

Научная статья
УДК 636.5.0878 ; 636.5:612.015
DOI: 10.66783/2782-3172.2026.27.1.006

МОРФО-БИОХИМИЧЕСКИЙ СТАТУС КРОВИ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НАНОМИКРОЭЛЕМЕНТОВ

Инесса Брониславовна Измайлович

Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия, Могилевская область, Горки, Беларусь
izmailovichinessa@gmail.com

Аннотация

Использование нанопорошков (металлов, минералов) в кормлении сельскохозяйственных животных и птицы улучшает усвояемость питательных веществ, повышает продуктивность и иммунитет, а также служит безопасной альтернативой антибиотикам. За счет высокой биодоступности наночастицы стимулируют обмен веществ, улучшают качество продукции и способствуют лучшему усвоению кормов. Полученные результаты научно-хозяйственного эксперимента по изучению влияния биометаллов в форме Нанопланта на морфологические и биохимические показатели крови цыплят-бройлеров представляют собой еще один фрагмент в картине благоприятного влияния наномикроэлементов на метаболические процессы в организме птиц. Так, при употреблении птицей, помимо основного рациона, биометаллов в форме Нанопланта в количестве 0,15 мг на 1 кг комбикорма, достоверно увеличивались показатели эритро-, лейко- и гемопоеза на 3,6, 8,0 и 7,3 % соответственно. Были отмечены тенденции к повышению концентрации общего белка и альбуминов в сыворотке крови на 6,8 % относительно контроля и на 3,5 % соответственно; к снижению концентрации α -глобулинов на 0,9 п. п. и β -глобулинов на 1,3 п. п. и увеличению концентрации γ -глобулинов на 1,2 п. п.; к повышению количества иммуноглобулинов IgG на 1,1 п. п., что является показателем повышения общей иммунологической реактивности организма. Наблюдается достоверное увеличение числа общих липидов на 9,6 % и фосфолипидов на 8,7 % в сыворотке крови цыплят в 14-дневном возрасте и на 27,1 и 31,7 % в 35-дневном возрасте. Таким образом, полученные данные служат дополнительным подтверждением стимулирующего воздействия наноформ микроэлементов на метаболический профиль птицы.

Ключевые слова: биометаллы, цыплята-бройлеры, резистентность, кровь, метаболизм

Финансирование: исследование, на основе результатов которого написана данная статья, финансировалось за счет собственных средств автора

THE MORPHO-BIOCHEMICAL STATUS OF BROILER CHICKENS BLOOD IN CASE OF USING NANOMICROELEMENTS

Inessa B. Izmailovich

Belarusian State Agricultural Academy, Mogilev Region, Gorki, Belarus
izmailovichinessa@gmail.com

Abstract

The use of nanopowders (metals, minerals) in livestock and poultry feed improves nutrient absorption, boosts productivity and immunity, and serves as a safe alternative to antibiotics. Due to

their high bioavailability, nanoparticles stimulate metabolism, improve product quality, and facilitate better feed digestion.

The obtained results of the scientific and economic experiment on studying the influence of biometals in the form of Nanoplant on the morphological and biochemical parameters of the broiler chickens blood represent another fragment in the picture of the favorable effect of nanomicroelements on the metabolic processes in the poultry body. The given fact allows us to state the following: when birds consume, in addition to the main diet, biometals in the form of Nanoplant in the amount of 0.15 mg per 1 kg of compound feed, the indices of erythro-, leuko- and hematopoiesis significantly increase by 3.6, 8.0 and 7.3 %, respectively. The authors have noted the tendency to increase the concentration of total protein and albumin in the blood serum by 6.8 % relative to the control, and by 3.5 %, respectively; the tendency to a decrease in the concentration of α -globulins by 0.9 percentage points and β -globulins by 1.3 percentage points and an increase in the concentration of γ -globulins by 1.2 percentage points, the tendency to increase the amount of IgG immunoglobulins by 1.1 percentage points, which is an indicator of an increase in non-specific resistance of the body. The authors have noted the reliable increase in the number of total lipids by 9.6 % and phospholipids by 8.7 % in the blood serum of chickens at 14 days of age and by 27.1 and 31.7 % at 35 days of age.

Thus, the obtained data serve as additional confirmation of the stimulating effect of nanoforms of microelements on the metabolic profile of poultry.

Keywords: biometals, broiler chickens, resistance, blood, metabolism

Funding: the study on which this article is based was funded by the authors' own funds

Введение. Минеральные вещества играют ключевую роль в кормлении сельскохозяйственной птицы и обеспечивают ее рост и продуктивность. Их биологическая роль охватывает формирование скелета птицы и скорлупы яиц, оптимизацию обмена веществ, регуляцию водно-солевого обмена, передачу нервных импульсов, сокращение мышц, обеспечение баланса электролитов, синтез гемоглобина, перенос кислорода, влияние на иммунитет и окислительно-восстановительные процессы, формирование соединительной ткани, синтез пигментов, качество оперения и др. процессы [2–5, 7–9].

Биодоступность наноминералов по сравнению традиционными их формами гораздо выше и достигает 80–90 %. Более организованная система доставки минералов позволяет избежать различные ограничения, возникающие при применении традиционных форм, которые часто образуют плохо усваиваемые соединения с другими питательными веществами в желудочно-кишечном тракте [1, 6].

Цель исследований – изучить влияние биометаллов в форме Нанопланта на морфологические и биохимические показатели крови цыплят-бройлеров.

Материалы и методы исследований. Экспериментальная часть работы выполнялась на цыплятах-бройлерах кросса «РОСС 308». Наши исследования охватывали период выращивания с 1 по 35 сутки жизни птицы.

Для опыта отобрали три группы ($n = 20$), которые содержались в идентичных микроклиматических условиях на глубокой подстилке. В качестве изучаемого фактора выступал Наноплант – комплекс из восьми эссенциальных наноэлементов (Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se). Необходимо отметить, что благодаря использованию биогенных полимеров препарат сохраняет устойчивость к расслоению в течение 3 лет.

Схема наших исследований предполагала деление птицы на три группы. Контрольная группа получала базовый (основной) рацион (ОР), соответствующий фазам выращивания: ПК-5-1 (0–14 дней; 1298 кДж ОЭ и 23,0 % СП) и ПК-5-2 (15–35 дней; 1340 кДж ОЭ и 21,0 % СП). В двух опытных группах (1 и 2 группы) традиционные сернокислые соли не включались в состав премикса, они были заменены препаратом Наноплант, который давался с водой. Птица 1 опытной группы получала биометаллы в количестве 0,1 мг на 1 кг комбикорма, а 2 опытной группы – 0,15 мг на 1 кг комбикорма.

Учет потребления кормов велся дифференцированно по всем группам. Расход питьевой воды, обогащенной наночастицами микроэлементов, фиксировали в обеих опытных группах. Для этого использовались автономные пластиковые емкости объемом 10 литров, размещенные за пределами оградительной сетки.

При проведении гематологических исследований использовали специальные пробирки (с зеленой крышкой), предназначенные для быстрого получения плазмы крови, используемой в биохимических, клинических и иммунологических исследованиях. Внутренняя поверхность покрыта Na-гепарином, который блокирует свертывание, сохраняя стабильность образца. Гематологический профиль крови изучали с помощью камеры Горяева и гематологического анализатора VetScan VS2, содержание общего белка и белковых фракций определяли анализатором БИОМ-01М, количество общих липидов, фосфолипидов, триглицеридов, НЭЖК и холестерина – на анализаторе Стат Факс 1904+, сывороточных иммуноглобулинов классов IgG, IgA, IgM – методом диффузии в агар по Mancini.

Математическую обработку экспериментальных данных проводили с помощью программы Microsoft Excel (по Рокицкому). Разницу в значениях считали статистически достоверной при $P \leq 0,05$ и менее.

Результаты исследований и их обсуждение. Общий обмен веществ в организме представляет собой многокомплексный алгоритм, в котором все составляющие компоненты настолько связаны друг с другом, что при изменении одного из них происходит нарушение состояния метаболизма в любом звене общей цепи. Стабильность биохимического равновесия, или гомеостаз, является фундаментом оптимальной жизнедеятельности организма, поэтому изучение и анализ динамики морфологических и биохимических параметров крови имеет важное значение. Кровь, как связующая среда, аккумулирует информацию обо всех внутренних изменениях, что позволяет использовать ее показатели для комплексной оценки состояния обмена веществ.

В наших исследованиях некоторые морфофункциональные особенности крови подопытных цыплят выглядят следующим образом (таблица 1).

Таблица 1. Гематологические показатели цыплят

Показатели	Группа		
	контрольная	1 опытная	2 опытная
В возрасте 14 дней			
Эритроциты, $10^{12}/л$	2,21±0,09	2,20±0,09	2,28±0,07
Лейкоциты, $10^9/л$	23,70±0,82	23,90±0,82	25,40±0,92*
Гемоглобин, г/л	91,60±1,17	91,80±1,19	93,60±1,73*
В возрасте 35 дней			
Эритроциты, $10^{12}/л$	2,45±0,10	2,48±0,10	2,54±0,19*
Лейкоциты, $10^9/л$	24,70±0,91	24,60±0,90	26,70±0,98*
Гемоглобин, г/л	93,40±1,45	94,20±1,41	100,30±1,97**

Примечание: * $P \leq 0,05$; ** $P \leq 0,01$ – 2 опытная группа по отношению к контрольной.

Исследуя гематологический профиль цыплят, выявили наиболее интенсивный уровень эритро-, лейко- и гемопоэза у цыплят 2 опытной группы по сравнению с птицей контрольной группы, где Наноплант вводился в воду в количестве 0,15 мг на 1 кг комбикорма. В данной группе показатели достоверно превышали значения контроля на 3,6; 8,0 и 7,3 % соответственно. При этом между бройлерами контрольной и 1 опытной группы существенных различий по данным параметрам не обнаружено.

Функциональную неравнозначность форменных элементов крови – эритроцитов – обеспечивает уровень гемоглобина в них. К концу выращивания бройлеров 2 опытной группы концентрация гемоглобина достоверно превышала показатели контрольной группы на 3,6 %.

У белков уникальная роль в организме, они выполняют множество функций, среди которых самой важной является строительная. В экстренных случаях они могут служить источником энергии. Энергетическая ценность одного грамма белка составляет 16,8 кДж. Их дефицит в рационе неизбежно провоцирует глубокие функциональные расстройства и нарушения гомеостаза. Крайне важно поддерживать достаточное поступление белка с пищей, так как даже кратковременный дефицит может вызвать выраженные патологические изменения и необратимые процессы в организме.

Исследование белкового профиля сыворотки крови (таблица 2) показало, что положительная динамика концентрации общего белка и его фракций наблюдалась исключительно у птицы 2 опытной группы. В остальных группах данные показатели оставались без каких-либо существенных изменений.

Таблица 2. Протеинограмма сыворотки крови бройлеров

Показатели	Группа		
	контрольная	1 опытная	2 опытная
В возрасте 14 дней			
Общий белок, г/л	36,70±1,80	36,90±1,90	38,50±2,1
Альбумины, %	39,10±1,42	39,10±1,44	45,40±3,2
Глобулины, %: α	28,40±1,87	28,40±1,86	27,30±1,9
β	19,70±1,64	19,80±1,63	18,20±1,4
γ	12,80±1,05	12,70±1,08	9,10±0,72
Иммуноглобулины, %: IgG	7,20±0,15	7,30±0,16	4,50±0,26
IgA	3,80±0,12	3,70±0,11	2,40±0,13
IgM	1,80±0,06	1,80±0,05	2,20±0,10
В возрасте 35 дней			
Общий белок, г/л	37,70±2,0	37,50±2,1	40,30±2,3
Альбумины, %	40,30±1,8	40,10±1,7	43,80±2,1
Глобулины, %: α	25,10±1,5	25,10±1,4	24,20±1,2
β	19,00±1,2	19,10±1,3	17,70±0,9
γ	15,60±0,8	15,50±0,7	16,80±0,6
Иммуноглобулины, %: IgG	7,14±0,55	7,15±0,56	8,24±0,74
IgA	5,81±0,42	5,80±0,41	5,75±0,40
IgM	2,65±0,16	2,65±0,15	2,81±0,19

В 14-дневном возрасте в сыворотке крови цыплят 2 опытной группы концентрация общего белка по сравнению с контрольной группой возросла на 4,9 %, а альбуминов – на 16,1 %, хотя биометрическая обработка данных не подтвердила достоверность этой разницы.

Повышение содержания альбуминов в сыворотке крови птицы в первый период выращивания указывает на надлежащее количество пластического материала, требуемого для роста цыплят. На финишной стадии откорма (в возрасте 35 дней) у цыплят 2 опытной группы закрепилась выявленная ранее положительная динамика обмена веществ. Уровень общего белка в сыворотке крови превысил контрольные значения на 6,8 %, а альбуминовой фракции – на 3,5 %.

Снижение уровня IgG и IgA в 14-дневном возрасте во 2 опытной группе на фоне повышения IgM может свидетельствовать о временном подавлении пассивного иммунитета и активации синтеза собственных иммуноглобулинов. Однако в возрасте 35 дней происходит перераспределение глобулиновых фракций, снижение доли α- и β-глобулинов (на 0,9 и 1,3 п. п. соответственно) при одновременном росте уровня γ-глобулинов на 1,2 п. п. и иммуноглобулинов IgG на 1,1 п. п. Подобные изменения свидетельствуют об усилении неспецифической резистентности и гуморального иммунитета птицы.

Умеренный рост гематологических показателей (гемоглобина, эритроцитов и лейкоцитов), остающийся в рамках физиологических границ, подтверждает стимулирующее влияние препарата на эритро- и лейкопоз. При этом Наноплант не нарушает гомеостаза системы кроветворения и сохраняет стабильность морфологического состава периферической крови. Тем не менее выявленное во 2 опытной группе статистически значимое повышение уровня лейкоцитов (на 7,1–8,0 %) указывает на целесообразность проведения углубленного анализа лейкоцитарного профиля (дифференциального подсчета клеток).

В наших исследованиях лейкограмма крови цыплят-бройлеров выглядит следующим образом (таблица 3).

Таблица 3. Показатели лейкограммы крови цыплят-бройлеров, %

Показатели	Группа		
	контрольная	1 опытная	2 опытная
В возрасте 14 дней			
Базофилы	3,80±0,07	3,90±0,08	3,80±0,07
Эозинофилы	5,20±0,11	5,10±0,10	4,90±0,11
Гетерофилы	29,30±1,03	29,40±1,13	28,70±1,03
Лимфоциты	54,70±2,04	54,50±2,05	55,70±2,04
Моноциты	7,00±0,09	7,10±0,10	6,90±0,09
В возрасте 35 дней			
Базофилы	3,10±0,06	3,60±0,07	3,40±0,06
Эозинофилы	4,00±0,11	4,80±0,14	3,70±0,11
Гетерофилы	27,10±0,82	27,00±0,81	26,10±0,80
Лимфоциты	59,50±2,07	58,20±2,14	60,50±2,07
Моноциты	6,30±0,05	6,40±0,04	6,30±0,05

Общее количество лейкоцитов в крови цыплят опытных групп в 14-дневном возрасте достоверно превышало контроль, при этом наблюдается тенденция к снижению количества эозинофилов на 5,8 % и гетерофилов на 2,1 % в 14 дней, на 7,5 и 3,7 % в 35-дневном возрасте (при $P \geq 0,05$). Массовая доля лейкоцитов в крови цыплят 2 опытной группы была выше, скорее всего, за счет клеток иммунной системы. Эозинопения в пределах физиологической нормы может указывать на то, что исследуемый бионутриент не вызывает аллергических реакций в организме птицы, или отражать перераспределение клеток в сосудистом русле.

Особое внимание в работе уделено трансформации липидной фракции рациона, что обусловлено многогранностью функций жиров в организме птицы. Мы выделяем два ключевых аспекта: высокую энергетическую ценность липидов и их роль как источника незаменимых жирных кислот, определяющих состояние здоровья и уровень продуктивности бройлеров (таблица 4).

Согласно данным таблицы 4, с возрастом у молодняка наблюдается рост количества общих липидов и их фракций. Статистически значимое увеличение содержания общих липидов по сравнению с цыплятами контрольной группы (на 9,6 %) и фосфолипидов (на 8,7 %) было зафиксировано в сыворотке крови птицы 2 опытной группы уже в 14-дневном возрасте; к 35-м суткам это превосходство достигло 27,1 и 31,7 % соответственно. На фоне роста триглицеридов в 1 и 2 опытных группах отмечалось повышение уровня холестерина и фосфолипидов.

Таблица 4. Содержание липидов в сыворотке крови, ммоль/л

Показатели	Группа		
	контрольная	1 опытная	2 опытная
В возрасте 14 дней			
Общие липиды	7,08±0,12	7,12±0,13	7,76±0,24*
Фосфолипиды	4,13±0,10	4,15±0,12	4,49±0,20*
Триглицериды	0,51±0,04	0,52±0,03	0,63±0,07*
НЭЖК	0,18±0,01	0,19±0,00	0,25±0,01*
Холестерин	2,27±0,11	2,26±0,10	2,39±0,15
В возрасте 35 дней			
Общие липиды	7,19±0,14	7,41±0,16	9,14±0,29*
Фосфолипиды	4,22±0,13	4,23±0,12	5,56±0,23*
Триглицериды	0,60±0,05	0,61±0,07	0,78±0,09*
НЭЖК	0,17±0,00	0,18±0,00	0,29±0,01*
Холестерин	2,38±0,12	2,39±0,11	2,51±0,17

Примечание: * $P \leq 0,05$ – 2 опытная группа по отношению к контрольной.

Следует отметить, что холестерин является незаменимым компонентом клеточных мембран и предшественником стероидных гормонов, регулирующих метаболизм.

Дальнейшее изучение данного вопроса с применением молекулярно-генетических методов позволит раскрыть механизмы влияния инновационных нутриентов на экспрессию генов, ответственных за ферментативную активность в липидном обмене.

Заключение. В результате проведенного научно-хозяйственного эксперимента по изучению влияния биометаллов в форме Нанопланта на морфологические и биохимические показатели крови цыплят-бройлеров было установлено, что при употреблении птиц, помимо основного рациона, биометаллов в форме Нанопланта в количестве 0,15 мг на 1 кг комбикорма ($1,5 \cdot 10^{-1}$ от нормы добавок микроэлементов в премиксе) достоверно увеличивает показатели эритро-, лейко- и гемопоза на 3,6, 8,0 и 7,3 % соответственно. Установлены тенденции:

- к повышению концентрации общего белка в сыворотке крови на 6,8 % относительно контроля, альбуминов – на 3,5 %;
- снижению концентрации α -глобулинов на 0,9 п. п. и β -глобулинов на 1,3 п. п. и увеличению концентрации γ -глобулинов на 1,2 п. п.;
- повышению количества иммуноглобулинов IgG на 1,1 п. п., что отражает активацию гуморального звена адаптивного иммунитета и повышение общей иммунологической реактивности организма.

Отмечено достоверное увеличение числа общих липидов на 9,6 % и фосфолипидов на 8,7 % в сыворотке крови цыплят в 14-дневном возрасте и на 27,1 и 31,7 % в 35-дневном возрасте.

Таким образом, представленные в статье данные указывают на положительное влияние нанокомпозигов на интенсивность обмена веществ в организме бройлеров.

Список источников

1. Головин Ю. И. Введение в нанотехнологию. М. : Машиностроение, 2003. 112 с.
2. Измайлович И. Б., Якимович Н. Н. Биорезонанс цыплят на наноструктурные микроэлементы // Современные тенденции сельскохозяйственного производства в мировой экономике : материалы XVII Международной научно-практической конференции. Кемерово, 2018. С. 145–156.
3. Изучение безопасности введения наночастиц меди с различными физико-химическими характеристиками в организм животных / О. Я. Богословская [и др.] // Вестник Оренбургского ГУ. 2009. № 2. С. 47–49.

4. Кох М. Н., Измайлович И. Б. Влияние сухого заменителя обезжиренного молока на физиолого-биохимические показатели кур-несушек кросса «Декалб» // Животноводство и ветеринарная медицина. 2024. № 3 (54). С. 12–15.
5. Кох М. Н., Измайлович И. Б. Морфологические и биохимические показатели крови кур-несушек при использовании в рационе сухого заменителя обезжиренного молока // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства : материалы XXVII Международной научно-практической конференции. Горки, 2024. С. 80–83.
6. Курилкина М. Я., Мирошников С. А., Холодилина Т. Н. Эффективность использования микро-порошков в составе экструдата при кормлении цыплят-бройлеров // Известия Оренбургского ГАУ. 2011. № 4. С. 169–171.
7. Наноматериалы. Нанотехнологии. Наносистемная техника. Мировые достижения за 2005 год : сборник / под ред. П. П. Мальцева. М. : Техносфера, 2006. 152 с.
8. Нанотехнологии и информационные технологии – технологии XXI века : материалы Международной научно-практической конференции. М. : Изд-во МГОУ, 2006. 247 с.
9. Новый биологически активный препарат на основе наночастиц селена / А. Г. Храмов [и др.] // Вестник Северо-Кавказского ГТУ. 2010. № 4 (25). С. 122–125.

References

1. Golovin YuI. Vvedeniye v nanotekhnologiyu = Introduction to nanotechnology. Moscow: Mashinostroyeniye Publishing; 2003. 112 p. (In Russ.).
2. Izmaylovich IB, Yakimovich NN. Biorezonans tsyplyat na nanostrukturnyye mikroelementy = Chicken bioresonance on nanostructured microelements. In: Sovremennyye tendentsii sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva v mirovoy ekonomike: materialy XVII mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii = Modern trends in agricultural production in the global economy: proceedings of the XVII international scientific and practical conference. Kemerovo; 2018. P. 145–156. (In Russ.).
3. Bogoslovskaya Oya, et al. Studying the safety of introducing copper nanoparticles with various physical and chemical characteristics into the animal body. Vestnik Orenburgskogo GU. 2009;(2):47–49. (In Russ.).
4. Kokh MN, Izmaylovich IB. Effect of dry skim milk substitute on the physiological and biochemical parameters of laying hens of the Dekalb cross. Zhivotnovodstvo i veterinarnaya meditsina = Animal agriculture and veterinary medicine. 2024;(3):12–15. (In Russ.).
5. Kokh MN, Izmaylovich IB. Morfologicheskiye i biokhimicheskiye pokazateli krovi kur-nesushek pri ispol'zovanii v ratsione sukhogo zamenitelya obezzhirennogo moloka = Morphological and biochemical parameters of laying hens' blood when using a dry skim milk substitute in their diet. In: Aktual'nyye problemy intensivnogo razvitiya zhivotnovodstva: materialy XXVII mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii = Current issues in the intensive development of animal husbandry: proceedings of the XXVII international scientific and practical conference. Gorki; 2024. P. 80–83. (In Russ.).
6. Kurilkina MYa, Miroshnikov SA, Kholodilina TN. The effectiveness of using micro-powders in extruded feed for broiler chickens. Izvestiya Orenburgskogo GAU = Izvestia Orenburg State Agrarian University. 2011;(4):169–171. (In Russ.).
7. Mal'tsev PP. (ed.) Nanomaterialy. Nanotekhnologii. Nanosistemnaya tekhnika. Mirovyie dostizheniya za 2005 god = Nanomaterials. Nanotechnology. Nanosystem Engineering. Global Achievements for 2005. Moscow: Tekhnosfera Publishing; 2006. 152 p. (In Russ.).
8. Nanotekhnologii i informatsionnyye tekhnologii – tekhnologii XXI veka: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii = Nanotechnology and information technology are technologies of the 21st century: materials of the international scientific and practical conference. Moscow: MGOU Publishing; 2006. 247 p. (In Russ.).
9. Khramtsov AG, et al. A new biologically active drug based on selenium nanoparticles. Vestnik Severo-Kavkazskogo GTU. 2010;(4):122–125. (In Russ.).

Информация об авторе

Измайлович Инесса Брониславовна, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, заведующая кафедрой кормления и разведения сельскохозяйственных животных, УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», ул. Мичурина, д. 5, г. Горки, Могилевская область, Республика Беларусь, 213407
e-mail: izmailovichinessa@gmail.com

Information about the author

Inessa B. Izmailovich, doctor of agricultural sciences, associate professor, head of the Department of Feeding and Breeding of Farm Animals, Belarusian State Agricultural Academy, 5 Michurina Street, Gorki, Mogilev Region, 213407, Republic of Belarus
e-mail: izmailovichinessa@gmail.com

Конфликт интересов: автор заявил об отсутствии конфликта интересов

Conflict of interest: the author declared that there was no conflict of interest

Статья / The article

поступила в редакцию / was submitted	09.02.2026
одобрена после рецензирования / approved after reviewing	19.02.2026
принята к публикации / accepted for publication	26.02.2026