

Научная статья / *Original article*

УДК 636.2:636.085:636.086.2

DOI: 10.31208/2618-7353-2023-22-32-39

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЗНОГО УРОВНЯ
ФЕРМЕНТИРОВАННОГО РАПСОВОГО ШРОТА
В РАЦИОНАХ ЛАКТИРУЮЩИХ КОРОВ В ПЕРИОД РАЗДОЯ**

***EFFECTIVENESS OF USE OF DIFFERENT LEVEL
FERMENTED RAPESEED MEAL
IN THE DIETS OF LACTATING COWS DURING THE MILKING PERIOD***

Ирина В. Менберг, аспирант

Иван А. Анискин, студент

Николай П. Буряков, доктор биологических наук, профессор

Irina V. Menberg, Postgraduate Student

Ivan A. Aniskin, Student

Nikolay P. Buryakov, Dr. Sci. (Biology), Professor

Российский государственный аграрный университет –
МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва

*Russian State Agrarian University –
Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia*

Контактное лицо: Буряков Николай Петрович, заведующий кафедрой кормления животных, Институт зоотехники и биологии, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550, Россия, Москва, ул. Тимирязевская, д. 54;
e-mail: n.buryakov@rgau-msha.ru; тел.: 8 (499) 976-12-62; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7354-9390>.

Для цитирования: Менберг И.В., Анискин И.А., Буряков Н.П. Эффективность использования разного уровня ферментированного рапсового шрота в рационах лактирующих коров в период раздоя // Аграрно-пищевые инновации. 2023. Т. 22, № 2. С. 32-39. <https://doi.org/10.31208/2618-7353-2023-22-32-39>.

Principal contact: Nikolay P. Buryakov, Head of the Department of Animal Feeding, Institute of Zootechnics and Biology, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 54, Timiryazevskaya st., Moscow, 127550, Russian Federation;
e-mail: n.buryakov@rgau-msha.ru; tel.: +7 (499) 976-12-62; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7354-9390>.

For citation: Menberg I.V., Aniskin I.A., Buryakov N.P. Effectiveness of use of different level fermented rapeseed meal in the diets of lactating cows during the milking period. *Agrarno-pishchevye innovacii = Agrarian-and-food innovations*. 2023;22(2):32-39. (In Russ.). <https://doi.org/10.31208/2618-7353-2023-22-32-39>.

Резюме

Цель. Оценка эффективности использования разного уровня ферментированного рапсового шрота в рационах лактирующих коров в период раздоя.

Материалы и методы. Научно-хозяйственный и физиологические опыты проводились в условиях хозяйства ООО «Дельта-Ф» Сергиево-Посадского района Московской области на трех группах коров голштинской породы: контрольная, опытные 1 и 2. Коровы из контрольной группы скармливали основной рацион с добавлением 2,5 кг традиционного рапсового шрота, животные из опытной 1 – дополнительно получали 1,25 кг натурального рапсового шрота и 1,25 кг ферментированного рапсового шрота, из опытной 2 – 2,5 кг ферментированного рапсового шрота. Физиологический опыт проводили в конце раздоя, для чего было ото-

брано по 3 головы из каждой группы. Ежедневно взвешивали количество заданных и потребленных кормов. Отбор проб кормов, молока, консервирование кала и мочи осуществляли по общепринятым методикам. Обработку данных проводили при помощи специализированного компьютерного обеспечения, используя методы дисперсного и корреляционного анализа.

Результаты. В процессе опыта за 92 дня было установлено, что животные опытных групп (1 и 2) характеризовались высокими показателями валового и суточного удоя молока. У коров 1 опытной группы по сравнению с контрольной группой валовой удой молока натуральной и 4%-ной жирности был выше на 3,3 и 4,4% ($P \leq 0,05$), а выход белка – на 5,1 кг ($P \leq 0,05$). Включение в рацион разного уровня ферментированного рапсового шрота оказало положительное влияние на переваримость протеина у животных опытных групп. У коров 1 и 2 опытных групп отмечено наивысшее количество переваримого азота, а также азота, выделенного с молоком.

Заключение. Введение в рацион коров в период раздоя ферментированного рапсового шрота (1,25 кг) и содержание нерасщепляемого протеина на уровне не ниже 39,3% положительно влияет на продуктивность животных и качество молока.

Ключевые слова: ферментированный рапсовый шрот, молочная продуктивность, баланс азота, лактирующие коровы

Abstract

Purpose. Evaluation of the effectiveness of using different levels of fermented rapeseed meal in the diets of lactating cows during the milking period.

Materials and Methods. Scientific, economic and physiological experiments were carried out in the conditions of the farm of Delta-F LLC in the Sergiev Posad district of the Moscow region on three groups of Holstein cows: control, experimental 1 and 2. Cows from the control group were fed the main diet with the addition of 2.5 kg of traditional rapeseed meal, animals from experimental 1 additionally received 1.25 kg of natural rapeseed meal and 1.25 kg of fermented rapeseed meal, from experimental 2 – 2.5 kg of fermented rapeseed meal. The physiological experiment was carried out at the end of milking period, for which 3 heads were selected from each group. The amount of feed given and consumed was weighed daily. Sampling of feed, milk, preservation of feces and urine was carried out according to generally accepted methods. Data processing was carried out using specialized computer software using methods of dispersion and correlation analysis.

Results. During the 92-day experiment, it was found that the animals of the experimental groups (1 and 2) were characterized by high parameters of gross and daily milk yield. The gross milk yield of natural and 4% fat milk was higher in cows of the 1st experimental group compared to the control group by 3.3 and 4.4% ($P \leq 0.05$), and the protein yield was by 5.1 kg ($P \leq 0.05$). The inclusion of different levels of fermented rapeseed meal in the diet had a positive effect on protein digestibility in animals of the experimental groups. The highest amount of digestible nitrogen, as well as nitrogen excreted in milk, was observed in cows of the 1st and 2nd experimental groups.

Conclusion. The addition of fermented rapeseed meal (1.25 kg) into the diet of cows during the milking period and the content of non-cleavable protein at a level of at least 39.3% has a positive effect on animal productivity and milk quality.

Keywords: fermented rapeseed meal, milk productivity, nitrogen balance, lactating cows

Введение. Насыщение отечественного рынка достаточным количеством продовольствия, в том числе молоком, напрямую зависит от объемов производимого в стране молока-

сырья. На сегодняшний день в условиях промышленных комплексов для производства молока используются высокопродуктивные животные, требующие адекватного уровня кормления. Количество и качество получаемого от них молока определяется не только фактором генетической наследуемости, но и во многом полноценностью и сбалансированностью рационов (Степанова М.В. и др., 2021). Многие современные крупные молочные комплексы, как правило, используют корма собственного производства. Однако в сбалансированном на первый взгляд рационе нередко обнаруживается недостаток протеина, в первую очередь нерасщепляемого (Лютых О., 2020).

В результате действия пищеварительной системы попавший в рубец протеин подвергается расщеплению, после чего используется микрофлорой рубца для синтеза собственного белка (Боголюбова Н.В. и др., 2019; Baek DJ et al., 2021). Стоит отметить, что микробиальный белок не способен в полной мере обеспечить потребность высокопродуктивного животного в незаменимых аминокислотах по причине того, что его биологическая ценность составляет около 65-70% (Маслюк А.Н. и Токарева М.А., 2018; Lapierre H et al., 2020). Нерасщепляемая фракция протеина способна проходить транзитом через рубец и не подвергаться воздействию процессов пищеварения, а также содержит в своем составе необходимые заменимые и незаменимые аминокислоты, которые имеют возможность усваиваться организмом животного в первоначальном виде без нужды преобразования в белок микрофлоры рубца, при этом сберегая энергию на эти процессы (Paengkoum P, Chen S, Paengkoum S, 2019; Луговой М.М. и др., 2021). В результате чего возникает необходимость в поиске альтернативных источников кормов с высоким содержанием нерасщепляемой фракции протеина (Топорова Л.В. и др., 2017; Horký P, 2017; Борисов Н., 2020).

Цель исследования – изучение продуктивности лактирующих коров и качества молока при включении в рацион разного уровня ферментированного рапсового шрота.

В ходе работы были поставлены следующие задачи: определение переваримости питательных веществ, изучение молочной продуктивности и качества молока, установление среднесуточного баланса азота при использовании в рационах разного уровня ферментированного рапсового шрота.

Материалы и методы. Для решения поставленной цели были проведены научно-хозяйственный и физиологические опыты в условиях хозяйства ООО «Дельта-Ф» Сергиево-Посадского района Московской области. Период раздоя составил 92 дня, опыт проводили методом групп (n=15). Объектом исследования являлись коровы голштинской породы и изучаемый ферментированный рапсовый шрот.

В период проведения опыта все животные были клинически здоровыми и находились в одинаковых условиях содержания и кормления. В хозяйстве применяется привязная система содержания животных.

Животным контрольной группы скармливали основной рацион с добавлением 2,5 кг традиционного рапсового шрота, питательность которого составила 22,4 ЭКЕ, а содержание сырого протеина – 3579 г, при этом 35,7% приходится на нерасщепляемый протеин. Первая опытная группа дополнительно получала 1,25 кг натурального рапсового шрота и 1,25 кг ферментированного рапсового шрота. Включение в концентратную часть 1,25 кг ферментированного рапсового шрота позволило изменить соотношение расщепляемого (РП) и нерасщепляемого протеина (НРП) до уровня 60,7% : 39,3%. Вторая опытная группа получала 2,5 кг ферментированного рапсового шрота, при этом удалось достичь изменение РП : НРП до уровня 57,2% : 42,8% (таблица 1).

Таблица 1. Схема научно-хозяйственного опыта

Table 1. Scheme of scientific and economic experience

Группа <i>Group</i>	Количество коров, голов <i>Quantity cows, heads</i>	Особенности кормления <i>Features of feeding</i>
Контрольная <i>Control</i>	15	Основной рацион (ОР) + 2,5 кг натурального рапсового шрота <i>Basic diet (BD) + 2.5 kg natural rapeseed meal</i>
Опытная 1 <i>Experimental 1</i>	15	ОР + 1,25 кг натурального рапсового шрота + 1,25 кг ферментированного рапсового шрота <i>BD + 1.25 kg natural rapeseed meal + 1.25 kg fermented rapeseed meal</i>
Опытная 2 <i>Experimental 2</i>	15	ОР + 2,5 кг ферментированного рапсового шрота <i>BD + 2.5 kg fermented rapeseed meal</i>

Для учета молочной продуктивности каждый месяц проводили контрольную дойку, на основании полученных результатов по формуле Н.В. Кугенова (1988) вели расчет суточного и валового удоя молока натуральной и 4%-ной жирности. В молоке определяли количество белка (ГОСТ 25179-2014) и жира (ГОСТ 5867-90).

Для проведения физиологического опыта в конце раздоя было отобрано по 3 головы из каждой группы. Учет и раздачу кормов в этот период осуществляли вручную. Ежедневно взвешивали количество заданных и потребленных кормов.

В период балансового опыта были отобраны пробы кормов и молока. Помимо этого осуществляли отбор средней пробы и консервирование кала и мочи по общепринятым методикам.

Полученные в ходе опыта данные подвергали математической и статистической обработке. Обработку проводили при помощи специализированного компьютерного обеспечения, используя методы дисперсного и корреляционного анализа. Достоверность различий оценивали с использованием t-критерия Стьюдента. При $P \leq 0,05$ разность считали достоверной по отношению к контролю.

Результаты и обсуждение. Одним из главных показателей, позволяющих оценить продуктивное действие рационов, является молочная продуктивность животного.

В процессе опыта за 92 дня было установлено, что животные опытных групп (1 и 2) характеризовались высокими показателями валового и суточного удоя молока (таблица 2). При этом максимальный валовой удой молока натуральной и 4%-ной жирности наблюдали у коров 1 опытной группы, по сравнению с контрольной группой данные показатели были выше на 3,3 и 4,4% соответственно, разность достоверна ($P \leq 0,05$).

Также массовая доля белка и жира в молоке у животных опытных групп была выше по сравнению с коровами контрольной группы. Наибольший выход белка с молоком был отмечен у животных 1 опытной группы, который составил 104,9 кг, что достоверно выше, чем у животных контрольной группы ($P \leq 0,05$).

Таблица 2. Молочная продуктивность коров за период раздоя

Table 2. Milk productivity of cows during the milking period

Показатель <i>Parameter</i>	Группа (n=15) <i>Group (n = 15)</i>		
	контрольная <i>control</i>	опытная 1 <i>experimental 1</i>	опытная 2 <i>experimental 2</i>
Валовой удой молока натуральной жирности, кг <i>Gross milk yield of natural fat content, kg</i>	3160,6±38,04	3266,1±25,62*	3190,8±41,89
Суточный удой молока натуральной жирности, кг/гол <i>Daily milk yield of natural fat content, kg / head</i>	34,4±1,19	35,5±0,98	34,7±1,31
Валовой удой молока 4%-ной жирности, кг <i>Gross milk yield of 4% fat milk, kg</i>	3057,9±27,62	3192,6±30,43*	3111,0±25,38
Суточный удой молока 4%-ной жирности, кг <i>Daily milk yield of 4% fat milk, kg</i>	33,3±0,64	34,7±0,49	33,8±0,83
Массовая доля жира в молоке, % <i>Mass fraction of fat in milk, %</i>	3,87±0,19	3,91±0,30	3,90±0,14
Выход молочного жира, кг <i>Milk fat yield, kg</i>	122,3±3,65	127,7±2,86	124,4±3,62
Массовая доля белка в молоке, % <i>Mass fraction of protein in milk, %</i>	3,16±0,05	3,21±0,03	3,23±0,03
Выход молочного белка, кг <i>Milk protein yield, kg</i>	99,8±0,39	104,9±0,47*	102,9±1,01*
Сухое вещество, % <i>Dry matter, %</i>	12,00±0,27	12,09±0,32	12,15±0,05
Содержание мочевины, мг/% <i>Urea content, mg / %</i>	18,33±0,78	18,79±0,50	17,74±1,04
Содержание соматических клеток, тыс./ см ³ <i>Content of somatic cells, thousand / cm³</i>	112,84±55,17	211,58±60,66	174,58±52,16

Установлено, что наименьшая переваримость сырого протеина зафиксирована у животных контрольной группы и составляла 67,61%, но включение в рацион разного уровня ферментированного рапсового шрота способствовало повышению переваримости протеина у животных опытных групп.

Результаты балансового опыта показали, что животные 1 и 2 опытных групп достоверно больше потребляли азота, чем аналоги в контроле. Наивысшее количество переваримого азота было отмечено у животных этих групп. Животные контроля в конце раздоя имели отрицательный баланс азота, и он составил 1,71 г, в то время как у коров 1 и 2 опытных групп наблюдали положительный баланс азота. В связи с тем, что молочная продуктивность у коров, получавших разный уровень ферментированного рапсового шрота, была выше, то и количество азота, выделенного с молоком в этих группах, было достоверно выше ($P \leq 0,05$) (рисунк 1).

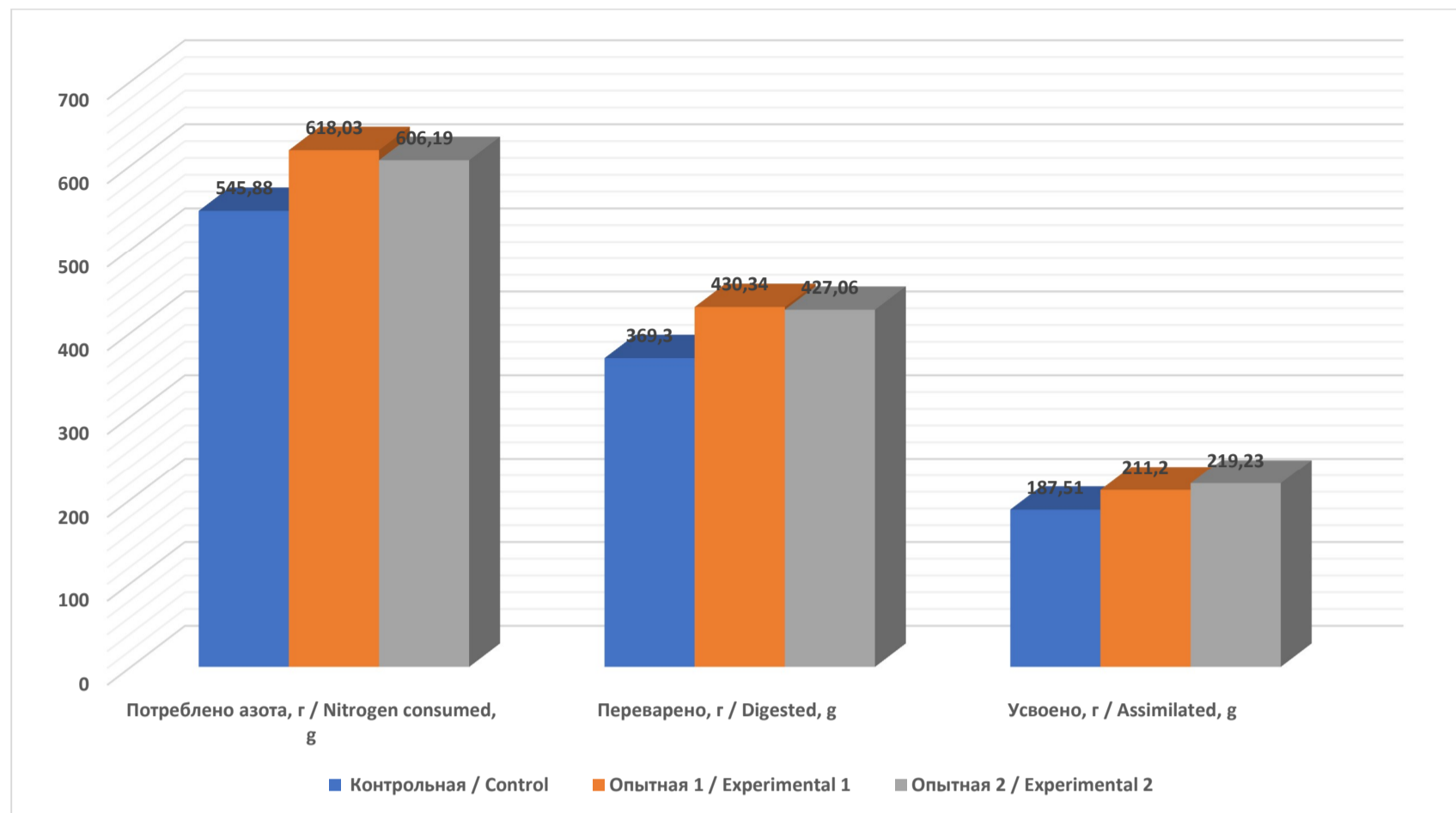


Рисунок 1. Среднесуточный баланс азота, г
Figure 1. Average daily nitrogen balance, g

Таким образом, исследования показали, что введение в состав рациона 1,25 кг ферментированного рапсового шрота вместо 1,25 кг традиционного рапсового шрота способствует достоверному повышению молочной продуктивности коров в период раздоя ($P \leq 0,05$). Валовой выход белка с молоком у коров 1 опытной группы достоверно выше и составил 104,9 кг ($P \leq 0,05$) против 99,8 кг в контрольной группе.

Заключение. С целью увеличения показателей молочной продуктивности коров в период раздоя рекомендуется вводить в рацион 1,25 кг ферментированного рапсового шрота, а уровень нерасщепляемого протеина в рационах коров должен составлять не менее 39,3%.

Список источников

1. Борисов Н. Рацион КРС: формула идеального баланса // Эффективное животноводство. 2020. № 9 (166). С. 51-57.
2. Лютых О. Формула продуктивного рациона КРС // Эффективное животноводство. 2020. № 3 (160). С. 62-67.
3. Луговой М.М., Подольников В.Е., Луговая И.С. Молочная продуктивность коров при включении в рацион кормовой добавки с повышенным уровнем содержания нерасщепляемого протеина и транзитного крахмала // БИО. 2021. № 4 (247). С. 20-25.
4. Маслюк А.Н., Токарева М.А. Эффективность оптимизации протеинового и углеводного питания высокопродуктивных коров // Животноводство и кормопроизводство. 2018. Т. 101, № 4. С. 164-171.
5. Регуляция рубцового пищеварения у молочных коров / Н.В. Боголюбова, В.В. Зайцев, С.А. Шаламова, О.Ш. Гизатуллин, М.С. Сеитов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2019. № 6 (80). С. 214-216.

6. Степанова М.В., Ярлыков Н.Г., Лапина Е.М. Влияние кормления коров на качество и химический состав молока // Вестник АПК Верхневолжья. 2021. № 4 (56). С. 45-51. <https://doi.org/10.35694/YARCX.2021.56.4.008>.
7. Топорова Л.В., Сыроватский М.В., Топорова И.В. Применение нетрадиционного источника нерасщепляемого протеина в кормлении высокопродуктивных лактирующих коров // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2017. № 7. С. 65-70.
8. A comparative analysis of rumen pH, milk production characteristics, and blood metabolism of Holstein cattle according to the forage ratio for the establishment of objective indicators of the animal welfare certification standard / DJ Baek, HC Kwon, AL Mun, JR Lim, SW Park, JS Han // *Animal bioscience*. 2021. Vol. 35(1). P. 147-152. <https://doi.org/10.5713/ab.21.0079>.
9. Effect of protein concentrate supplementation on the composition of amino acids in milk from dairy cows in an organic farming system / P Horký, J Skládanka, P Nevrkla, D Falta, I Čáslavová, P Knot // *Potravinářstvo*. 2017. Vol. 11, no. 1. P. 88-95. <https://doi.org/10.5219/707>.
10. Impact of protein and energy supply on the fate of amino acids from absorption to milk protein in dairy cows: Review / H Lapierre, R Martineau, MD Hanigan, HJ van Lingen, E Kebreab, JW Spek, DR Ouellet // *Animal*. 2020. Vol. 14, no. 1. P. 87-102. <https://doi.org/10.1017/s1751731119003173>. 11.
11. Paengkoum P., Chen S., Paengkoum S. Effects of crude protein and undegradable intake protein on growth performance, nutrient utilization, and rumen fermentation in growing Thai-indigenous beef cattle // *Tropical Animal Health and Production*. 2019. Vol. 51, no. 5. P. 1151-1159. <https://doi.org/10.1007/s11250-019-01799-0>.

References

1. Borisov N. Cattle diet: formula for ideal balance. *Effektivnoe zhivotnovodstvo = Efficient livestock farming*. 2020;166(9):51-57. (In Russ.).
2. Lyutykh O. Formula for a productive diet for cattle. *Effektivnoe zhivotnovodstvo = Efficient livestock farming*. 2020;160(3):62-67. (In Russ.).
3. Lugovoi MM, Podolnikov VE, Lugovaya IS. Milk productivity of cows when included in the diet of a feed additive with an increased level of non-cleavable protein and transit starch. *BIO*. 2021;247(4):20-25. (In Russ.).
4. Maslyuk AN, Tokareva MA. Optimization efficiency of protein and carbohydrate nutrition of highly productive cows. *Zhivotnovodstvo i kormoproizvodstvo = Animal Husbandry and Fodder Production*. 2018;101(4):164-171. (In Russ.).
5. Bogolyubova NV, Zaitsev VV, Shalamova SA, Gizatullin OSh, Seitov MS. Regulation of rumen digestion in dairy cows. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2019;80(6):214-216. (In Russ.).
6. Stepanova MV, Yarlykov NG, Lapina EM. Influence of feeding cows on the quality and chemical composition of milk. *Vestnik APK Verhnevolzh'ya = Agroindustrial Complex of Upper Volga Region Herald*. 2021;56(4):45-51. (In Russ.). <https://doi.org/10.35694/YARCX.2021.56.4.008>.
7. Toporova LV, Syrovatskiy MV, Toporova IV. Application of non-traditional source bypass protein in the feeding of high-producing lactating cows. *Veterinariya, zootekhnika i biotekhnologiya = Veterinary Medicine, Zootechnics and Biotechnology*. 2017;(7):65-70. (In Russ.).

8. A comparative analysis of rumen pH, milk production characteristics, and blood metabolism of Holstein cattle according to the forage ratio for the establishment of objective indicators of the animal welfare certification standard / DJ Baek, HC Kwon, AL Mun, JR Lim, SW Park, JS Han. *Animal bioscience*. 2021;35(1):147-152. <https://doi.org/10.5713/ab.21.0079>.
9. Effect of protein concentrate supplementation on the composition of amino acids in milk from dairy cows in an organic farming system / P Horký, J Skládanka, P Nevrkla, D Falta, I Čáslavová, P Knot. *Potravinářstvo*. 2017;11(1):88-95. <https://doi.org/10.5219/707>.
10. Impact of protein and energy supply on the fate of amino acids from absorption to milk protein in dairy cows: Review / H Lapierre, R Martineau, MD Hanigan, HJ van Lingen, E Kebreab, JW Spek, DR Ouellet. *Animal*. 2020;14(1):87-102. <https://doi.org/10.1017/s1751731119003173>.
11. Paengkoum P, Chen S, Paengkoum S. Effects of crude protein and undegradable intake protein on growth performance, nutrient utilization, and rumen fermentation in growing Thai-indigenous beef cattle. *Tropical Animal Health and Production*. 2019;51(5):1151-1159. <https://doi.org/10.1007/s11250-019-01799-0>.

Вклад авторов: Каждый из авторов внес равнозначный вклад в проведение исследований, обработку полученных данных, написание рукописи.

Contribution of the author's: Each author made an equal contribution to the research, processing of the data obtained, and writing the manuscript.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Информация об авторах (за исключением контактного лица):

Менберг Ирина Викторовна – аспирант, Институт зоотехнии и биологии, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550, Россия, Москва, ул. Тимирязевская, д. 54; e-mail: 705-rpi@mail.ru;

Анискин Иван Алексеевич – студент, Институт зоотехнии и биологии, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550, Россия, Москва, ул. Тимирязевская, д. 54; e-mail: ivananiskin2003@mail.ru.

Information about the authors (excluding the contact person):

Irina V. Menberg – Postgraduate Student, Institute of Zootechnics and Biology, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 54, Timiryazevskaya st., Moscow, 127550, Russian Federation; e-mail: 705-rpi@mail.ru;

Ivan A. Aniskin – Student, Institute of Zootechnics and Biology, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 54, Timiryazevskaya st., Moscow, 127550, Russian Federation; e-mail: ivananiskin2003@mail.ru.

Статья поступила в редакцию / *The article was submitted:* 15.05.2023;
одобрена после рецензирования / *approved after reviewing:* 02.06.2023;
принята к публикации / *accepted for publication:* 05.06.2023