается при повышении степени минерализации костного матрикса (Власенко А.А. и др., 2020; Андреев Л.В. и др., 2019). В организме птиц за счёт данного элемента процесс кальцификации увеличивается в 1,5 раза (Semenenko MP et al., 2017).

Нами отмечено, что во II и III опытных группах достоверно увеличивается масса костей, превалируя над контрольной группой на 26,6 % и 39,2 % соответственно. Отмечается прибавка мышечной массы птиц в I и III опытных группах по сравнению с контрольной на 0,77 % и 7,85 % соответственно, при этом во II опытной группе мышечная масса ниже по величине контрольной группы на 0,77 %.

Давно известен тот факт, что недостаток кремния приводит к оседанию кальция в синовиальной жидкости в виде солей, являясь одной из причин артрозов (Тяпкина Е.В. и др., 2015). Таким образом, можно утверждать о том, что применение данной кормовой добавки может выступать профилактикой возникновения заболеваний опорно-двигательного аппарата птицы.

Заключение.

В ходе проведения исследования по определению эффективности использования кормовой добавки «Silaccess» установлено, что её включение в рацион в дозе 0,1 % сопровождается высокой поедаемостью корма, которая в совокупности обеспечивает максимальный прирост живой массы. Тем самым кормовая добавка «Silaccess» интенсифицирует рост, а также способствует укреплению костной ткани, что особенно значимо для профилактики заболеваний опорно-двигательного аппарата цыплят-бройлеров.

Список источников

1. Ахметова В.В., Мухитов А.З., Пульчеровская Л.П. Показатели тканевого метаболизма организма животных на фоне цитратцеолитовой добавки // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 4 (44). С.118-122. [Akhmetova VV, Mukhitov AZ, Pulcherovskaya LP. Parametres of tissue metabolism of animals in case of application of cit-

rate zeolite additive. Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy. 2018;4(44):118-122. (*In Russ*). doi: 10.18286/1816-4501-2018-4-118-122

2. Влияние нетрадиционной кремнийсодержащей добавки на рост молодняка кур яичного кросса / Л.В. Андреевко, М.В. Струк, О.Е. Карнаухова, И.А. Пономарченко // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2019. № 2(172). С. 122-126. [Andreyenko LV, Struk MV, Karnaukhova OYe, Ponomarchenko IA. The influence of non-traditional silicon-containing additives on the growth of young egg chicken cross. Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2019;2(172):122-126. (*In Russ*)].

3. Воротникова И.А., Дежаткина С.В. Показатели обмена веществ у индеек на фоне скармливания модифицированного цеолита и соевой окары // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 4(48). С. 161-164. [Vorotnikova IA, Dezhatkina SV. Turkey metabolism parametres in case of feeding them with modified zeolite and soy okara. Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy. 2019;4(48):161-164. (*In Russ*)]. doi: 10.18286/1816-4501-2019-4-161-164

4. Дрогалев А.А. Использование кремнийсодержащих препаратов в птицеводстве // Вестник КрасГАУ. 2017. № 1(124). С. 44-51. [Drogalev AA. The use of silicon-containing medicaments in poultry farming. Bulletin of KrasGAU. 2017;1(124):44-51. (*In Russ*)].

5. Колесников М.П. Формы кремния в растениях // Успехи биологической химии. 2001. Т. 41. С. 301-332. [Kolesnikov MP. Formy kremniya v rasteniyakh. Uspekhi biologicheskoi khimii. 2001;41:301-332. (*In Russ*)].

6. Методические рекомендации по применению кремнийорганических препаратов (хелатов кремния) в кормлении сельскохозяйственной птицы / Л.И. Подобед, А.Б. Мальцев, Н.А. Мальцева, Д.В. Полубояров. Новосибирск: ООО «Центр внедрения технологий», 2012. 68 с. [Podobed LI, Mal'tsev AB, Mal'tseva NA, Poluboyarov DV. Metodicheskie rekomendatsii po primeneniyu kremniorganicheskikh preparatov (khelatov kremniya) v kormlenii sel'skokhozyaistvennoi ptitsy. Novosibirsk: ООО «Tsentr vnedreniya tekhnologii»; 2012:68 p. (*In Russ*)].

7. Подольников М.В., Гамко Л.Н. Содержание микроэлементов в тканях и органах у молодняка свиней на откорме // Современные проблемы развития животноводства: сб. науч. тр., Брянск, 02 октября 2012 года. Брянск: Брянская ГСХА, 2012. С. 88-94. [Podol'nikov MV, Gamko LN. Soderzhanie mikroelementov v tkanyakh i organakh u molodnyaka svinei na otkorme. Sovremennye problemy razvitiya zhivotnovodstva: sb. nauch. tr., Bryansk, 02 oktyabrya 2012. Bryansk: Bryanskaya GSKhA;2012:88-94. (*In Russ*)].

8. Применение природных кремниевых соединений для коррекции биохимического гомеостаза крови цыплят-бройлеров / А.А. Власенко, А.А. Абрамов, Е.В. Рогалева, К.А. Семененко // Сборник научных трудов Краснодарского научного центра по зоотехнии и ветеринарии. 2020. Т. 9. № 2. С. 34-37. [Vlasenko AA, Abramov AA, Rogaleva EV, Semenenko KA. Application of natural silicon compounds for correction of biochemical homeostasis in the blood of broiler chickens. Collection of Scientific Papers of KRCSANVM. 2020;9(2):34-37. (*In Russ*)]. doi: 10.34617/s6jy-8w56

9. Пробиотики эффективны и безвредны / Б. Бессарабов, А. Крыканов, И. Мельникова, Л. Гонцова // АгроРынок. 2007. №1. С.32-33. [Bessarabov B, Krykanov A, Mel'nikova I, Gontsova L. Probiotiki effektivny i bezvredny. AgroRynok. 2007;1:32-33. (*In Russ*)].

10. Свешникова Е.В., Любин Н.А., Дежаткина С.В. Влияние биологически активной добавки на морфобиохимические показатели у свиней // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2016. № 3(35). С. 38-41. [Sveshnikova EV, Lyubin NA, Dezhatkina SV. Influence of biologically active supplement on morpho-biochemical parametres of pigs. Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy. 2016;3(35):38-41. (*In Russ*)]. doi: 10.18286/1816-4501-2016-3-38-41

11. Симонов Г.А. Использование природного кремнезема // Птицеводство. 2009. № 6. С. 34-35. [Simonov GA. The use of natural silica. Ptitsevodstvo. 2009;6:34-35. (*In Russ*)].

12. Тяпкина Е.В., Семененко М.П., Кузьминова Е.В. Влияние природных кремниевых соединений на обмен веществ и процессы оссификации костной ткани цыплят-бройлеров // Ветеринарная патология. 2015. № 2(52). С. 73-81. [Tyapkina EV, Semenenko MP, Kuzminova EV. Influence

of natural silicon compounds on metabolism and ossification in broiler chickens. *Veterinary Pathology*. 2015;2(52):73-81. (*In Russ*).

13. Филиппова О.Б., Фролов А.И., Кийко А.И. Условия кормления телят – залог будущего долголетия коров // Главный зоотехник. 2015. № 8. С. 11-18. [Filippova OB, Frolov AI, Kiyko EI. Feeding of calves is the key to the future longevity of cows. *Chief Zootechnician*. 2015;8:11-18. (*In Russ*).

14. Фролов А.И., Филиппова О.Б., Лобков В.Ю. Влияние глауконитового концентрата на рост, эритропоз и вывод тяжёлых металлов при выращивании телят // Вестник АПК Верхневолжья. 2011. № 3(15). С. 32-38. [Frolov AI, Filippova OB, Lobkov VJu. Influence of a glauconitic concentrate on growth, erythropoiesis and removal of heavy metals at growth of calves. *Herald of Agroindustrial complex of Upper Volga region*. 2011;3(15):32-38. (*In Russ*). doi: 10.24411/9999-007A-2020-10005

15. Шленкина Т.М., Любин Н.А. Эффективность минеральных добавок при оценке показателей контрольного убоя свиней // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 3(43). С. 211-214. [Shlenkina TM, Lubin NA. Efficiency of mineral additives substantiated by pig control slaughter parameters. *Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 2018;3(43):211-214. (*In Russ*). doi: 10.18286/1816-4501-2018-3-211-214

16. Carlisle EM Silicon: a possible factor in bone calcification. *Science*. 1970;167(3916):279-280. doi: 10.1126/science.167.3916.279

17. Carlisle EM Silicon: an essential element for the chick. *Science*. 1972;178(4061):619-621. doi: 10.1126/science.178.4061.619

18. Semenenko MP, Kuzminova EV, Koschaev AG. Realization of the bioresource potential of the broiler chickens when using the natural bentonites. *Advances in Agricultural and Biological Sciences*. 2017;3(1):19-24.

References

1. Akhmetova VV, Mukhitov AZ, Pulcherovskaya LP. Parametres of tissue metabolism of animals in case of application of citrate zeolite additive. *Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 2018;4(44):118-122. doi: 10.18286/1816-4501-2018-4-118-122

2. Andreyenko LV, Struk MV, Karnaukhova OYe, Ponomarchenko IA. The influence of non-traditional silicon-containing additives on the growth of young egg chicken cross. *Bulletin of the Altai State Agrarian University*. 2019;2(172):122-126.

3. Vorotnikova IA, Dezhatkina SV. Turkey metabolism parametres in case of feeding them with modified zeolite and soy okara. *Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 2019;4(48):161-164. doi: 10.18286/1816-4501-2019-4-161-164

4. Drogalev AA. The use of silicon-containing medicaments in poultry farming. *Bulletin of KrasGAU*. 2017;1(124):44-51.

5. Kolesnikov MP. Forms of silicon in plants. *Advances in biological chemistry*. 2001;41:301-332.

6. Podobed LI, Maltsev AB, Maltseva NA, Poluboyarov DV. Guidelines for the use of organosilicon preparations (silicon chelates) in feeding poultry. *Novosibirsk: Center for Technology Implementation LLC*; 2012:68 p.

7. Podolnikov MV, Gamko LN. The content of microelements in tissues and organs of young fattening pigs. *Modern problems of animal husbandry development: collective research works, Bryansk, October 02, 2012. Bryansk: Bryansk State Agricultural Academy*; 2012:88-94.

8. Vlasenko AA, Abramov AA, Rogaleva EV, Semenenko KA. Application of natural silicon compounds for correction of biochemical homeostasis in the blood of broiler chickens. *Collection of Scientific Papers of KRCAHVM*. 2020;9(2):34-37. doi: 10.34617/s6jy-8w56

9. Bessarabov B, Krykanov A, Melnikova I, Gontsova L. Probiotics are effective and harmless. *AgroMarket*. 2007;1:32-33.

10. Sveshnikova EV, Lyubin NA, Dezhatkina SV. Influence of biologically active supplement on morpho-biochemical parameters of pigs. Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy. 2016;3(35):38-41. doi: 10.18286/1816-4501-2016-3-38-41
11. Simonov GA. The use of natural silica. Poultry Farming. 2009;6:34-35.
12. Тьяркина EV, Semenenko MP, Kuzminova EV. Influence of natural silicon compounds on metabolism and ossification in broiler chickens. Veterinary Pathology. 2015;2(52):73-81.
13. Filippova OB, Frolov AI, Kiyko EI. Feeding of calves is the key to the future longevity of cows. Chief Zootechnician. 2015; 8:11-18.
14. Frolov AI, Filippova OB, Lobkov VJu. Influence of a glauconitic concentrate on growth, erythropoiesis and removal of heavy metals at growth of calfs. Herald of Agroindustrial complex of Upper Volga region. 2011;3(15):32-38. doi: 10.24411/9999-007A-2020-10005
15. Shlenkina TM, Lubin NA. Efficiency of mineral additives substantiated by pig control slaughter parameters. Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy. 2018;3(43):211-214. doi: 10.18286/1816-4501-2018-3-211-214
16. Carlisle EM Silicon: a possible factor in bone calcification. Science. 1970;167(3916):279-280. doi: 10.1126/science.167.3916.279
17. Carlisle EM Silicon: an essential element for the chick. Science. 1972;178(4061):619-621. doi: 10.1126/science.178.4061.619
18. Semenenko MP, Kuzminova EV, Koschaev AG. Realization of the bioresource potential of the broiler chickens when using the natural bentonites. Advances in Agricultural and Biological Sciences. 2017;3(1):19-24.

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.

Information about authors:

Lera L Musabaeva, applicant, Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 29 9 January 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 January St., Orenburg, 460000, tel.: 8-912-344-99-07.

Статья поступила в редакцию 18.02.2022; одобрена после рецензирования 22.02.2022; принята к публикации 21.03.2022.

The article was submitted 18.02.2022; approved after reviewing 22.02.2022; accepted for publication 21.03.2022.