

Научная статья

УДК 636.2:636.082.2

doi: 10.55196/2411-3492-2023-4-42-64-69

Особенности белкового обмена в организме молодняка крупного рогатого скота при двух-трехпородном скрещивании

Елена Анатольевна Никонова^{✉1}, Владимир Иванович Косилов²,
Юсупжан Артыкович Юлдашбаев³, Вячеслав Григорьевич Борулько⁴

^{1,2}Оренбургский государственный аграрный университет, ул. Челюскинцев, 18, Оренбург, Россия, 460014

^{3,4}Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева, ул. Тимирязевская, 49, Москва, Россия, 127434

¹nikonovaea84@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0906-8362>

²kosilov_vi@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4754-1771>

³zoo@rgau-msha.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7150-1131>

⁴v.borulko@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3221-3567>

Аннотация. В статье приведены данные по изучению обмена азота в организме чистопородного и помесного молодняка крупного рогатого скота, полученного при скрещивании коров молочного направления с быками разного генотипа. Объектами исследования являлись бычки, бычки-кастраты и телки следующих генотипов: I группа – чёрно-пёстрая порода, II группа – $\frac{1}{2}$ голштин \times $\frac{1}{2}$ чёрно-пёстрая, III группа – $\frac{1}{2}$ симментал \times $\frac{1}{4}$ голштин \times $\frac{1}{4}$ чёрно-пёстрая, IV группа – $\frac{1}{2}$ лимузин \times $\frac{1}{4}$ голштин. В цели и задачи исследования входило изучение особенностей белкового обмена в организме чистопородных и помесных животных по обмену азота в организме. При этом определяли количество поступившего с кормом азота, выделенного с калом и мочой, переваренного азота, количество отложенного в теле (продукции) и коэффициенты использования азота. Установлено, что помесный молодняк отличался более высоким коэффициентом использования азота от принятого и от переваренного. Чистопородные животные уступали двухпородным помесным животным голштинской породы по величине первого показателя на 0,19-0,99%, второго – на 0,12-0,71%, трёхпородным симментальским помесам чистопородные бычки уступали на 1,37-1,51% и 0,97-1,37% соответственно, трёхпородным помесам лимузинской породы соответственно – на 0,27-1,19% и 0,22-0,97%. При этом наибольшей эффективностью использования азота характеризовались трёхпородные помеси с симменталами. Установлено влияние пола на баланс азота в организме подопытных животных. Так, установлено, что бычки превосходили телок и бычков-кастратов по поступлению азота с кормом в организм на 8,7-12,7% и 3,3-5,6%, переваренному азоту – 10,5-17,5% и 2,7-6,7%, по количеству отложенного азота в теле (продукции) – на 29,6-35,2% и 10,2-17,4%. При этом телки уступали бычкам-кастратам по величине анализируемого показателя. В результате проведенных исследований было установлено, что на эффективность белкового обмена существенное влияние оказывает генетический фактор.

Ключевые слова: скотоводство, черно-пестрая порода, скрещивание, помеси с голштинами, симменталами, лимузинами, баланс азота, белковый обмен

Для цитирования. Никонова Е. А., Косилов В. И., Юлдашбаев Ю. А., Борулько В. Г. Особенности белкового обмена в организме молодняка крупного рогатого скота при двух-трехпородном скрещивании // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2023 № 4(42). С. 64–69. doi: 10.55196/2411-3492-2023-4-42-64-69

Original article

Features of protein metabolism in the body of young cattle during two- or three-breed crossing

Elena A. Nikonova^{✉1}, Vladimir I. Kosilov²,
Yusupzhan A. Yuldashbaev³, Vyacheslav G. Borulko⁴

^{1,2}Orenburg State Agrarian University, 18 Chelyuskintsev street, Orenburg, Russia, 460014

^{3,4}Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, 49
Timiryazevskaya Street, Moscow, Russia, 127434

^{✉1}nikonovaea84@mail.ru <https://orcid.org/0000-0003-0906-8362>

²kosilov_vi@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4754-1771>

³zoo@rgau-msha.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7150-1131>

⁴v.borulko@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3221-3567>

Abstract. The article presents data on the study of nitrogen metabolism in the body of purebred and crossbred young cattle obtained by crossing dairy cows with bulls of different genotypes. The object of the study were bulls, steers-castrates and heifers of the following genotypes: group I – black-and-white breed, group II – ½ Holstein × ½ x black-and-white, group III – ½ Simmental × ¼ Holstein × ¼ black-and-white, group IV – ½ limousine × ¼ holstein. The goals and objectives of the study included the study of the characteristics of protein metabolism in the body of purebred and crossbred animals in terms of nitrogen metabolism in the body. At the same time, the amount of nitrogen received with feed, excreted with feces and urine, digested nitrogen, the amount deposited in the body (production) and nitrogen utilization factors were determined. It was found that the crossbred young stock had a higher nitrogen utilization rate compared to the adopted and overcooked. Purebred animals were inferior to two-breed hybrid animals of the Holstein breed in terms of the value of the first indicator by 0.19-0.99%, the second – by 0.12-0.71%, purebred bull-calves were inferior to three-breed Simmental crossbreeds by 1.37-1.51% and 0.97-1.37%, respectively, to three-breed hybrids of the Limousin breed, respectively – by 0.27-1.19 and 0.22-0.97%. At the same time, three-breed crossbreeds with Simmentals were characterized by the highest efficiency of nitrogen use. The effect of sex on the nitrogen balance in the body of experimental animals was established. So it was found that bulls were superior to heifers and bulls-castrates in terms of nitrogen intake with feed into the body by 8.7-12.7% and 3.3-5.6%, digested nitrogen - 10.5-17.5% and 2.7-6.7%, by the amount of deposited nitrogen in the body (products) – by 29.6-35.2% and 10.2-17.4%. At the same time, heifers were inferior to calves-castrates in terms of the value of the analyzed indicator. As a result of the studies, it was found that the efficiency of protein metabolism is significantly influenced by the genetic factor.

Keywords: cattle breeding, black-and-white breed, crossbreeding, crossbreeds with Holsteins, Simmentals, Limousins, nitrogen balance, protein metabolism

For citation. Nikonova E.A., Kosilov V.I., Yuldashbaev Yu.A., Borulko V.G. Features of protein metabolism in the body of young cattle with two- or three-breed crossing. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2023;4(42):64–69. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2023-4-42-64-69

Введение. В течение всей жизни в организме животных происходят процессы ассимиляции и диссимиляции, то есть обмен белков. Белковая фракция кормов рациона при попадании в желудочно-кишечный тракт подвергается действию ферментов и расщепляется до аминокислот и полипептидов, в дальнейшем в составе крови переносятся к органам и тканям, формируют пластический

материал и участвуют в синтезе различных биологических веществ. Обмен белков в организме животного рассчитывается по балансу азота и разности азота белков корма и выделенного с калом и мочой. У растущих животных интенсивность отложения в теле азота служит косвенным показателем прогнозирования продуктивных качеств коров. Многочисленными исследованиями уста-

новлено, что данный признак у животных наследственно обусловлен [1]. В связи с этим использование в промышленном скрещивании скота с высокой интенсивностью отложения в теле азота позволяет повысить эффективность использования белка кормового рациона и повысить производство мясной продуктивности [2–8].

Цель исследования – изучить особенности белкового обмена в организме чистопородных животных черно-пестрой породы и их двух-трёхпородных помесей с голштинами, симменталами и лимузинами.

Материал, методы и объекты исследования. Объектами исследований являлись помесный молодняк разного генотипа, на основе которых сформированы 4 группы телок и 8 групп бычков по 15 животных в каждой следующих генотипов в пределах каждой половой группы: I – чёрно-пёстрая порода, II – $\frac{1}{2}$ голштинская \times $\frac{1}{2}$ \times чёрно-пёстрая, III – $\frac{1}{2}$ симментальская \times $\frac{1}{4}$ голштинская \times $\frac{1}{4}$ чёрно-пёстрая, IV – $\frac{1}{2}$ лиму-

зинская \times $\frac{1}{4}$ голштинская. Кастрация части (50%) бычков проводилась в 3-месячном возрасте.

Рационы подопытных животных составлялись в соответствии с детализированными нормами кормления, исходя из имеющихся кормов в хозяйстве, в зависимости от возраста и сезона года (Калашников А. П. и др., 2003) [9].

Переваримость питательных веществ рациона изучали на основании балансовых опытов по методике ВИЖа (А. И. Овсянников, 1976) [10].

Результаты исследования. Установлено, что группы подопытных животных характеризовались различными показателями поедаемости кормов. Так, большей поедаемостью кормов отличались помесные животные, что и обусловило большее поступление питательных веществ, в частности азота, в организм по сравнению с животными контрольной группы (табл. 1).

Таблица 1. Баланс азота у подопытных животных, г ($X \pm m_x$)
Table 1. Nitrogen balance in experimental animals, g ($X \pm m_x$)

| Пол | Группа | Показатель | | | | | | |
|----------------|--------|--------------------|------------------|-------------------|-------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------|
| | | поступило с кормом | выделено с калом | переварено | выделено с мочой | отложено в теле (продукция) | коэффициент использования, % | |
| | | | | | | | от принятого | от переваренного |
| бычки | I | 183,28 \pm 2,34 | 65,70 \pm 1,43 | 117,58 \pm 0,86 | 90,94 \pm 1,08 | 26,64 \pm 0,48 | 14,54 | 22,66 |
| | II | 186,34 \pm 2,43 | 65,99 \pm 1,26 | 120,35 \pm 0,93 | 92,22 \pm 1,14 | 28,13 \pm 0,42 | 15,10 | 23,37 |
| | III | 201,36 \pm 2,14 | 67,46 \pm 1,29 | 133,90 \pm 1,01 | 101,72 \pm 1,04 | 32,18 \pm 0,52 | 16,05 | 24,03 |
| | IV | 194,67 \pm 2,26 | 67,82 \pm 1,31 | 126,85 \pm 0,97 | 96,59 \pm 1,32 | 30,26 \pm 0,48 | 15,54 | 23,85 |
| телки | I | 165,5 \pm 2,24 | 65,4 \pm 0,98 | 100,1 \pm 2,11 | 80,8 \pm 1,35 | 19,3 \pm 0,32 | 11,66 | 19,28 |
| | II | 171,5 \pm 2,51 | 62,6 \pm 1,15 | 108,9 \pm 2,22 | 87,2 \pm 1,45 | 21,7 \pm 0,41 | 12,65 | 19,93 |
| | III | 180,8 \pm 2,54 | 64,2 \pm 1,35 | 116,6 \pm 1,95 | 92,8 \pm 1,41 | 23,8 \pm 0,46 | 13,16 | 20,41 |
| | IV | 172,7 \pm 2,62 | 61,6 \pm 1,19 | 111,1 \pm 1,89 | 88,6 \pm 1,40 | 22,5 \pm 0,44 | 13,03 | 20,25 |
| бычки-кастраты | I | 175,89 \pm 1,89 | 62,58 \pm 1,25 | 113,31 \pm 2,18 | 88,78 \pm 1,01 | 24,53 \pm 0,36 | 13,95 | 21,65 |
| | II | 180,45 \pm 2,11 | 63,23 \pm 1,36 | 117,22 \pm 2,42 | 91,70 \pm 1,11 | 25,52 \pm 0,38 | 14,14 | 21,77 |
| | III | 190,66 \pm 2,15 | 65,19 \pm 1,11 | 125,47 \pm 2,34 | 98,05 \pm 0,89 | 27,42 \pm 0,31 | 14,33 | 21,87 |
| | IV | 187,78 \pm 2,09 | 65,65 \pm 1,25 | 122,13 \pm 2,39 | 95,42 \pm 0,98 | 26,71 \pm 0,29 | 14,22 | 21,85 |

Так, бычки черно-пёстрой породы уступали полукровным голштинским помесям по количеству поступившего азота на 3,6 г (7,7%), у телок данный показатель составил – 6,0 г (3,6%), а у бычков-кастратов – 4,56 г (2,6%). Подопытные животные черно-пестрой породы уступали трёхпородным

симментальским помесям соответственно – на 18,08 г (9,9%), 15,3 г (9,2%), 14,77 г (8,4%), а трёхпородным помесям лимузинской породы – на 11,39 г (6,2%), 7,2 г (4,4%), 11,89 г (8,8%).

При этом полукровные голштинские помеси уступали трёхпородным симменталь-

ским и лимузинским помесям по поступлению азота в организм с кормом. Различия между сравниваемыми группами составило по бычкам – 15,02 г (8,1%) и 8,3 г (4,5%), по телкам – 9,3 г (5,4%) и 1,2 г (0,7%), по бычкам-кастратам – 10,21 г (5,7%) и 7,33 г (4,1%). Среди трехпородных помесей наибольшее поступление азота с кормом выявлено у помесей симментальской породы, преимущество которых над трехпородными помесями составляло соответственно 6,69 г (3,4%), 8,1 г (4,7%), 2,88 г (1,55%).

Установлено, что у двух-трехпородных помесей наблюдается лучшее переваривание азота по сравнению с остальными группами.

Так, полукровные голштинские помеси превосходили чистопородных сверстников черно-пестрой породы по массе переваренного азота, которая составила по бычкам 2,77 г (2,4%), по телкам – 8,8 г (8,8%), по бычкам-кастратам – 3,91 г (3,5%). Преимущество трехпородных помесей над животными I группы по величине переваренного азота было достоверным и составило по бычкам – 16,32 (13,9%) и 9,27 г (7,9%), по телкам – 16,5 г (16,5%) и 1,0 г (11,0%), по бычкам-кастратам – 12,6 г (10,7%) и 8,82 г (7,8%). Установлено, что полукровные голштинские помеси уступали по массе переваренного азота трехпородным помесям симментальской и лимузинской пород соответственно на 13,32 г (11,1%) и 6,5 г (5,4%), 7,7 г (7,1%) и 2,2 г (2,0%), 8,25 г (7,0%) и 4,91 г (4,2%).

Помесные животные независимо от пола по сравнению с чистопородными животными контрольной группы характеризовались большим выделением азота с калом и мочой, что отразилось на отложении в теле (продукция) азота. Так, у полукровных голштинских помесей по отложению в теле азота на 0,49 г (1,8%), у телок различия между группами составило 1,4 г (6,9%), а у бычков-кастратов – 0,99 г (4,0%). Чистопородные животные черно-пестрой породы уступали трехпородным симментальским помесям – на 4,54 г (16,4%), 3,5 г (17,2%), 2,89 г (11,8%) и трехпородным помесям лимузинской породы – на 2,62 г (9,5%), 2,2 г (10,8%), 2,18 г (8,9%) соответственно.

При этом трехпородные помеси превосходили двухпородных помесных сверстни-

ков по этому признаку по бычкам на 2,13-4,05 г (7,6-14,4%) по телкам – на 0,8-2,1 г (3,7-9,7%), по бычкам-кастратам – на 1,19-1,90 г (4,7-7,4%).

Установлено, что группы подопытного помесного молодняка отличались более высоким коэффициентом использования азота от принятого и от переваренного. Чистопородные черно-пестрые бычки уступали полукровным помесям голштинской породы по величине первого показателя на 0,56%, второго – на 0,71%, телки – на 0,99% и 0,65%, бычки-кастраты – на 0,19% и 0,12% соответственно, трехпородным симментальским помесям чистопородные бычки уступали на 1,51% и 1,37%, телки – 1,5% и 1,13%, бычки-кастраты – на 1,37% и 0,97%, трехпородным помесям лимузинской породы соответственно – на 1,0% и 1,19%, 1,37% и 0,97%, 0,27% и 0,22%. При этом наибольшей эффективностью использования азота характеризовались трехпородные помеси с симменталами. Их преимущество над трехпородными помесями с лимузинами по коэффициенту использования азота от принятого по бычкам составляло 0,51%, телкам – 0,13%, бычкам-кастратам – 0,11%, по коэффициенту использования азота от переваренного – на 1,0%, 0,16%, 0,02% соответственно.

Установлено влияние пола на баланс азота в организме подопытных животных. Так бычки превосходили телок и бычков-кастратов по поступлению азота с кормом в организм на 14,84-21,97 г (8,7-12,7%) и 5,89-10,7 г (3,3-5,6%), переваренному азоту – на 11,45-17,48 г (10,5-17,5%) и 3,13-8,43 г (2,7-6,7%), по количеству отложенного азота в теле (продукция) – на 6,43-8,38 г (29,6-35,2%) и 2,61-4,76 г (10,2-17,4%).

При этом телки уступали бычкам-кастратам по величине анализируемого показателя на 8,86-15,08 г (5,5-6,3%), 8,32-13,21 г (7,6-13,2%), 3,62-4,23 г (15,2-20,3%) соответственно.

Вывод. Промышленное скрещивание коров черно-пестрой породы с быками лимузинской, симментальской, голштинской пород позволяет повысить обменные процессы и способствует более интенсивному отложению азота в организме помесных животных и лучшему его использованию на синтез мясной продукции.

Список литературы

1. Левахин В. И., Косилов В. И., Салихов А. А. Эффективность промышленного скрещивания в скотоводстве // Молочное и мясное скотоводство. 1992. № 1. С. 9–11. EDN: STBFAL
2. Буряков Н. П., Алешин Д. Е. Молочная продуктивность и баланс азота у коров при разном уровне зерна люпина в составе комбикормов // Зоотехния. 2018 № 1 С. 16–20. EDN: YPJZHI
3. Microbiological supplements for the metabolic rate correction in calves / I.N. Mikolaichik [et al.] // International Transaction Journal of Engineering, Management and Applied Sciences and Technologies. 2020 Т. 11, № 2. Р. 11A02S. DOI: 10.14456/ITJEMAST.2020.39. EDN: RUBTOO
4. Переваримость питательных веществ и обмен энергии в организме бычков при использовании рационов, содержащих «защищенный» жир / В. А. Рязанов [и др.] // Вестник мясного скотоводства. 2017 № 2 (98). С. 114–119. EDN: YTOCQT
5. Improving the physiological and biochemical status of high-yielding cows through complete feeding / L. Morozova [et al.] // International Journal of Pharmaceutical Research. 2020. Т. 12 № Suppl.ry 1 Pp. 2181–2190. DOI:10.31838/ijpr/2020.SP1.319. EDN: RCHYBK
6. Influence of protein concentrate in the diet on productivity and amino acid composition of cow milk / N.P. Buryakov [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. The proceedings of the conference AgroCON-2019. 2019. P. 12057 DOI:10.1088/1755-1315/341/1/012057. EDN: POFPMZ
7. Харитонов Е. Л. Физиология и биохимия питания молочных коров. Боровск: Оптима Пресс, 2011. 372 с. EDN: QLCIMP
8. Харламов А. В., Мирошников А. М., Тихонов А. А. Переваримость основных питательных веществ и характер использования энергии рационов бычками красной степной, симментальской и казахской белоголовой при откорме на барде // Вестник мясного скотоводства. 2012. № 1(75). С. 56–60. EDN: OZYXHL
9. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных. Справочное пособие. 3-е издание переработанное и дополненное / Под ред. А. П. Калашникова, В. И. Фисинина, В. В. Щеглова, Н. И. Клейменова. Москва, 2003 456 с.
10. Овсянников А. И. Основы опытного дела в животноводстве. Москва: Колос, 1976. 304 с.

Referensis

1. Levakhin V.I., Kosilov V.I., Salikhov A.A. Efficiency of industrial crossing in cattle breeding. *Dairy and meat cattle breeding*. 1992;(1): 9–11. (In Russ.). EDN: STBFAL
2. Buryakov N.P., Aleshin D.E. Milk yield and nitrogen balance in cows with different levels of lupine grain in compound feeds. *Zootekniya*. 2018;(1):16–20. (In Russ.). EDN: YPJZHI
3. Microbiological supplements for the metabolic rate correction in calves. I.N. Mikolaichik [et al.]. *International Transaction Journal of Engineering, Management and Applied Sciences and Technologies*. 2020;11(2):11A02S. DOI: 10.14456/ITJEMAST.2020.39. EDN: RUBTOO
4. Ryazanov V.A. [et. al]. Digestibility of nutrients and energy metabolism in body of bulls at use of diets containing "protected" fat. *Herald of beef cattle breeding*. 2017;2(98):114–119. (In Russ.). EDN: YTOCQT
5. Morozova L. [et al.] Improving the physiological and biochemical status of high-yielding cows through complete feeding. *International Journal of Pharmaceutical Research*. 2020;12(Suppl.ry 1):2181–2190. DOI:10.31838/ijpr/2020.SP1.319. EDN: RCHYBK
6. Buryakov N.P. [et al.] Influence of protein concentrate in the diet on productivity and amino acid composition of cow milk. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. The proceedings of the conference AgroCON-2019. 2019 P. 12057. DOI:10.1088/1755-1315/341/1/012057. EDN: POFPMZ
7. Kharitonov E.L. *Fiziologiya i biokhimiya pitaniya molochnykh korov* [Physiology and biochemistry of nutrition of dairy cows]. Borovsk: Optima Press, 2011. 372 p. (In Russ.). EDN: QLCIMP
8. Kharlamov A.V., Miroshnikov A.M., Tixonov A.A. Digestibility of main nutrients and the nature of energy use of diets by red steppe, Simmental and Kazakh white-headed bulls when fattening on stillage. *Herald of beef cattle breeding*. 2012;1(75):56–60. (In Russ.). EDN: OZYXHL
9. *Normy i ratsiony kormleniya sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh. Spravochnoye posobiye. 3-ye izdaniye pererabotannoye i dopolnennoye* [Norms and rations for feeding farm animals. Reference manual. 3rd edition revised and expanded / Ed. A.P. Kalashnikova, V.I. Fisinina, V.V. Shcheglova, N.I. Kleimenova. Moscow, 2003 456 p. (In Russ.).
10. Ovsyannikov A.I. *Osnovy opytnogo dela v zhivotnovodstve* [Fundamentals of experimental work in animal husbandry. Moscow: Kolos, 1976. 304 p. (In Russ.).

Сведения об авторах

Никонова Елена Анатольевна – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры технологии производства и переработки продукции животноводства, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный аграрный университет», SPIN-код: 2666-2600, Scopus ID: 57221966491

Косилов Владимир Иванович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры технологии производства и переработки продукции животноводства, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный аграрный университет», SPIN-код: 1802-6176, Scopus ID: 57202281770

Юлдашбаев Юсупжан Артыкович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры частной зоотехнии, академик РАН, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К. А. Тимирязева», SPIN-код: 5687-1473

Борулько Вячеслав Григорьевич – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры техносферной безопасности, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», SPIN-код: 9252-5835

Information about the authors

Elena A. Nikonova – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Production Technology and Processing of Livestock Products, Orenburg State Agrarian University, SPIN-code: 2666-2600, Scopus ID: 57221966491

Vladimir I. Kosilov – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Technology of Production and Processing of Livestock Products, Orenburg State Agrarian University", SPIN-code: 1802-6176, Scopus ID: 57202281770

Yusupzhan A. Yuldashbaev – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Professor of the Department of Private Animal Science, Academician of the Russian Academy of Sciences, Russian State Agrarian University – K.A. Timiryazev Agricultural Academy, SPIN-code: 5687-1473

Vyacheslav G. Borulko – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Technosphere Safety, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, SPIN-code: 9252-5835

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Author's contribution. All authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. All authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

*Статья поступила в редакцию 17.11.2023;
одобрена после рецензирования 05.12.2023;
принята к публикации 14.12.2023.*

*The article was submitted 17.11.2023;
approved after reviewing 05.12.2023;
accepted for publication 14.12.2023.*