

Научная статья

УДК 636.52/.58.085.4:577.164.2

ВЛИЯНИЕ АНТИОКСИДАНТНОГО КОМПЛЕКСА НА РОСТ И ПРОДУКТИВНЫЕ КАЧЕСТВА ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ

Артем Петрович Новицкий, Ольга Анатольевна Новицкая, Максим Викторович Сыроватский, Дмитрий Владимирович Быков

ФГБОУ ВО МГАВМиБ - МВА имени К. И. Скрябина, Москва, Россия

Аннотация. В настоящем исследовании проанализировано влияние антиоксидантного комплекса, содержащего аскорбиновую кислоту в сочетании с метионином, на зоотехнические и морфофункциональные параметры цыплят-бройлеров кросса Росс 308. Эксперимент проводился в условиях vivария академии, продолжался 42 дня и включал четыре группы по 60 голов: контрольную и три опытные, получавшие антиоксидант в дозах 100, 150 и 200 мг/кг корма соответственно. Показатели живой массы, прироста, конверсии корма и сохранности регистрировались на 1, 21 и 42 сутки, а также анализировалась относительная масса внутренних органов. Наиболее выраженный положительный эффект наблюдался при внесении антиоксиданта в количестве 150 мг/кг. Живая масса птицы к 42 дню в этой группе составила $2654,3 \pm 19,2$ г, что на 6,0% выше контрольных значений ($p < 0,01$). Конверсия корма снизилась до 1,61 кг/кг, а сохранность составила 98,3% против 93,3% в контроле. Морфофункциональный анализ показал увеличение относительной массы печени, подвздошной кости и фабрициевой сумки, что указывает на активацию обменных и иммунных процессов. При повышении количества антиоксиданта до 200 мг/кг эффект сохранялся, но выраженность изменений снижалась, что свидетельствует о достижении оптимального количества на уровне 150 мг/кг.

Результаты исследования подтверждают эффективность применения антиоксидантного комплекса в указанном количестве для повышения продуктивности, устойчивости к стрессу и улучшения физиологического статуса бройлеров. Установленные эффекты позволяют рекомендовать его включение в практику промышленного птицеводства как элемент программы немедикаментозной стимуляции роста.

Ключевые слова: бройлеры, антиоксиданты, аскорбиновая кислота, продуктивность, прирост, конверсия, морфология, кормовая добавка.

Для цитирования: Новицкий А.П., Новицкая О.А., Сыроватский М.В., Быков Д.В. Влияние антиоксидантного комплекса на рост и продуктивные качества цыплят-бройлеров // Вестник Брянской ГСХА. 2025. № 5 (111). С. 40-45.

Original article

EFFECT OF AN ANTIOXIDANT COMPLEX ON GROWTH AND PRODUCTIVE QUALITIES OF BROILER CHICKENS

Artyom P. Novitski, Ol'ga A. Novitskaya, Maxim V. Syrovatski, Dmitri V. Bykov

Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology - MVA by K.I. Skryabin, Moscow, Russia

Abstract. The effect of an antioxidant complex containing ascorbic acid in combination with methionine on the zootechnical and morphofunctional parameters of Ross 308 cross broiler chickens was analyzed in this research. The experiment was conducted in the Academy's vivarium, lasted 42 days and included four groups of 60 birds each: a control group and three experimental groups, which received the antioxidant in doses of 100, 150 and 200 mg/kg of feed, respectively. Indicators of live weight, growth, feed conversion and safety were recorded on days 1, 21 and 42, and the relative weight of internal organs was analyzed.

The most pronounced positive effect was observed with the administration of 150 mg/kg of the antioxidant. By day 42, the live weight of birds in this group reached 2654.3 ± 19.2 g, which was 6.0% higher than the control group ($p < 0.01$). Feed conversion decreased to 1.61 kg/kg, while survival rate reached 98.3%, compared to 93.3% in the control. Morphofunctional analysis showed an increase in the relative mass of the liver, ilium and bursa of Fabricius, which indicates the activation of metabolic and immune processes. When the amount of antioxidant was increased to 200 mg/kg, the effect was maintained, but the severity of changes decreased, indicating that the optimal amount was reached at 150 mg/kg.

The results of the research confirm the effectiveness of the antioxidant complex at the specified dosage in enhancing productivity, improving stress resilience, and strengthening the physiological status of broilers. The observed effects support its use in industrial poultry farming as a component of non-pharmacological growth stimulation programs.

Keywords: broilers, antioxidants, ascorbic acid, productivity, growth, conversion, morphology, feed additive.

For citation: Novitski A.P., Novitskaya O.A., Syrovatski M.V., Bykov D.V. Effect of an antioxidant complex on the growth and productive qualities of broiler chickens // Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2025. № 5 (111). Pp. 40-45.

Введение. Рост мирового производства мяса птицы в последние десятилетия обуславливает необходимость поиска новых, более эффективных подходов к интенсификации отрасли, при сохранении высокого уровня биологической безопасности продукции и благополучия животных [1,12]. Бройлерное птицеводство — один из наиболее динамично развивающихся секторов животноводства, характеризующийся высокой плотностью посадки, краткими сроками откорма и жёсткими требованиями к технологической дисциплине. В этих условиях значительно возрастает роль факторов, способных нарушать физиологическое равновесие в организме птицы. Одним из таких дестабилизирующих факторов является окислительный стресс [2,4].

Окислительный стресс представляет собой биохимическое состояние, при котором выработка активных форм кислорода (АФК) превышает антиоксидантный потенциал организма, что приводит к повреждению клеточных мембран, митохондриальной дисфункции, нарушению обмена веществ, апоптозу клеток и, в конечном счёте, снижению продуктивности [13]. Установлено, что бройлеры, в силу интенсивного роста и повышенной метаболической активности, особенно подвержены воздействию АФК. Это может происходить как при физиологических изменениях (интенсивный рост, гормональные перестройки), так и при внешних воздействиях (жара, микотоксины, вакцинация, транспортировка, нарушения микроклимата) [5,6,11]. В этих условиях применение антиоксидантных веществ становится критически важным элементом профилактики производственного стресса [2,3].

Особый интерес представляют водорастворимые антиоксиданты, обладающие высокой биодоступностью и возможностью равномерного распределения в водной фазе клеток [9]. Аскорбиновая кислота (витамин С), как ключевой представитель антиоксидантов, участвует в нейтрализации свободных радикалов, восстанавливает активность α -токоферола, способствует синтезу коллагена и стероидных гормонов, а также модулирует иммунный ответ [10]. Однако ряд исследований указывает на нестабильность аскорбиновой кислоты в рационе, необходимость подбора адекватных дозировок, а также потенциальную синергетику с серосодержащими аминокислотами, в частности — метионином [7,8].

Метионин, помимо своей основной функции как лимитирующей аминокислоты, играет ключевую роль в синтезе глутатиона — одного из важнейших внутриклеточных антиоксидантов. Введение в рацион комбинированных композиций, включающих водорастворимый антиоксидант и метионин, может значительно усилить адаптивные механизмы организма и повысить устойчивость птицы к стресс-факторам окружающей среды [6,8].

Актуальность темы обусловлена также тем, что в условиях текущих ограничений на использование антибиотиков в профилактических целях и растущих требований со стороны потребителей к натуральности продуктов животного происхождения, возрастает значение функциональных кормовых добавок немедикаментозного характера [9,14]. Антиоксиданты, при грамотном применении способны не только повысить продуктивность, но и улучшить качество мяса, его товарные и технологические свойства, за счёт снижения процессов липидной перекисидации и повышения антиоксидантной активности тканей [3,9,15].

Несмотря на наличие ряда экспериментальных данных, до настоящего времени остаются недостаточно исследованными дозовые зависимости и морфофункциональные эффекты применения антиоксидантов в рационах бройлеров в условиях производственного содержания [2,6]. Кроме того, отсутствуют систематизированные данные о влиянии таких соединений на конверсию корма, сохранность, морфометрию органов и общее физиологическое состояние птицы [4,5,11]. Это обуславливает необходимость дальнейших научных изысканий в данном направлении [13,14].

Целью настоящей работы явилось изучение влияния антиоксидантного комплекса на рост, продуктивные качества, физиологическое состояние и сохранность цыплят-бройлеров. Особое внимание в ходе эксперимента было уделено воздействию различного количества антиоксидантного комплекса и оценке морфофункциональных изменений, происходящих под его влиянием.

Материал и методика исследований. *Условия проведения эксперимента.* Экспериментальное исследование проводилось на базе вивария академии в весенне-летний период.

Для изучения зоотехнических и морфофункциональных параметров были сформированы 4 группы цыплят кросса Росс 308 суточного возраста по 60 голов в каждой. Группы формировали по принципу аналогов и методом случайной выборки. Продолжительность выращивания - 42 дня (табл. 1).

Учет проводился индивидуально, содержание напольное, в одинаковых по размеру и микроклимату помещениях.

Таблица 1 - Схема научного эксперимента

Группа	Кол-во голов	Особенности рациона
Контроль (К)	60	Основной рацион без добавления антиоксидантного комплекса
Опытная 1 (О1)	60	Рацион + антиоксидантный комплекс 100 мг/кг корма
Опытная 2 (О2)	60	Рацион + антиоксидантный комплекс 150 мг/кг корма
Опытная 3 (О3)	60	Рацион + антиоксидантный комплекс 200 мг/кг корма

Антиоксидантный комплекс, использованный в исследовании, представляет собой порошкообразную кормовую добавку, включающую: аскорбиновую кислоту (витамин С) — 50 %, DL-метионин — 30 %, наполнитель — 20 %, равномерно распределённую по корму при помощи миксера.

В течение всего периода выращивания в кормлении цыплят всех групп применяли полнорационные комбикорма, по питательности соответствующие возрастным потребностям.

Корректировка аминокислотного профиля производилась за счёт ввода DL-метионина, а витаминно-минеральный премикс оставался постоянным во всех группах.

В течение эксперимента фиксировались следующие зоотехнические и морфофизиологические параметры:

1. Живая масса, г (1, 21, 42 сутки);
2. Среднесуточный прирост массы тела, г;
3. Падёж и сохранность, %;
4. Конверсия корма, кг/кг
5. Относительная масса органов (печень, сердце, фабрициева сумка, подвздошная кость), % к живой массе.

Статистическая обработка данных проводилась с использованием программного пакета Statistica 10.0 и Excel 2019. Достоверность различий между группами оценивали с использованием критерия Стьюдента (t-критерий) для независимых выборок. Все данные представлены в виде $\bar{X} \pm S$, где \bar{X} — среднее значение, S — стандартная ошибка среднего. Уровень статистической значимости принят за $p < 0,05$.

Результаты исследований и их обсуждение. *Живая масса и прирост.* Живая масса и среднесуточный прирост являются интегральными показателями продуктивности птицы, отражающими эффективность процессов метаболизма, уровень физиологической адаптации к условиям содержания и полноценность кормления. Эти параметры особенно чувствительны к качеству кормов, микроклимату, физиологическому статусу и использованию функциональных добавок. Измерение массы тела в динамике позволяет не только оценить абсолютный прирост, но и выявить критические периоды развития, когда организм наиболее чувствителен к окислительному стрессу. Показатель среднесуточного прироста является одним из ключевых при экономической оценке эффективности откорма (табл. 2).

Таблица 2 – Живая масса и среднесуточный прирост цыплят-бройлеров на фоне применения антиоксиданта ($\bar{X} \pm S$, $n=60$)

Показатель	Контроль (К)	О1 (100 мг/кг)	О2 (150 мг/кг)	О3 (200 мг/кг)
Живая масса, г (день 1)	43,1 \pm 0,2	42,9 \pm 0,2	43,0 \pm 0,2	43,2 \pm 0,2
Живая масса, г (день 21)	832,4 \pm 6,7	864,7 \pm 5,9*	883,2 \pm 7,1**	876,5 \pm 6,8*
Живая масса, г (день 42)	2503,2 \pm 17,5	2564,3 \pm 16,1*	2654,3 \pm 19,2**	2639,7 \pm 18,4**
Среднесуточный прирост, г	58,4 \pm 0,5	60,1 \pm 0,4*	62,2 \pm 0,6**	61,8 \pm 0,5**

Примечание: * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$

На начальном этапе (1 сутки) различий между группами не наблюдалось, что подтверждает начальную однородность экспериментального материала. Уже к 21 дню выявлено статистически значимое преимущество групп, получавших антиоксидант, что свидетельствует о положительном влиянии добавки на ранние этапы развития, когда особенно активны процессы морфогенеза, роста и становления функций пищеварительной и иммунной систем. Наибольшая масса тела к 42 дню наблюдалась у группы О2 (2654,3 \pm 19,2 г), что на 6,0 % превышает контроль. Достоверный рост прироста мас-

сы тела у этой группы (62,2 г против 58,4 г у контроля) свидетельствует о высокой биологической доступности и эффективности антиоксидантной композиции. Доза 200 мг/кг также оказалась эффективной, но имела меньшую прибавку, что может свидетельствовать о насыщении или возможном снижении метаболической выгоды при превышении оптимальной концентрации.

Конверсия корма и сохранность. Показатель конверсии корма отражает экономическую эффективность использования питательных веществ рациона. Чем ниже значение, тем выше биологическая отдача корма. Это особенно важно в условиях промышленного птицеводства, где корм составляет до 65–75 % себестоимости продукции. Показатель сохранности, в свою очередь, комплексно характеризует общее здоровье птицы, наличие технологического и физиологического стресса, а также безопасность применяемых добавок. Повышенная сохранность в эксперименте — это прямое свидетельство положительного эффекта на гомеостатические механизмы организма (табл. 3).

Таблица 3 – Конверсия корма и сохранность цыплят-бройлеров ($\bar{X} \pm S$, n=60)

Показатель	Контроль (К)	O1 (100 мг/кг)	O2 (150 мг/кг)	O3 (200 мг/кг)
Конверсия корма, кг	1,70 ± 0,02	1,66 ± 0,02*	1,61 ± 0,02**	1,62 ± 0,02**
Сохранность, %	93,3 ± 1,2	95,0 ± 1,0	98,3 ± 0,7**	96,7 ± 0,8*

Примечание: *P<0,05; **P<0,01; ***P<0,001

Наилучшая конверсия была зафиксирована в группе O2, составив 1,61 кг корма на 1 кг прироста, что на 5,3% эффективнее по сравнению с контролем. Это указывает на улучшенное усвоение питательных веществ и более высокий уровень обменной энергии у птиц, получавших антиоксидант в оптимальном количестве. Аналогичные тенденции наблюдаются и по сохранности: максимальные значения (98,3%) зафиксированы также у группы O2. Это говорит о снижении заболеваемости и гибели птицы за счёт стабилизации внутренних сред организма, особенно в стрессовые периоды роста. Таким образом, применение антиоксиданта позволяет достичь не только зоотехнического, но и экономического эффекта за счёт снижения затрат на ветеринарные мероприятия и улучшения выхода продукции.

Морфофункциональные показатели. Морфофункциональные показатели органов и тканей — важнейший компонент комплексной оценки физиологического состояния птицы. Масса печени отражает активность метаболических процессов, детоксикации и синтеза белков. Показатели сердца — критерий общего функционального напряжения и адекватности кровообращения. Фабрициева сумка — орган иммунной системы, участвующий в формировании гуморального иммунитета, особенно важен в раннем возрасте. Подвздошная кость отражает уровень минерализации и фосфорно-кальциевого обмена, критичного в периоды интенсивного роста.

Таблица 4 – Морфофункциональные показатели внутренних органов и костей цыплят-бройлеров, % к живой массе ($\bar{X} \pm S$, n=10)

Орган/Показатель	Контроль (К)	O1 (100 мг/кг)	O2 (150 мг/кг)	O3 (200 мг/кг)
Печень, %	2,39 ± 0,06	2,43 ± 0,05	2,56 ± 0,07*	2,51 ± 0,06*
Сердце, %	0,47 ± 0,01	0,48 ± 0,01	0,51 ± 0,01*	0,49 ± 0,01
Фабрициева сумка, %	0,13 ± 0,004	0,14 ± 0,005	0,15 ± 0,004*	0,14 ± 0,005
Подвздошная кость, %	1,67 ± 0,04	1,75 ± 0,04*	1,92 ± 0,05**	1,86 ± 0,05**

Примечание: *P<0,05; **P<0,01; ***P<0,001

Добавление антиоксиданта в рацион бройлеров способствовало значимому увеличению относительной массы печени, особенно в группе O2 (2,56%), что можно интерпретировать как активацию синтетических и барьерных функций этого органа (табл. 4). Относительная масса сердца в пределах нормы, но с умеренным увеличением, может быть связана с адаптационной гипертрофией на фоне активного роста. Рост массы фабрициевой сумки в опытных группах отражает стимуляцию иммунокомпетентных органов, что потенциально связано с модулирующим действием аскорбиновой кислоты. Повышенная масса подвздошной кости у группы O2 (1,92%) указывает на усиление остеогенеза и улучшение усвоения кальция, что крайне важно для профилактики остеодистрофии и падежа в условиях ускоренного роста.

Выводы. Проведённое исследование позволило всесторонне оценить влияние антиоксидантного комплекса, включающего аскорбиновую кислоту и метионин, на ростовые, продуктивные и морфофункциональные показатели цыплят-бройлеров. Полученные данные демонстрируют, что применение данной добавки в рационе оказывает выраженное положительное влияние на физиологическое состояние птицы, продуктивность, эффективность использования корма и сохранность поголовья.

Наиболее выраженный эффект отмечен при включении антиоксидантного комплекса в количестве 150 мг/кг корма, которое обеспечило максимальную живую массу к 42 дню (2654,3 ± 19,2 г),

наиболее высокий среднесуточный прирост ($62,2 \pm 0,6$ г), наилучшую конверсию корма (1,61 кг/кг) и высокую сохранность (98,3%). Это свидетельствует о высокой биодоступности и физиологической целесообразности применения данного количества антиоксидантного комплекса в условиях интенсивного выращивания.

На морфофункциональном уровне также выявлены положительные сдвиги: увеличение относительной массы печени и подвздошной кости указывает на активизацию обменных процессов и улучшение остеогенеза. Повышение массы фабрициевой сумки отражает стимуляцию иммунной системы, что особенно важно в условиях ограниченного применения антибиотиков и потребности в формировании устойчивого гуморального иммунитета.

В то же время количество 200 мг/кг обеспечивало аналогичные, но незначительно уступающие показатели, что может свидетельствовать о насыщении физиологических потребностей организма и отсутствии дальнейшего прироста эффективности. Это подчёркивает важность соблюдения оптимального количества антиоксидантного комплекса для недопущения нерационального расходования ресурсов и перегрузки метаболических систем.

Таким образом, установлено, что включение антиоксидантного комплекса в количестве 150 мг/кг корма является физиологически оправданным и экономически целесообразным мероприятием в технологии откорма бройлеров. Это даёт основание рекомендовать его широкое внедрение в практику птицеводства в целях повышения продуктивности, улучшения устойчивости к стресс-факторам и обеспечения биологической безопасности продукции.

Полученные результаты могут служить базой для дальнейших исследований, направленных на изучение долгосрочного эффекта антиоксидантов, их взаимодействия с другими функциональными добавками, а также оценки влияния на качество мяса и продукцию иммунной системы на молекулярном уровне.

Список источников

1. Хамитова В.З., Османян А.К., Малородов В.В. Продуктивность бройлеров при включении в полнорационные комбикорма цельного зерна пшеницы // Птицеводство. 2021. № 1. С. 22-24.
2. Эффективность воздействия антиоксиданта на зоотехнические и гематологические показатели и состояние печени бройлеров / В.И. Фисинин, Р.З. Абдулхаликов, С.Ч. Савхалова, В.В. Малородов // Птицеводство. 2021. № 6. С. 40-45.
3. Эффективность антиоксиданта окси-Нил драй в кормлении цыплят-бройлеров / В.Р. Каиров, З.А. Кубатиева, З.Г. Рамонова, М.К. Павлиашвили // Материалы конф., посвящ. памяти заслуженного деятеля науки и образования РФ, заслуженного работника высшей школы России, заслуженного работника образования РСО-Алания, д-ра с.-х. наук, проф. Кесаева Хетага Естаевича, 15 ноября 2022 года. Ч. 1. Владикавказ, 2022. С. 204-206.
4. Гатчиев М.А., Рамонова З.Г., Караева З.А. Зоотехнические показатели выращивания мясной птицы при скормливании в составе комбикорма антиоксидантов // Известия Горского ГАУ. 2020. Т. 57, ч. 1. С. 68-73.
5. Влияние разных доз адсорбента на ферментативную активность пищеварительного канала бройлеров / Г.М. Лагуев, В.Р. Каиров, В.Х. Темираев [и др.] // Известия Горского государственного аграрного университета. 2022. Т. 59, ч. 1. С. 147-153.
6. Сорбент и антиоксидант в кормлении цыплят-бройлеров / В.Р. Каиров, В.Х. Темираев, З.А. Кубатиева и др. // Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса горных и предгорных территорий: материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвящ. 105-летию Горского ГАУ, 26–27 октября 2023 года. Владикавказ, 2023. С. 55-58.
7. Экологическое обоснование скормливания антиоксиданта для повышения переваримости и усвояемости питательных веществ рациона перепелов / Д.З. Кудухова, И.И. Кцоева, В.Р. Каиров и др. // Научно-практический журнал "Вестник ИрГСХА". 2022. Вып. 2 (109). С. 129-139.
8. Эффективность совместного скормливания сорбента и антиоксиданта в рационе мясной птицы / М.К. Павлиашвили, В.Р. Каиров, В.Х. Темираев и др. // Известия Горского государственного аграрного университета. 2022. Т. 59, ч. 4. С. 61-70.
9. Использование природных антиоксидантов в кормлении цыплят-бройлеров / О.С. Кощаева, А.А. Рядинская, К.В. Лавриненко, И.А. Кошаев // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). 2023. № 3 (68). С. 236-244.
10. Мартынова Е.Г., Корниенко П.П., Литовкина Д.А. Продуктивность, качество мяса и яиц кур-несушек при скормливании Амилоцина // Вызовы и инновационные решения в аграрной науке: материалы XXVI междунар. науч.-произв. конф., Майский, 25 мая 2022 г. Майский: Белгород. гос. аграр. ун-т им. В.Я. Горина, 2022. Т. 2. С. 119-120.

11. Кощаев И.А., Лавриненко К.В., Рядинская А.А. Влияние органических кислот и их солей на рост петушков-бройлеров кросса "Ross-308" // Вестник Ульяновской ГСХА. 2021. № 4 (56). С. 173-180.
12. Современные технологические решения промышленного содержания птицы / О.Н. Ястребова, В.А. Сыровицкий, А.Н. Добудько и др. Белгород: Политепра, 2021. 268 с.
13. Disorders of the metabolic status and morphofunctional state of liver and kidneys of chicken / P. Anipchenko, S. Shabunin, V. Kotarev et al. // FASEB Journal. 2020. Vol. 34, N S1. P. 03896.
14. Identification of cases of pododermatitis in broiler chickens when feeding a probiotic feed additive / I. Koshchaev, K. Mezinova, A. Ryadinskaya et al. // E3S Web of Conferences: 8, Rostovon-Don, 19-30 Aug 2020. Rostovon-Don, 2020. P. 06023.
15. Эффективность воздействия антиоксиданта на зоотехнические и гематологические показатели и состояние печени бройлеров / В.И. Фисинин, Р.З. Абдулхаликов, С.Ч. Савхалова, В.В. Малородов // Птицеводство. 2021. № 6. С. 40-45.

Информация об авторах

А.П. Новицкий – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры кормления и кормопроизводства, ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА имени К.И. Скрябина, anovit@mail.ru.

О.А. Новицкая – кандидат биологических наук, доцент кафедры кормления и кормопроизводства, ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА имени К.И. Скрябина, kormlenie16@mail.ru.

М.В. Сыроватский – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры кормления и кормопроизводства, ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА имени К.И. Скрябина, mSyrovatskiy@mail.ru.

Д.В. Быков – кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры кормления и кормопроизводства, ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА имени К.И. Скрябина, bykovd73@mail.ru.

Information about the Authors

A.P. Novitski – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Feeding and Feed Management, Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology - MVA by K.I. Skryabin, anovit@mail.ru.

O.A. Novitskaya – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Feeding and Feed Management, Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology - MVA by K.I. Skryabin, kormlenie16@mail.ru.

M.V. Syrovatski – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Feeding and Feed Management, Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology - MVA by K.I. Skryabin, mSyrovatskiy@mail.ru.

D.V. Bykov – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Feeding and Feed Management, Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology - MVA by K.I. Skryabin, bykovd73@mail.ru.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу. Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors are responsible for their work and the data provided. All authors have made an equal contribution to this scientific work. The authors were equally involved in writing the manuscript and are equally responsible for plagiarism. The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 28.05.2025, одобрена после рецензирования 21.07.2025, принята к публикации 28.08.2025.

The article was submitted 28.05.2025, approved after reviewing 21.07.2025, accepted for publication 28.08.2025.

© Новицкий А.П., Новицкая О.А., Сыроватский М.В., Быков Д.В.