

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА В КОРМЛЕНИИ ПЕРЕПЕЛОВ

Мерзлякова О.Г., Рогачёв В.А.

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук  
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

**Для цитирования:** Мерзлякова О.Г., Рогачёв В.А. Использование наночастиц серебра в кормлении перепелов // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2020. Т. 50. № 2. С. 75–83. DOI: 10.26898/0370-8799-2020-2-9.

**For citation:** Merzlyakova O.G., Rogachev V.A. Ispol'zovanie nanochastits serebra v kormlenii perepelov [Use of silver nanoparticles in quail feeding]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2020, vol. 50, no. 2, pp. 75–83. DOI: 10.26898/0370-8799-2020-2-9.

### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Представлены результаты введения в рацион домашних птиц нанокompозита серебра на основе цеолита и в составе препарата «Арговит». Эксперимент проведен на перепелах японской породы в периоды выращивания птицы (60 дней) и продуктивного использования несушек (95 дней). Для исследований из птиц суточного возраста сформированы три группы (одна контрольная и две опытные) по 50 голов. Перепела содержались на опытной ферме в Новосибирской области в клеточных батареях при соблюдении требуемых условий микроклимата. Все группы получали комбикорм (основной рацион), разработанный с учетом возраста и физиологических особенностей перепелов. В корм птицам опытных групп дополнительно вводили нанокompозит серебра на основе цеолита и в составе препарата «Арговит» в дозе (по чистому элементу) 40 мкг/кг комбикорма в течение 21 дня. Изучено влияние применяемых добавок на сохранность поголовья цыплят, интенсивность их роста, затраты корма на единицу продукции, показатели мясной и яичной продуктивности, инкубационные качества яиц. Химический состав комбикорма, мяса перепелов и яиц, полученных от несушек, исследовали в биохимической лаборатории по общепринятым методикам зоотехнического анализа. При скармливании птицам опытных групп нанокompозита серебра на основе цеолита и в составе препарата

## USE OF SILVER NANOPARTICLES IN QUAIL FEEDING

Merzlyakova O.G., Rogachev V.A.

Siberian Federal Scientific Centre  
of Agro-BioTechnologies of the Russian  
Academy of Sciences

Krasnoobsk, Novosibirsk region, Russia

The results of introducing silver nanocomposite based on zeolite and as part of Argovit preparation into the diet of poultry are presented. The experiment was carried out on quails of the Japanese breed during the periods of bird rearing (60 days) and productive use of laying quails (95 days). For the research, three groups were formed from quails aged one day (one control and two experimental) of 50 heads each. The quails were kept on a test farm in Novosibirsk Region in cell batteries subject to the required microclimate conditions. All groups received feed (the main diet), tailored to the age and physiological characteristics of quails. A silver nanocomposite based on zeolite and as part of Argovit preparation at a dose of 40 µg/kg of feed (on pure element) was additionally introduced into the feed for the birds of the experimental groups for 21 days. The effect of the supplements used was studied by the following parameters: survival rate of quail chicks, their growth intensity, feed efficiency ratio, indicators of meat and egg productivity, and quality of hatching eggs. The chemical composition of the feed, quail meat and eggs obtained from laying quails was studied in a biochemical laboratory using generally accepted methods of zootechnical analysis. When feeding experimental birds on silver nanocomposite based on zeolite and as part of Argovit preparation, the survival rate of quails increased by 3.0–4.0%, the average daily gain in live weight increased by 6.48–7.35%, and feed consumption per unit of the

«Арговит» сохранность перепелов повысилась на 3,0–4,0%, среднесуточный прирост живой массы увеличился на 6,48–7,35%, расход корма на единицу продукции снизился на 13,14–16,62%. Яйценоскость несушек возросла на 6,00–7,45%, выход яйцемассы – на 6,02–7,89%, выход инкубационных яиц – на 3,33–11,7%. Наиболее высокие показатели мясной и яичной продуктивности и эффективности использования комбикорма получены в 1-й опытной группе, употреблявшей наносеребро на основе цеолита. Экономический эффект в опытных группах увеличился на 13,76–17,26% по сравнению с контролем.

**Ключевые слова:** перепела, несушки, комбикорм, наносеребро, цеолит, «Арговит», сохранность, живая масса, яйценоскость

## ВВЕДЕНИЕ

Применение нанотехнологий в животноводстве позволяет повысить эффективность производства за счет снижения затрат на лечебные и стимулирующие препараты, обеспечивает лучшую конверсию питательных веществ рациона, рост сохранности и продуктивного долголетия животных [1, 2]. Свойства любого вещества в нанометровом диапазоне ( $1 \text{ нм} = 1 \cdot 10^{-9} \text{ м}$ ) отличаются от свойств макрообразца того же самого вещества, поскольку формируются в соответствии с законами квантовой, а не классической физики<sup>1,2</sup> [3].

Особенностью этих материалов является синергизм свойств наностабилизирующей матрицы и разнообразие специфических свойств материалов центрального наноразмерного ядра<sup>3,4</sup> [4].

Высокий потенциал продуктивного действия и возможность снижения экологической нагрузки позволяют рассматривать на-

produce decreased by 13.14–16.62%. The egg production of laying quails increased by 6.00–7.45%, the yield of egg mass – by 6.02–7.89%, and the yield of hatching eggs – by 3.33–11.7%. The highest indicators of meat and egg productivity and feed efficiency were obtained in the first experimental group that consumed zeolite-based nanosilver. The economic effect in the experimental groups increased by 13.76–17.26% compared to the control group.

**Keywords:** quails, laying quails, feed, nanosilver, zeolite, Argovit, survival rate, live weight, egg production

ночастицы как перспективные компоненты рационов животных [5]. Микроэлементы в виде наночастиц обладают повышенной биодоступностью и стабильностью взаимодействия с другими компонентами и могут использоваться в качестве стимуляторов роста и для устранения остатков антибиотиков в продуктах животного происхождения [6, 7]. Нанотехнологические препараты способны оказывать существенное влияние на здоровье животных и, следовательно, на их продуктивность [8, 9].

В ряде экспериментов показана возможность применения нанокompозита серебра на цеолитной основе как недорогого, нетоксичного и высокоэффективного биологического катализатора биохимических процессов в организме, улучшающего физиологическое состояние животных [10, 11]. Установлено, что скармливание комбикормов с наноструктурированными природными минералами в количестве 1–3% способствует повышению продуктивности

<sup>1</sup>Михайлов Ю.И. Наноразмерное состояние вещества // Нанотехнологии и наноматериалы для биологии и медицины / Сборник материалов науч.-практ. конф. с междунар. участием. Новосибирск: СибУПК, 2007. Ч. 1. С. 101–107.

<sup>2</sup>Волков Г.М. Объемные наноматериалы: учебное пособие. М.: КНОРУС, 2011. 384 с.

<sup>3</sup>Михайлов Ю.И., Болдырев В.В., Блажитко Е.М., Бурмистров В.А. и др. Серебряные нанобиокompозиты // НАНО-2007 / Труды II Всероссийской конференции по наноматериалам. Новосибирск, 2007. С. 380.

<sup>4</sup>Полунин О.А., Скворцова Л.И., Маслий А.И., Михайлов Ю.И. Растворимость и антимикробная активность наночастиц серебра на поверхности цеолита // Нанотехнологии и наноматериалы для биологии и медицины: материалы науч.-практ. конф. с междунар. участием / СибУПК. Новосибирск, 2007. Ч. 1. 248 с.

птицы на 17–34%, снижению расхода корма на единицу прироста живой массы на 6–9%. Сохранность поголовья возрастала при этом на 3,0–7,5%, яйценоскость – на 23,8–25,7% за счет повышения общей резистентности организма<sup>5,6</sup>.

Сотрудниками Сибирского научно-исследовательского и проектно-технологического института животноводства Сибирского федерального научного центра агробιοтехнологий Российской академии наук (СибНИПТИЖ СФНЦА РАН) проведены исследования по изучению оптимальных норм и сроков скармливания нанокompозита серебра на цеолитной основе в составе рационов сельскохозяйственных животных. Установлено, что потребление несущками перепелов наносеребра (доза 40 мкг/кг корма) на основе цеолита в течение 21 дня повысило их яйценоскость на 6,06%, выход инкубационного яйца на 9,0% и снизило затраты корма на единицу продукции на 8,17% [12]. Для поросят-сосунов и телят-молочников оптимальным является ежедневное скармливание или выпаивание с молоком наносеребра из расчета 1 мкг/кг живой массы в течение 60 дней (повышение среднесуточных приростов у поросят на 31,9%, у телят на 38,3% при полной сохранности поголовья<sup>7</sup>).

На сибирском рынке представлен новый серебросодержащий препарат «Арговит», разработанный Научно-производственным центром «Вектор-Бест» совместно с Институтом экспериментальной ветеринарии Сибири и Дальнего Востока Сибирского федерального научного центра агробιοтехно-

логий Российской академии наук (ИЭВСиДВ СФНЦА РАН). Препарат представляет собой кластеры высокодисперсного металлического серебра с размером входящих в них частиц 1–10 нм, стабилизированные полимером поливинилпирролидоном. В ветеринарии «Арговит» используется для профилактики (доза 0,12–0,24 мг/кг живой массы) и лечения (доза 0,24–0,6 мг/кг живой массы) желудочно-кишечных инфекций различной этиологии у животных. В опыте на перепелах изучено влияние водного раствора наночастиц серебра на кишечную микрофлору при суточной дозе 25 мг/кг, которая превышала в 10 раз рекомендуемую. Наночастицы серебра не оказали негативного влияния на микрофлору кишечника и желудка птицы<sup>8–10</sup>.

Нанопрепараты в кормлении сельскохозяйственных животных в настоящее время используются недостаточно, но перспектива применения их в качестве нетрадиционных кормовых добавок как источников биологически активных веществ в виде нанокompозитов металлов, нанесенных различными методами на зерновую часть рациона, не вызывает сомнений.

Цель исследований – оценить эффективность использования двух видов наночастиц серебра (на основе цеолита и в препарате «Арговит») для кормления перепелов с последующим мониторингом интенсивности роста и яичной продуктивности птицы.

Задачи исследования – определить влияние скармливания перепелам наночастиц серебра, нанесенного разными способами

<sup>5</sup> Реймер В.А., Тарабанова Е.В., Алексеева З.Н., Клемешова И.Ю. Влияние серебряного нанобиокompозита на некоторые физиологические показатели цыплят // Материалы XVII Междунар. конф. ВНАП «Инновационные разработки и их освоение в промышленном птицеводстве». Сергиев Посад, 2012. С. 600–604.

<sup>6</sup> Тарабанова Е.В. Физиологический статус сельскохозяйственной птицы в раннем онтогенезе при выращивании с использованием серебряного нанобиокompозита: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Новосибирск, 2013. 29 с.

<sup>7</sup> Егоров С.В., Гомбоев Д.Д., Михайлов Ю.И. Эффективность использования наносеребра в рационах телят-молочников // Технология производства продуктов животноводства в Сибири: сб. науч. тр. / Россельхозакадемия. Сиб. отд.-ние. ГНУ СибНИПТИЖ. Новосибирск, 2013. С. 88–100.

<sup>8</sup> Бурмистров В.В., Шкиль Н.А. Использование Арговита для профилактики и лечения желудочно-кишечных заболеваний у домашних животных // Серебро и висмут в медицине. Материалы науч.-практ. конф., 25–26 февраля 2005 г. Новосибирск. С. 189–195.

<sup>9</sup> Бурмистров В.В., Симонова О.Г. Опыт практического применения препаратов кластерного серебра «Аргоника» и «Арговит». Ответы на вопросы // Нанотехнологии и наноматериалы для биологии и медицины: сборник материалов науч.-практ. конф. с междунар. участием / СибУПК. Новосибирск, 2007. Ч. 2. С. 50–63.

<sup>10</sup> Скрябин В.А., Михайлов Ю.И., Реймер В.А., Носенко Н.А. Серебряные нанобиокompозиты в кормовых добавках для сельскохозяйственных животных и птицы // Пища. Экология. Качество: труды VII Междунар. науч.-практ. конф. (Краснообск, 21–22 сентября 2010 г.).

на субстрат, на сохранность поголовья, интенсивность роста птицы, показатели мясной продуктивности, яйценоскость, инкубационные качества яиц, затраты корма на единицу продукции.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Объект исследования – продуктивное и физиологическое действие наносеребра на основе цеолита и в составе препарата «Арговит». Опыт продолжительностью 155 дней проведен по общепринятой методике на перепелиной ферме физиологического двора СибНИПТИЖ СФНЦА РАН на перепелах японской породы, сформированных в суточном возрасте в три аналогичные группы (одна контрольная и две опытные) по 50 голов в каждой<sup>11</sup>. Всем подопытным перепелам скармливали одинаковый комбикорм (основной рацион), приготовленный с учетом возраста и физиологических особенностей данного вида птицы. Межгрупповые различия заключались в следующем: молодняк контрольной группы потреблял только основной рацион, птицы опытных групп дополнительно получали в течение 21 дня наносеребро на основе цеолита и в виде коллоидного раствора препарата «Арговит» в количестве 40 мкг/кг комбикорма (см. табл. 1).

Условия содержания птицы и микроклимат в клеточной батарее соответствовали зоотехническим требованиям.

Рационы составляли в соответствии с нормами Всероссийского научно-исследо-

вательского технологического института птицеводства Российской академии наук<sup>12</sup>. Учет поедаемости кормов осуществляли ежедневно путем взвешивания заданных кормов и их остатков. Ежедневно проводили наблюдение за поведением и состоянием здоровья перепелов.

Контрольные взвешивания птицы проводили при постановке на опыт и в 60-дневном возрасте по окончании периода выращивания. В двухмесячном возрасте проведен убой перепелов по три головы из каждой группы. Оставшийся молодняк птицы распределен в соотношении 3 : 1 (три самочки и один самец). Учет яичной продуктивности несушек осуществляли ежедневно. В возрасте 95 дней от несушек было отобрано яйцо и заложено на инкубацию (в течение 17 дней) для определения инкубационных качеств.

Химический состав комбикормов, мяса и яиц перепелов исследовали в биохимической лаборатории СибНИПТИЖа СФНЦА РАН по общепринятым методикам зоотехнического анализа.

Полученный в опыте цифровой материал обработан методом вариационной статистики на персональном компьютере с помощью программного обеспечения Microsoft Excel.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Комбикорм для перепелов приготовлен в соответствии с основными требованиями для данного вида птицы: сбалансированность, высококалорийность и необходимая

**Табл. 1.** Схема опыта

**Table 1.** Experiment outline

Группа	<i>n</i>	Период скармливания, дни	Особенности кормления
Контрольная	50	–	Основной рацион (ОР)
1-я опытная	50	21	ОР + 40 мкг/кг корма наносеребра на цеолите
2-я опытная	50	21	ОР + 40 мкг/кг корма наносеребра в составе коллоидного препарата «Арговит»

<sup>11</sup> Методика проведения научных и производственных исследований по кормлению сельскохозяйственной птицы / Под общ. ред. В.И. Фисинина, Ш.А. Имангулова, Сергиев Посад, 2000. 33 с.

<sup>12</sup> Фисинин В.И., Егоров И.А., Околелова Т.М., Имангулов Ш.А. Кормление сельскохозяйственной птицы. Сергиев Посад, 2003. 375 с.

степень измельчения. В состав комбикорма входили следующие компоненты: пшеница фуражная, соя экструдированная, жмых подсолнечный, мука мясорастительная, мука рыбная, дрожжи кормовые, жир технический, мел кормовой, дефторированный фосфат, премикс. Процентное содержание ингредиентов комбикорма и его питательность различались в зависимости от возраста птицы (0–30 дней, 31–60 дней и старше). В среднем в 100 г комбикорма содержалось 1,28 МДж обменной энергии, 23,78 г сырого протеина, 3,99 г сырой клетчатки.

Введение нанокмполита серебра на цеолите и в составе препарата «Арговит» в комбикорм оказало заметное влияние на поедаемость его. В период выращивания (60 дней) птицы опытных групп употребили комбикорма на 7,55–10,58% меньше по сравнению с контрольными аналогами.

Сохранность поголовья цыплят опытных групп была выше по сравнению с контрольной на 3–4% (см. табл. 2).

Перепела опытных групп обладали более высокой энергией роста и лучшей конверсии корма в мясную продукцию, они превосходили контрольных аналогов по абсолютному приросту живой массы на 6,49–7,28%, по среднесуточному приросту на 6,48–7,35%, при пониженном на 13,14–16,62% расходе кормов на единицу продукции. Наиболее высокие показатели продуктивности и эффективности использования комбикорма получены в 1-й опытной группе.

Результаты контрольного убоя птицы показали, что масса потрошеной тушки перепелов опытных групп была больше, чем в контрольной группе, на 1,48–6,16%, убойный выход выше на 0,24–0,94% (см. табл. 3).

**Табл. 2.** Сохранность, прирост живой массы и оплата корма продукцией у цыплят перепелов за период выращивания

**Table 2.** Survival rate, increase in live weight and feed efficiency ratio of quail chicks during the rearing period

Показатель	Группа		
	контрольная	опытная	
		1-я	2-я
Сохранность, %	91	95	94
Живая масса 1 гол., г:			
в начале опыта	8,10 ± 0,09	8,31 ± 0,09	8,16 ± 0,11
в конце опыта	171,50 ± 1,25	183,60 ± 1,06	182,16 ± 0,91
Прирост живой массы, г:			
абсолютный	163,40 ± 1,19	175,29 ± 1,01	174,00 ± 0,87
среднесуточный	2,72 ± 0,02	2,92 ± 0,02	2,90 ± 0,01
Потреблено кормов, кг	1,219	1,090	1,127
Расход корма на 1 г прироста, г	7,46	6,22	6,48

**Табл. 3.** Результаты убоя подопытной птицы

**Table 3.** Slaughter results of experimental birds

Показатель	Группа		
	контрольная	опытная	
		1-я	2-я
Предубойная масса одной головы, г	169,33 ± 0,47	177,67 ± 1,03	171,33 ± 0,94
Масса полупотрошеной тушки, г	144,67 ± 0,94	152,00 ± 0,41	146,67 ± 0,47
Соотношение к живой массе, %	85,44	85,55	85,60
Масса потрошеной тушки, г	135,33 ± 0,74	143,67 ± 0,74	137,33 ± 0,82
Убойный выход, %	79,92	80,86	80,16

В мясе (фарше) птицы опытных групп содержалось больше по сравнению с контролем сухого вещества на 3,01–3,09% ( $p < 0,95$ ), белка на 0,37–0,64% ( $p < 0,95$ ) и жира на 2,83–3,15% ( $p < 0,95$ ) (см. табл. 4).

В исследованиях установлено, что скормливание наносеребра на основе цеолита и препарата «Арговит» молодняку в период выращивания стимулирует в дальнейшем рост яичной продуктивности несушек. Яйценоскость птицы в опытных группах возросла по сравнению с контрольными аналогами на 6,00–7,45%, интенсивность яйцекладки на 4–5%, выход яйцемассы на 6,02–7,89% при снижении затрат кормов на получение 10 яиц на 14,62–18,28% (см. табл. 5). Наиболее высокие показатели яичной продуктивности и эффективности использования комбикорма получены в 1-й опытной группе.

Включение в рацион нанокompозита серебра на основе цеолита и с препаратом

«Арговит» повысило содержание в яичном желтке сухого вещества на 0,2–3,11%, белка на 0,93–1,95% (см. табл. 6). Межгрупповые различия по концентрации в белке яиц сухого вещества, собственно белка, жира и золы, незначительны. Содержание кальция в скорлупе яиц опытных групп отмечено выше, чем в контроле, на 3,17–4,0% ( $p > 0,95$ ), ее толщина увеличилась на 7,56–8,0% ( $p > 0,95$ ).

В эксперименте установлено, что скормливание птице с комбикормом нанокompозита серебра, нанесенного разными способами на субстрат, улучшило инкубационные качества перепелиных яиц (см. табл. 7).

Выход инкубационных яиц в опытных группах возрос по сравнению с контролем на 3,33–11,7%, отходы инкубации уменьшились на 15,38–23,08%, вывелось цыплят от заложенных и оплодотворенных яиц больше соответственно на 3,21 и 2,0–2,89%. Меж-

**Табл. 4.** Химический состав мяса (фарша) цыплят перепелов, %

**Table 4.** The chemical composition of minced meat of quail chicks, %

Показатель	Группа		
	контрольная	опытная	
		1-я	2-я
Вода	69,31 ± 0,16	66,30 ± 0,75	66,22 ± 1,10
Сухое вещество	30,69 ± 0,16	33,70 ± 0,75	33,78 ± 1,10
Белок	16,65 ± 0,30	17,29 ± 0,10	17,02 ± 0,09
Жир	11,21 ± 0,31	14,04 ± 1,04	14,36 ± 1,31
Зола	2,85 ± 0,02	2,37 ± 0,27	2,41 ± 0,34

**Табл. 5.** Показатели продуктивности несушек перепелов

**Table 5.** Laying quails productivity indicators

Показатель	Группа		
	контрольная	опытная	
		1-я	2-я
Яйценоскость (получено яиц на несушку за 95 дней), шт.	63,65	68,39	67,47
Интенсивность яйцекладки, %	67	72	71
Средняя масса яйца, г	11,78 ± 0,16	11,83 ± 0,14	11,79 ± 0,13
Получено (выход) яичной массы, кг	0,748	0,807	0,793
Затраты корма, кг:			
всего	2,957	2,600	2,682
на 1 кг яйцемассы	3,953	3,222	3,382
на 10 яиц	0,465	0,380	0,397

**Табл. 6.** Химический состав яиц несушек перепелов, %**Table 6.** The chemical composition of quail eggs, %

Показатель	Группа		
	контрольная	опытная	
		1-я	2-я
<i>Содержание в желтке</i>			
Сухое вещество	43,99 ± 0,55	44,19 ± 0,56	47,10 ± 0,32
Белок	16,57 ± 0,20	17,50 ± 0,16	18,52 ± 0,31
Жир	25,71 ± 0,52	25,42 ± 0,48	27,21 ± 0,29
Зола	1,71 ± 0,22	1,27 ± 0,13	1,27 ± 0,04
Кальций	1,05 ± 0,06	1,14 ± 0,14	1,15 ± 0,12
Фосфор	1,10 ± 0,02	1,22 ± 0,16	1,11 ± 0,08
<i>Содержание в белке</i>			
Сухое вещество	88,33 ± 0,04	88,33 ± 0,17	88,06 ± 0,17
Жир	0,37 ± 0,01	0,39 ± 0,04	0,38 ± 0,03
Собственно белок	11,67 ± 0,04	11,67 ± 0,17	11,94 ± 0,17
Зола	0,77 ± 0,01	0,78 ± 0,01	0,77 ± 0,01
<i>Содержание в скорлупе</i>			
Сухое вещество	70,83 ± 0,57	73,30 ± 0,14	72,14 ± 0,25
Зола	58,94 ± 0,49	60,34 ± 0,30	59,59 ± 0,66
Кальций	23,92 ± 1,62	27,92 ± 0,10	27,09 ± 0,46
Фосфор	0,38 ± 0,03	0,41 ± 0,01	0,34 ± 0,01
Толщина скорлупы, мм	0,225 ± 0,009	0,243 ± 0,006	0,242 ± 0,007

**Табл. 7.** Инкубационные качества яиц перепелов**Table 7.** Hatching quality of quail eggs

Показатель	Группа		
	контрольная	опытная	
		1-я	2-я
Отложено яиц, шт.	70	60	60
Проинкубировано яиц, шт.	56	55	50
Выход инкубационных яиц, %	80,0	91,7	83,33
Отходы инкубации, шт.	13	11	10
В том числе неоплодотворенные яйца, шт.	6	5	5
Вывелось цыплят, гол.:	43	44	40
от заложенных яиц, %	76,79	80,0	80,0
от оплодотворенных яиц, %	86,0	88,0	88,89
Живая масса цыпленка, г	8,00 ± 0,17	8,07 ± 0,14	8,06 ± 0,17

групповые различия по живой массе цыпленка несут незначительны (максимум 0,88%).

Экономический эффект, рассчитанный на основе данных о стоимости комбикорма, добавок и стоимости реализации продукции (яйцо несушек) возрос в опытных группах на 13,76–17,26% по отношению к контрольным аналогам.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование в рационах перепелов нанокомпозита серебра на основе цеолита и в

составе коллоидного препарата «Арговит» в дозе 40 мкг/кг комбикорма в течение 21 дня оказало заметное влияние на зоотехнические и экономические показатели продуктивности птицы:

– в период выращивания цыплят (60 дней) повысились сохранность на 3–4% и среднесуточный прирост живой массы на 6,48–7,35% при снижении на 13,14–16,62% расхода кормов на единицу продукции, улучшились показатели мясной продуктивности перепелов (увеличение массы

потрошеной тушки цыплят на 1,48–6,16%, повышение содержания белка в мясе на 20,37–0,64%). Наиболее высокие показатели продуктивности и эффективности использования комбикорма получены в 1-й опытной группе, потреблявшей наносеребро на основе цеолита;

– в период продуктивного использования несушек (95 дней) повысилась яйценоскость перепелов на 6,00–7,45%, выход яичной массы на 6,02–7,89%, выход инкубационных яиц на 3,33–11,7%. Наиболее высокие показатели яичной продуктивности и эффективности использования комбикорма получены в 1-й опытной группе, потреблявшей наносеребро на основе цеолита. Экономический эффект возрос на 13,76–17,26% по отношению к контролю.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Konkol D. The Use of Nanominerals in Animal Nutrition as a Way to Improve the Composition and Quality of Animal Products/ D. Konkol and K. Wojnarowski // *Journal of Chemistry*. 2018. Article ID 5927058. P. 1–7 DOI:10.1155/2018/5927058.
2. Huchchannanavar S., Ramesh B.K., Ravishanakar G., Govindappa M.R. Application of nanotechnology in food and feed: A review // *International Journal of Chemical Studies*. 2019. Vol. 7 (4). P. 1180–1185.
3. Каплуненко В.Г., Косинов Н.В., Бовсуновский А.Н., Чёрный С.А. Нанотехнологии в сельском хозяйстве // *Зерно*. 2008. № 4. С. 46–54.
4. Тарабанова Е.В., Реймер В.А., Алексеева З.Н. Влияние серебряного нанобиокомпозиата на физиологический статус цыплят кросса Ломан Браун // *Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство*. 2011. № 7. С. 43–48.
5. Мирошников С.А., Сизова Е.А. Наноматериалы в животноводстве // *Вестник мясного скотоводства*. 2017. № 3 (99). С. 7–22.
6. Gopi M., Pearlin B., Dhinesh Kumar R., Shanmathy M., Prabakar G. Role of Nanoparticles in Animal and Poultry Nutrition: Modes of Action and Applications in Formulating Feed Additives and Food Processing // *International Journal of Pharmacology*. 2017. Vol. 13. P. 724–731. DOI: 10.3923/ijp.2017.724.731

7. Toma G.O. Current and Future Improvements in Livestock Nutrition and Feed Resources // Additional information is available at the end of the chapter. DOI: 10.5772/intechopen.73088 Provisional chapter © 2016.
8. Huang S., Wang L., Liu Y., Hou L. Nanotechnology in agriculture, livestock, and aquaculture in China. A review // *Agronomy for Sustainable Development*. 2015. Vol. 35 (2). P. 369–400.
9. Bąkowski M., Kiczorowska B., Samolińska W., Klebaniuk R., Lipiec A. Silver and Zinc Nanoparticles in Animal Nutrition – A Review // *Annals of Animal Science* 2018. Vol. 18 (4). P. 879–898. DOI: 10.2478/aoas-2018-0029
10. Куликова О.В., Назарова А.А., Полищук С.Д. Влияние нанокристаллических металлов на процессы кроветворения при введении в рацион кроликов // *Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева*. 2012. № 2 (14). С. 70–73.
11. Полунина Л., Улитко В., Ерисанова О. Наноструктурированный препарат для бройлеров // *Комбикорма*. 2009. № 3. С. 63–64.
12. Гуля В.Г., Мерзлякова О.Г. Влияние скармливания наноконпозиата серебра несушкам перепелов на их продуктивные и воспроизводительные качества // *Достижения науки и техники АПК*. 2012. № 3. С. 36–39.

## REFERENCES

1. Konkol D., Wojnarowski K. The Use of Nanominerals in Animal Nutrition as a Way to Improve the Composition and Quality of Animal Products. *Journal of Chemistry*, 2018, Article ID 5927058, pp. 1–7. DOI:10.1155/2018/5927058.
2. Huchchannanavar S., Ramesh B.K., Ravishanakar G., Govindappa M.R. Application of nanotechnology in food and feed: A review. *International Journal of Chemical Studies*, 2019, vol. 7 (4), pp. 1180–1185.
3. Kaplunenko V.G., Kosinov N.V., Bovsunovskii A.N., Chernyi S.A. Nanotekhnologii v sel'skom khozyaistve [Nanotechnologies in agriculture]. *Zerno* [Grain]. 2008, no. 4, pp. 46–54. (In Russian).
4. Tarabanova E.V., Reimer V.A., Alekseeva Z.N. Vliyanie serebryanogo nanobiokompozita na fiziologicheskii status tsyplyat krossa Loman Braun [The effect of silver nanobiocomposite on the physiological status of

- cross chickens Loman Brown]. *Kormlenie sel'skokhozyaistvennykh zhivotnykh i kormo-proizvodstvo* [Feeding of Agricultural Animals and Feed Production], 2011, no. 7, pp. 43–48.
5. Miroshnikov S.A., Sizova E.A. Nanomaterialy v zhivotnovodstve [Nanomaterials in animal husbandry]. *Vestnik myasnogo skotovodstva* [The Herald of Beef Cattle Breeding], 2017, no. 3 (99), pp. 7–22. (In Russian).
  6. Gopi M., Pearlin B., Dhinesh Kumar R., Shanmathy M., Prabakar G. Role of Nanoparticles in Animal and Poultry Nutrition: Modes of Action and Applications in Formulating Feed Additives and Food Processing. *International Journal of Pharmacology*, 2017, vol. 13, pp. 724–731. DOI: 10.3923/ijp.2017.724.731
  7. Toma G.O. Current and Future Improvements in Livestock Nutrition and Feed Resources. *Additional information is available at the end of the chapter*. DOI: 10.5772/intechopen.73088 Provisional chapter © 2016.
  8. Huang S., Wang L., Liu Y., Hou L. Nanotechnology in agriculture, livestock, and aquaculture in China. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 2015, vol. 35 (2), pp. 369–400.
  9. Bąkowski M., Kiczorowska B., Samolińska W., Klebaniuk R., Lipiec A. Silver and Zinc Nanoparticles in Animal Nutrition – A Review. *Annals of Animal Science*, 2018, vol. 18 (4), pp. 879–898. DOI: 10.2478/aoas-2018-0029.
  10. Kulikova O.V., Nazarova A.A., Polishchuk S.D. Vliyanie nanokristallicheskich metallov na protsessy krovetvoreniya pri vvedenii v ratsion krolikov [The effect of nanocrystalline metals on blood formation processes when introduced into the diet of rabbits]. *Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta imeni P.A. Kostycheva* [Herald of Ryazan State Agrotechnological University named after P. A. Kostychev], 2012, no. 2 (14), pp. 70–73. (In Russian).
  11. Polunina L., Ulit'ko V., Erisanova O. Nanostrukturirovannyi preparat dlya broilerov [Nanostructured preparation for broiler]. *Kombikorma* [Compound Feeds Magazine], 2009, no. 3, pp. 63–64. (In Russian).
  12. Guglya V.G., Merzlyakova O.G. Vliyanie skarmlivaniya nanokompozita srebra nesushkam perepelov na ikh produktivnye i vosproizvoditel'nye kachestva [The effect of feeding silver nanocomposite to laying quails on their productive and reproductive qualities]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of Science and Technology of AIC], 2012, no. 3, pp. 36–39. (In Russian).

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ **Мерзлякова О.Г.**, старший научный сотрудник; адрес для переписки: Россия, 630501, Новосибирская область, р.п. Краснообск; СФНЦА РАН, а/я 463; e-mail: olga.m52@mail.ru

**Рогачёв В.А.**, доктор сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией; e-mail: helmet@mail.ru

#### AUTHOR INFORMATION

✉ **Merzlyakova O.G.**, Senior Researcher; address: PO Box 463, SFSCA RAS, Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia; e-mail: olga.m52@mail.ru

**Rogachev V.A.**, Doctor of Science in Agriculture, Laboratory Head; e-mail: helmet@mail.ru

Дата поступления статьи 26.02.2020

Received by the editors 26.02.2020