

Животноводство и кормопроизводство. 2024. Т. 107, № 4. С. 169-176.  
Animal Husbandry and Fodder Production. 2024. Vol. 107, no 4. P. 169-176.

Научная статья  
УДК 636.085.55:636.088.5  
doi:10.33284/2658-3135-107-4-169

**Эффективность использования комбикормов с скорректированной минеральной питательностью по различным нормативам NRC и NASEM на молочную продуктивность коров**

**Баер Серекпаевич Нуржанов<sup>1</sup>, Константин Григорьевич Логачев<sup>2</sup>, Галимжан Калиханович Дускаев<sup>3</sup>**  
<sup>1,2,3</sup>Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, Оренбург, Россия  
<sup>1</sup>baer.nurzhanov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3240-6112>  
<sup>2</sup>k-logachev84@ya.ru  
<sup>3</sup>gduskaev@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9015-8367>

**Аннотация.** В работе представлены результаты сравнительной оценки влияния комбикормов с скорректированной минеральной питательностью по различным нормативам на молочную продуктивность коров. Согласно нормативам 2021 года нами был увеличен ввод ряда микроэлементов: цинка – на 9,4 %, марганца – на 125 %, кобальта – на 67 %, железа – на 9,1 % и хрома – 33,3 % по сравнению с нормами 2001 года. Согласно табличным данным средние значения в 2022 году увеличились по потреблению комбикормов на 24,4 %, скорости доения – на 0,32 л/мин; надою на голову в месяц – на 4,54 %. Наблюдая за опытным поголовьем, мы отмечали увеличение кратности посещения доильного робота, о чём свидетельствует рост потребления комбикорма. Благодаря коррекции рациона по минеральным веществам по нормам 2021 года значительно улучшилась крепость копытного рога, что подтверждено специалистами при обработке копыт.

**Ключевые слова:** коровы, кормление, норматив NRC, норматив NASEM, комбикорм, молочная продуктивность, минеральная питательность

**Благодарности:** работа выполнена в соответствии с планом НИР за 2024-2026 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (№ FNWZ-2024-0002).

**Для цитирования:** Нуржанов Б.С., Логачев К.Г., Дускаев Г.К. Эффективность комбикормов с скорректированной минеральной питательностью по различным нормативам NRC и NASEM на молочную продуктивность коров // Животноводство и кормопроизводство. 2024. Т. 107, № 4. С. 169-176. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-107-4-169>

Original article

**Efficiency of using compound feeds with adjusted mineral nutrition according to various NRC and NASEM standards on milk productivity of cows**

**Baer S Nurzhanov<sup>1</sup>, Konstantin G Logachev<sup>2</sup>, Galimzhan K Duskaev<sup>3</sup>**  
<sup>1,2,3</sup>Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia  
<sup>1</sup>baer.nurzhanov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3240-6112>  
<sup>2</sup>k-logachev84@ya.ru  
<sup>3</sup>gduskaev@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9015-8367>

**Abstract.** The paper presents the results of a comparative assessment of the effect of compound feeds with adjusted mineral nutrition according to various standards on milk productivity of cows. Ac-

According to the 2021 standards, we increased the input of a number of microelements: zinc by 9.4%, manganese by 125%, cobalt by 67%, iron by 9.1% and chromium by 33.3% compared to the 2001 standards. According to the tabular data, the average values in 2022 increased for compound feed consumption by 24.4%, milking speed by 0.32 l/min; milk yield per head per month by 4.54%. Observing the experimental herd, we registered an increase in the frequency of visits to the milking robot, as evidenced by the increase in compound feed consumption. Due to the correction of the diet for minerals according to the 2021 standards, the strength of the hoof horn has significantly improved, which is confirmed by specialists during hoof treatment.

**Keywords:** cows, feeding, NRC standard, NASEM standard, compound feed, milk productivity, mineral nutrition

**Acknowledgments:** the work was performed in accordance to the plan of research works for 2024-2026 FSBRI FRC BST RAS (No. FNWZ-2024-0002).

**For citation:** Nurzhanov BS, Logachev KG, Duskaev GK. Efficiency of compound feeds with adjusted mineral nutrition according to various NRC and NASEM standards on milk productivity of cows. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2024;107(4):169-176. (In Russ.). <https://doi.org/10.33284/2658-3135-107-4-169>

### **Введение.**

Минеральные вещества должны поступать с кормами для поддержания в нормальном состоянии здоровья и продуктивности молочных коров, так и для всего живого. Традиционно в кормах и добавках для животных чаще всего применялись неорганические формы минеральных веществ. Основным ограничением существующей системы минеральной питательности является отсутствие данных о поглощении большинства химических элементов. По большому числу минералов почти нет данных об их истинном усвоении коровами, а тем данным, которые имеются, зачастую более 60 лет. Измерение истинного поглощения очень сложно и дорого (обычно для этого требуется использование стабильных изотопов), поэтому данные настолько ограничены. Кроме того, мы знаем, что существуют антагонистические отношения между многими минералами, но в целом нет достаточных данных для количественной оценки эффектов (NASEM, 2021; Van Emon M et al., 2020; Ianni A et al., 2019).

Следует учитывать, что в условиях промышленной технологии повышение биологической полноценности рационов имеет особое значение, так как система содержания молочного скота подразумевает ограничение движения (без пастбищная, безвыгульная). Скопление большого поголовья в одном месте, работа большого количества механизмов на ферме увеличивает возможность стрессов и снижает резистентность животных к различным заболеваниям. Кроме того, интенсивное использование почвы, внесение дополнительных компонентов согласно агрономической схемы подкормки культур вызывают изменение элементного состава растений. В этих условиях увеличивается число факторов, отрицательно влияющих на организм, животные становятся особо чувствительными к погрешностям кормления (Fantuz F et al., 2013; Ширнина Н.М. и др., 2022).

Кормление остаётся одним из основных факторов, определяющих продуктивность животных, за которые неизменно отвечает человек. Балансирование питательных веществ, макро- и микроэлементов, профилактика болезней и поддержание здоровой микрофлоры в организме животных – это всё учитывает специалист при составлении рациона кормления, пользуясь литературой, основанной на производственных опытах. Технология содержания и кормления определяет выбор системы нормирования питания молочного стада, что в свою очередь обуславливает продуктивность и здоровье животных (McCarthy KL et al., 2022; Palomares RA, 2022).

### **Цель исследования.**

Изучить сравнительную эффективность комбикормов с скорректированной минеральной питательностью по различным нормативам NRC и NASEM на молочную продуктивность коров.

**Материалы и методы исследования.**

**Объект исследования.** Коровы голштинской породы в возрасте 4-5 лет.

Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями и рекомендациями нормативных актов: Модельный закон Межпарламентской Ассамблеи государств-участников Содружества Независимых Государств "Об обращении с животными", ст. 20 (постановление МА государств-участников СНГ № 29-17 от 31.10.2007 г.), протоколами Женевской конвенции и принципами надлежащей лабораторной практики (Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 53434-2009). При проведении исследований были предприняты меры для обеспечения минимума страданий животных и уменьшения количества исследуемых опытных образцов. Все процедуры над животными были выполнены в соответствии с правилами Комитета по этике животных ФНЦ БСТ РАН.

**Схема эксперимента.** Исследования выполнялись в ООО "Дерней" Свердловской области на коровах (n=20) с роботизированной системой доения. Все животные в раздойной группе получали комбикорм, скорректированные по старым (NRC) и новым (NASEM) нормативам.

Животные всех подопытных групп находились в одинаковых условиях, отвечающих всем зоотехническим и зоогиgienическим требованиям.

Потребление корма измерялось индивидуально и регистрировалось ежедневно как разница между количеством задаваемого корма и остатка. Контрольная группа получала основной рацион (ОР)+комбикорм, сбалансированный по минералам согласно нормативам NRC, I опытная – ОР+комбикорм, сбалансированный по минералам согласно нормативам NASEM. Комбикорм разработан Богдановичским комбикормовым заводом (Богданович, Россия) и включал в себя: пшеница, ячмень, кукуруза кормовая, шрот соевый, шрот подсолнечный, масло подсолнечное нерафинированное, меласса свекловичная, дрожжи кормовые, соль поваренная, монокальций фосфат, известковая мука, премикс.

**Оборудование и технические средства.** Исследования выполнены с использованием приборной базы ЦКП БСТ РАН (г. Оренбург) (<http://цкп-бст.рф>).

**Статистическая обработка.** Статистический анализ выполняли с помощью офисного программного комплекса «Microsoft Office» с применением программы «Excel» («Microsoft», США) и обработкой данных в «Statistica 10.0» («Stat Soft Inc.», США). Статистическая обработка включала расчёт среднего значения (M) и стандартные ошибки среднего ( $\pm$ SEM). Достоверность различий сравниваемых показателей определяли по t-критерию Стьюдента. Уровень значимой разницы был установлен на  $P \leq 0,05$ .

**Результаты исследования.**

Большинство предприятий как с традиционными системами содержания, так и современные комплексы с использованием роботизированного доения используют нормативы, рекомендуемые и активно используемые мировым сообществом животноводов. Последние рекомендации по нормированию питательности, в том числе минеральной, были представлены в 2021 году National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (NASEM) (табл. 1).

Согласно нормативам 2021 года ввод ряда микроэлементов был увеличен: цинка – на 9,37 %, марганца – на 125 %, кобальта – на 66,7 %, железа – на 9,09 % и хрома – 33,3 % по сравнению с нормами 2001 года.

Основной рацион животных дойных групп не изменялся с 2021 года, и корректировки происходят исключительно за счёт минеральной составляющей комбикорма. Состав основного рациона: силос кукурузный 10 кг, силос бобово-злаковый 25 кг, солома 1 кг, ячмень 1,9 кг, жмых рапсовый 1,9 кг, барда сухая кормовая 0,85 кг, комбикорм 7 кг, углеводная добавка (кукуруза/сахар – 50/50) 0,25 кг.

Из полученных данных можно судить, что одни и те же животные в один и тот же период лактации с изменением нормативов ввода минеральной части дали увеличение потребления комбикормов за счёт их лучшего усвоения, что также способствовало увеличению продуктивности (табл. 2).

Таблица 1. Минеральная питательность комбикорма по нормативам National Research Council (NRC, 2001) и NASEM (2021)

Table 1. Mineral nutritional value of compound feed according to the standards of the National Research Council (NRC, 2001) and NASEM (2021)

Минералы / Minerals	Нормирование по минералам (в том числе органическим) мг/голову/день / Rationing for minerals (including organic) mg/head/day/	
	2001	2021
Цинк, мг / Zinc, mg	1600	1750
Марганец, мг / Manganese, mg	400	900
Медь, мг / Copper, mg	325	300
Кобальт, мг / Cobalt, mg	3	5
Йод, мг / Iodine, mg	12,5	12,5
Железо, мг / Iron, mg	500	550
Селен, мг / Selenium, mg	6	6
Хром, мг / Chromium, mg	6	8

Таблица 2. Выборка животных в раздойной группе по показателям качества молока и потреблению комбикормов, средняя продуктивность стада

Table 2. Sample of animals in the milking group according to milk quality indicators and feed consumption, average herd productivity

№ коровы / № cows	NRC				NASEM			
	скорость доения, л/мин / Milking speed, l/min	жир, % / Fat, %	белок, % / Protein, %	потребление комбикормов, кг / Consumption of compound feed, kg	скорость доения, л/мин / Milking speed, l/min	жир, % / Fat, %	белок, % / Protein, %	потребление комбикормов, кг / Consumption of compound feed, kg
199 / 215	2,0	4,34	3,07	4,9	2,4	4,20	3,23	6
395/ 112	3,7	4,56	3,11	5,4	4,3	4,38	3,16	6,2
382/ 377	2,0	3,52	3,14	6,8	2,5	3,65	3,22	6,5
41/ 261	2,7	3,48	3,29	4,6	3,5	3,05	3,28	6,8
863/ 457	2,8	3,81	3,16	3,5	2,7	3,74	3,29	5,1
72/ 68	2,1	4,19	3,42	4,9	2,4	3,85	3,48	5,5
239/ 91	1,7	3,29	3,32	5,1	1,8	3,06	3,35	6,3
144/ 137	1,6	3,39	3,23	4,7	1,7	3,44	3,28	6,7
422/ 389	2,3	3,96	3,26	5,2	2,7	3,89	3,36	6,2
238/ 651	1,5	4,52	3,16	4,6	1,6	4,13	3,18	6,5
Средние значения / Average values	2,24	3,9	3,21	4,9	2,56	3,7	3,28	6,1
Надой на одну фуражную корову за месяц, кг / Milk yield per forage cow per month, kg	2024				2116			

Скорость доения коров из опытной группы у всех животных была выше, чем в контроле и варьировалась в пределах 6,66-29,6 %. Согласно табличным данным средние значения (норматив NASEM) увеличились по потреблению комбикормов на 24,4 %, скорости доения – на 0,32 л/мин, надою на голову в месяц – на 4,54 %. Следует отметить, что и количество белка в молоке заметно увеличилось у коров из опытной группы относительно контрольной. Так, наибольшее его количество было зарегистрировано в молоке от коровы под номером 68.

Наблюдая за опытным поголовьем, мы отмечаем увеличение кратности посещения доильного робота, о чём свидетельствует рост потребления комбикорма. Благодаря коррекции рациона по минеральным веществам улучшилась крепость копытного рога и состояние пальцевой подушечки, что подтверждено специалистами при обработке копыт.

#### **Обсуждение полученных результатов.**

Микроэлементы играют важную роль в иммунитете, здоровье и продуктивности крупного рогатого скота (Overton TR and Yasui T, 2014; Castillo C et al., 2006; Тагиров Х.Х. и др., 2023). Хотя микроэлементы необходимы в небольших количествах, они имеют фундаментальное значение для ферментов, участвующих в антиоксидантной защите от повреждения клеток и нескольких путей иммунного ответа. Баланс минералов в организме крупного рогатого скота зависит от соотношения между содержанием их в рационе и их потребностями (Horst EA et al., 2021).

В своих исследованиях Соре СМ и его коллеги (2009) заметили, что надои молока не увеличивались, когда содержание цинка и других элементов в рационе снижалось до уровня ниже рекомендаций NRC. Однако независимо от источника цинка NASEM рекомендует 60 мг общего количества цинка в рационе на один кг диетического рациона для молочной коровы весом 650 кг, производящей 50 кг молока в день (Oconitrillo M et al., 2024).

В своих исследованиях авторы оценивали сниженные уровни протеинов неорганических микроэлементов вместе с Se-дрожжами у коров в середине лактации и сообщили о более высоких удоях по сравнению с коровами, которых кормили либо контрольным рационом, либо сниженным уровнем неорганических микроэлементов (Pomport PH et al., 2021). Uchida K и соавторы (2001) не наблюдали различий в молочной продуктивности, но заметили улучшение репродуктивных качеств, когда они частично заменили неорганические микроэлементы хелатами аминокислот (Zn, Mn и Cu) в рационе молочных коров в начале лактации.

Наши данные согласуются с работой Норчанок А с коллегами (2019), введших органические формы элементов (Mn, Cu и Zn) в рационы молочных коров по новым нормативам. Они наблюдали значительное улучшение надоев молока (21,3 %;  $P \leq 0,001$ ) и увеличение содержания белка и жира в молоке коров, которых кормили органическими элементами.

#### **Заключение.**

В связи с внедрением комбикорма с скорректированной минеральной питательностью по современным нормативам NASEM в хозяйстве ООО "Дерней" Свердловской области с роботизированным доением, наблюдался рост потребления комбикормов на 24,4% и продуктивности молочных коров в среднем на 4,5%.

#### **Список источников**

1. Тагиров Х.Х., Латыпова Э.Х., Вагапов И.Ф. Динамика питательных веществ в молоке коров "башкирского" типа чёрно-пестрой породы под действием скармливания кормовых премиксов на примере премикса Мегамикс-Оптилак // Животноводство и кормопроизводство. 2023. Т. 106. № 4. С. 102-111. [Tagirov KhKh, Latypova EKh, Vagapov IF. Dynamics of nutrients in the milk of cows of the "Bashkir" type of Black Spotted breed under the influence of feed premixes using the example of the Megamix-Optilac premix. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2023;106(4):102-111. (In Russ)]. doi: 10.33284/2658-3135-106-4-102

2. Увеличение эффективности производства молока коров при использовании в составе рационов кавитационно обработанных концентратов / Н.М. Ширнина, Б.С. Нуржанов, И.А. Рахимжанова, В.В. Кононец // Животноводство и кормопроизводство. 2022. Т. 105. № 2. С. 49-59. [Shirnina NM, Nurzhanov BS, Rakhimzhanova IA, Kononets VV. Increasing the efficiency of cow milk production when using cavitation-treated concentrates as part of diets. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2022;105(2):49-59. (In Russ)]. doi: 10.33284/2658-3135-105-2-49
3. Castillo C, Hernández J, Valverde I, Pereira V, Sotillo J, Alonso ML, Benedito JL. Plasma malonaldehyde (MDA) and total antioxidant status (TAS) during lactation in dairy cows. *Res Vet Sci*. 2006;80(2):133-139. doi: 10.1016/j.rvsc.2005.06.003
4. Cope CM, Mackenzie AM, Wilde D, Sinclair LA. Effects of level and form of dietary zinc on dairy cow performance and health. *Journal of Dairy Science*. 2009;92(5):2128-2135. doi: 10.3168/jds.2008-1232
5. Fantuz F, Ferraro S, Todini L, Mariani P, Piloni R, Salimei E. Essential trace elements in milk and blood serum of lactating donkeys as affected by lactation stage and dietary supplementation with trace elements. *Animal*. 2013;7(11):1893-1899. doi: 10.1017/S175173111300133X
6. Horchanok A, Hubanova N, Bomko V, Kuzmenko O, Novitskiy R, Sobolev O, Tkachenko M, Prizjashnjuk N. Influence of chelations on dairy productivity of cows in different periods of manufacturing cycle. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019;9(1):231-234.
7. Horst EA, Kvidera SK, Baumgard LH. Invited review: The influence of immune activation on transition cow health and performance - A critical evaluation of traditional dogmas. *J Dairy Sci*. 2021;104(8):8380-8410. doi: 10.3168/jds.2021-20330
8. Ianni A, Innosa D, Martino C, Grotta L, Bennato F, Martino G. Zinc supplementation of Friesian cows: Effect on chemical-nutritional composition and aromatic profile of dairy products. *J Dairy Sci*. 2019;102(4):2918-2927. doi: 10.3168/jds.2018-15868
9. McCarthy KL, Menezes ACB, Kassetas CJ et al. Vitamin and mineral supplementation and rate of gain in beef heifers II: effects on concentration of trace minerals in maternal liver and fetal liver, muscle, allantoic, and amniotic fluids at day 83 of gestation. *Animals (Basel)*. 2022;12(15):1925. doi: 10.3390/ani12151925
10. National Academies of Science, Engineering, and Medicine (NASEM). Nutrient requirements of dairy cattle. Eighth Revised Edition. Washington, DC: The National Academies Press; 2021:502 p. doi: 10.17226/25806. 2021
11. Oconitrillo M, Wickramasinghe J, Omale S, Beitz D, Appuhamy R. Effects of elevating zinc supplementation on the health and production parameters of high-producing dairy cows. *Animals (Basel)*. 2024;14(3):395. doi: 10.3390/ani14030395
12. Overton R, Yasui T. Practical applications of trace minerals for dairy cattle. *J Anim Sci*. 2014;92(2):416-26. doi: 10.2527/jas.2013-7145
13. Palomares RA. Trace minerals supplementation with great impact on beef cattle. *Animals (Basel)*. 2022;12(20):2839. doi: 10.3390/ani12202839
14. Pomport PH, Warren HE, Taylor-Pickard J. Effect of total replacement of inorganic with organic sources of key trace minerals on performance and health of high producing dairy cows. *J Appl Anim. Nutr*. 2021;9(1):23-30. doi: 10.3920/JAAN2020.0018
15. Uchida K, Mandebvu P, Ballard CS, Sniffen CJ and Carter MP. Effect of feeding a combination of zinc, manganese and copper amino acid complexes, and cobalt glucoheptonate on performance of early lactation high producing dairy cows. *Animal Feed Science and Technology*. 2001;93(3-4):193-203. doi: 10.1016/S0377-8401(01)00279-6
16. Van Emon M, Sanford C, McCoski S. Impacts of bovine trace mineral supplementation on maternal and offspring production and health. *Animals*. 2020;10(12):2404. doi: 10.3390/ani10122404

### References

1. Tagirov KhKh, Latypova EKh, Vagapov IF. Dynamics of nutrients in the milk of cows of the “Bashkir” type of Black Spotted breed under the influence of feed premixes using the example of the Megamix-Optilac premix. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2023;106(4):102-111. doi: 10.33284/2658-3135-106-4-102
2. Shirnina NM, Nurzhanov BS, Rakhimzhanova IA, Kononets VV. Increasing the efficiency of cow milk production when using cavitation-treated concentrates as part of diets. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2022;105(2):49-59. doi: 10.33284/2658-3135-105-2-49
3. Castillo C, Hernández J, Valverde I, Pereira V, Sotillo J, Alonso ML, Benedito JL. Plasma malonaldehyde (MDA) and total antioxidant status (TAS) during lactation in dairy cows. *Res Vet Sci*. 2006;80(2):133-139. doi: 10.1016/j.rvsc.2005.06.003
4. Cope CM, Mackenzie AM, Wilde D, Sinclair LA. Effects of level and form of dietary zinc on dairy cow performance and health. *Journal of Dairy Science*. 2009;92(5):2128-2135. doi: 10.3168/jds.2008-1232
5. Fantuz F, Ferraro S, Todini L, Mariani P, Piloni R, Salimei E. Essential trace elements in milk and blood serum of lactating donkeys as affected by lactation stage and dietary supplementation with trace elements. *Animal*. 2013;7(11):1893-1899. doi: 10.1017/S175173111300133X
6. Horchanok A, Hubanova N, Bomko V, Kuzmenko O, Novitskiy R, Sobolev O, Tkachenko M, Prizjashnjuk N. Influence of chelations on dairy productivity of cows in different periods of manufacturing cycle. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019;9(1):231-234.
7. Horst EA, Kvidera SK, Baumgard LH. Invited review: The influence of immune activation on transition cow health and performance - A critical evaluation of traditional dogmas. *J Dairy Sci*. 2021;104(8):8380-8410. doi: 10.3168/jds.2021-20330
8. Ianni A, Innosa D, Martino C, Grotta L, Bennato F, Martino G. Zinc supplementation of Friesian cows: Effect on chemical-nutritional composition and aromatic profile of dairy products. *J Dairy Sci*. 2019;102(4):2918-2927. doi: 10.3168/jds.2018-15868
9. McCarthy KL, Menezes ACB, Kassetas CJ et al. Vitamin and mineral supplementation and rate of gain in beef heifers II: effects on concentration of trace minerals in maternal liver and fetal liver, muscle, allantoic, and amniotic fluids at day 83 of gestation. *Animals (Basel)*. 2022;12(15):1925. doi: 10.3390/ani12151925
10. National Academies of Science, Engineering, and Medicine (NASEM). Nutrient requirements of dairy cattle. Eighth Revised Edition. Washington, DC: The National Academies Press; 2021:502 p. doi: 10.17226/25806. 2021
11. Oconitrillo M, Wickramasinghe J, Omale S, Beitz D, Appuhamy R. Effects of elevating zinc supplementation on the health and production parameters of high-producing dairy cows. *Animals (Basel)*. 2024;14(3):395. doi: 10.3390/ani14030395
12. Overton R, Yasui T. Practical applications of trace minerals for dairy cattle. *J Anim Sci*. 2014;92(2):416-26. doi: 10.2527/jas.2013-7145
13. Palomares RA. Trace minerals supplementation with great impact on beef cattle. *Animals (Basel)*. 2022;12(20):2839. doi: 10.3390/ani12202839
14. Pomport PH, Warren HE, Taylor-Pickard J. Effect of total replacement of inorganic with organic sources of key trace minerals on performance and health of high producing dairy cows. *J Appl Anim. Nutr*. 2021;9(1):23-30. doi: 10.3920/JAAN2020.0018
15. Uchida K, Mandevu P, Ballard CS, Sniffen CJ and Carter MP. Effect of feeding a combination of zinc, manganese and copper amino acid complexes, and cobalt glucoheptonate on performance of early lactation high producing dairy cows. *Animal Feed Science and Technology*. 2001;93(3-4):193-203. doi: 10.1016/S0377-8401(01)00279-6
16. Van Emon M, Sanford C, McCoski S. Impacts of bovine trace mineral supplementation on maternal and offspring production and health. *Animals*. 2020;10(12):2404. doi: 10.3390/ani10122404

**Информация об авторах:**

**Баер Серекпаевич Нуржанов**, доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов им. С.Г. Леушина, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8(3532)308-179.

**Константин Григорьевич Логачев**, кандидат биологических наук, соискатель, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8(3532)308-179.

**Галимжан Калиханович Дускаев**, доктор биологических наук, профессор РАН, главный научный сотрудник отдела кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов им. С.Г. Леушина, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8(3532)308-179.

**Information about the Author:**

**Baer S Nurzhanov**, Dr Sci. (Agriculture), Leading Researcher, Department of Feeding of Farm Animals and Feed Technology named after S.G. Leushin, Federal Scientific Centre for Biological Systems and Agricultural Technologies of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, 29, 9 Yanvarya St., Orenburg, 460000, tel.: 8(3532)308-179.

**Konstantin G Logachev**, Cand. Sci. (Biology), postgraduate student, Federal Research Centre for Biological Systems and Agricultural Technologies of the Russian Academy of Sciences, 29, 9 Yanvarya St., Orenburg, 460000, tel.: 8(3532)308-179.

**Galimzhan K Duskaev**, Dr Sci. (Biology), Professor of Russian Academy of Sciences, Chief Researcher of the Department of Feeding of Agricultural Animals and Feed Technology named after S.G. Leushin, Federal Research Centre for Biological Systems and Agricultural Technologies of the Russian Academy of Sciences, 29, 9 Yanvarya St., Orenburg, 460000, tel.: 8(3532)308-179.

Статья поступила в редакцию 02.09.2024; одобрена после рецензирования 03.10.2024; принята к публикации 16.12.2024.

The article was submitted 02.09.2024; approved after reviewing 03.10.2024; accepted for publication 16.12.2024.