

## ВЛИЯНИЕ УРОВНЯ УГЛЕВОДОВ В РАЦИОНАХ КОРОВ ХОЛМОГОРСКОЙ ПОРОДЫ НА МОЛОЧНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО МОЛОКА

(✉) Наконечный А.А., Дыдыкина А.Л., Вязминов А.О.

Архангельский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – Приморский филиал Федерального исследовательского центра комплексного изучения Арктики им. Н.П. Лавёрова Уральского отделения Российской академии наук

Архангельская область, п. Луговой, Россия

(✉) e-mail: nakal1723@yandex.ru

Изучено влияние рационов с разным соотношением легкопереваримых углеводов на молочную продуктивность и качество получаемого молока высокопродуктивных коров холмогорской породы в период раздоя. Научно-производственный опыт на коровах проводился в Архангельской области в 2022 г. Отбор животных в контрольную и опытную группы проводился методом пар-аналогов при стойловой системе содержания. В исследованиях участвовало две группы коров: опытная и контрольная по 10 гол. в каждой. Длительность опыта составила 100 дней. В качестве углеводной добавки к рационам опытных животных использована углеводно-протеиновая смесь в количестве 1,5 кг на одну голову в сутки. Селекционный контроль качества молока на массовую долю жира, белка, лактозы, сухого вещества, сухого обезжиренного молочного остатка (СОМО), точки замерзания, мочевины и соматических клеток проводился на высокоскоростном инфракрасном анализаторе молока Bentley Combi 150 в лаборатории селекционного контроля качества молока. Выявлено, что сахаропротеиновое отношение в опытной группе было в 2 раза выше (0,58), чем в контрольной (0,29), за счет наличия в рационе углеводной добавки. Установлено увеличение молочной продуктивности животных на 4,6 и 0,14% уровня белка в молоке при включении в рацион углеводно-протеиновой смеси в количестве 1,5 кг на одну голову в сутки. Зафиксировано снижение на 3,2% уровня мочевины в молоке, указывающее на более эффективное использование животными аминокислот в процессе метаболизма при одном уровне всасывания аммонийных форм при увеличении уровня простых углеводов в рационе. Выявлено положительное влияние данной добавки на содержание сухого обезжиренного молочного остатка, увеличившегося в молоке коров опытной группы на 0,128 абсолютных % (абс.%). Применение углеводно-протеиновой смеси в количестве 1,5 кг на одну голову в сутки и контроль за качеством производимой продукции позволит увеличить молочную продуктивность коров, улучшить качество получаемой продукции, увеличить продуктивное долголетие молочного скота.

**Ключевые слова:** холмогорский крупный рогатый скот, молочная продуктивность, качество молока, уровень углеводов, углеводная добавка

## EFFECT OF CARBOHYDRATE LEVEL IN THE DIETS OF KHOLMOGOR COWS ON MILK PRODUCTIVITY AND MILK QUALITY

(✉) Nakonechny A.A., Dydykina A.L., Vyazminov A.O.

Arkhangelsk Research Institute of Agriculture - Primorsky branch of the N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences

Lugovoi, Arkhangelsk region, Russia

(✉) e-mail: nakal1723@yandex.ru

The effect of the diets with different ratio of easily digestible carbohydrates on milk productivity and milk quality of high-yielding Kholmogor cows during the milking period was studied. The research and production experiment on the cows was conducted in the Arkhangelsk region in 2022. Selection of animals in the control and experimental groups was carried out by the method of pair-analogues under the stall barn system. Two groups of cows participated in the research: experimental and control groups of 10 cows each. The experiment lasted for 100 days. Carbohydrate-protein mixture was used as a carbohydrate supplement to the diets of experimental animals in the amount of 1.5 kg per head per day. Selective milk quality control for mass fraction of fat, protein, lactose, dry matter, milk

solids non-fat (MSNF), freezing point, urea and somatic cells were determined on a Bentley Combi 150 high-speed infrared milk analyzer at the Selective Milk Quality Control Laboratory. It was found that the sugar-protein ratio in the experimental group was twice higher (0.58) than in the control group (0.29), due to the presence of carbohydrate supplementation in the diet. The increase in milk productivity of the animals by 4.6 and 0.14% of the protein level in milk at inclusion of carbohydrate-protein mixture in the amount of 1.5 kg per one head per day in the diet was established. A 3.2% decrease in the level of urea in milk was recorded, indicating a more efficient use of amino acids by the animals in the process of metabolism at the same level of absorption of ammonium forms while increasing the level of simple carbohydrates in the diet. The positive effect of this additive on the content of dry skim milk residue, which increased in the milk of the cows of the experimental group by 0.128 absolute % (abs.%), was revealed. Application of the carbohydrate-protein mixture in the amount of 1.5 kg per one head per day and control over the quality of produced products will increase the milk productivity of cows, improve the quality of products, increase the productive longevity of dairy cattle.

**Keywords:** Kholmogor cattle, dairy productivity, milk quality, carbohydrate level, carbohydrate supplement

**Для цитирования:** Наконечный А.А., Дыдыкина А.Л., Вязьминов А.О. Влияние уровня углеводов в рационах коров холмогорской породы на молочную продуктивность и качество молока // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2023. Т. 53. № 12. С. 89–96. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-12-10>

**For citation:** Nakonechny A.A., Dydikina A.L., Vyazminov A.O. Effect of carbohydrate level in the diets of Kholmogor cows on milk productivity and milk quality. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2023, vol. 53, no. 12, pp. 89–96. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-12-10>

#### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

#### Благодарность

Работа выполнена в рамках государственного задания по теме FUUW–2022-0033 «Разработать систему формирования продуктивного генофонда пород сельскохозяйственных животных, обеспечивающую их сохранность и совершенствование в условиях Крайнего Севера».

#### Acknowledgments

The work was carried out within the framework of the state assignment on the theme FUUW-2022-0033 "Development of a system of productive gene pool formation of the breeds of agricultural animals providing their safety and improvement in the Far North".

## ВВЕДЕНИЕ

Полноценное питание молочных коров является основой их высокой продуктивности, крепкого здоровья, нормальной воспроизводительной функции и хорошего качества продукции при наименьших затратах корма. В отечественном животноводстве по причине низкого качества кормов и их недостатка реализация генетического потенциала молочной продуктивности составляет 40–60% [1].

Уникальная особенность жвачных животных заключается в том, что моно- и дисахариды, поступающие с кормом и образовавшиеся в процессе микробного расщепления в анаэробных условиях, сбраживаются до летучих жирных кислот (ЛЖК) и некоторых других продуктов. Сбраживание углеводов – основная причина низкой концентрации глю-

козы в крови жвачных. В процессе быстрой ферментации легкопереваримых углеводов в рубцовой жидкости коров резко повышается концентрация ЛЖК, при этом увеличивается молярная доля лактата и пропионатов, а показатель pH снижается. Это приводит к существенным изменениям рубцового метаболизма и микробиоценоза содержимого рубца. Вследствие этого снижается концентрация жира в молоке, нарушается обмен веществ в организме коров, что в конечном итоге сопровождается выраженными патологическими процессами [2].

На метаболизм углеводов в рубце влияет ряд причин: источник и уровень клетчатки в рационе, вид корма, степень лигнификации растений, целлюлозолитическая активность, уровень легкопереваримых углеводов [3, 4].

Соотношение и количество ЛЖК в значительной степени определяется видом и способом приготовления кормов. Рационы, богатые крахмалом и сахаром, и концентраты способствуют образованию пропионовой кислоты (15–20%). Пропионовая кислота, являющаяся в организме основным предшественником глюкозы (глюконеогенез в печени), используется в синтезе жиров. Увеличение в рационе кормовых белков вызывает увеличение количества масляной кислоты (10–15%) [5]. Важное значение в образовании различных кислот брожения имеет как соотношение белков и углеводов в корме, так и преобладание определенных углеводов в нем [6].

При недостатке в рационе легкопереваримых углеводов, а также при повышенном содержании протеина в рубце жвачных происходит увеличение образования масляной кислоты, которая не только является энергетическим материалом и предшественником жира в молоке, но и при избыточном ее количестве способствует образованию некоторых недоокисленных продуктов углеводно-жирового обмена [7].

В последнее время установлена разная степень участия легкопереваримых углеводов в синтезе бактериального белка и аминокислот, а также в обмене минеральных веществ. Наиболее значимыми в этом отношении являются так называемые структурные углеводы: лактоза, галактоза, рафиноза и манноза. Ввод в рационы кормов, которые содержат эти углеводы, положительным образом оказывается на усвоении минеральных веществ, особенно у молодняка, беременных и лактирующих животных. Сахароза, глюкоза, крахмал, фруктоза и мальтоза относятся к энергетическим углеводам [8].

В кормлении животных большое внимание уделяется сахарам, особенно процессу образования и использования глюкозы. Недостаток образования глюкозы отрицательно оказывается на углеводно-жировом обмене и процессе синтеза молока, особенно в последние два месяца стельности и первые два ме-

сяца лактации, когда организм коровы наиболее чувствителен к полноценности углеводного питания. Избыток сахара в рационе также нежелателен. При длительном поступлении в организм значительного количества сахара уксусная кислота, участвующая в синтезе жира молока, начинает активно использоваться для отложения жира в теле. Это вызывает у коров ожирение и – как следствие – снижение молочной продуктивности [9, 10].

Балансирование рационов кормления высокопродуктивных коров как по общему содержанию легкопереваримых углеводов, так и с учетом их фракций и защищенного крахмала, а также по отношению их легкогидролизуемой фракции к распадаемому протеину для оптимального использования азота в организме является фактором повышения эффективности использования питательных веществ, нормализации обменных процессов и роста продуктивности животных [11, 12].

Цель исследования – установить влияние рационов с разным соотношением легкопереваримых углеводов на молочную продуктивность и качество получаемого молока высокопродуктивных коров холмогорской породы в период раздоя.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Научно-производственный опыт на коровах проводился в ООО «Агрофирма (АФ) "Холмогорская"» Холмогорского района Архангельской области. Исследования проводили по общепринятой методике А.И. Овсянникова<sup>1</sup> методом пар-аналогов при стойловой системе содержания.

В исследованиях было задействовано две группы коров: опытная и контрольная по 10 гол. в каждой. Длительность опыта составила 100 дней. В качестве углеводной добавки к рационам опытных животных была использована углеводно-протеиновая смесь в количестве 1,5 кг на одну голову в сутки. Смесь состояла из сухой свекловичной пасты и жмыха подсолнечного, содержащая в своем составе 49% углеводов и 9% белка.

<sup>1</sup>Овсянников А.И. Основы опытного дела в животноводстве: учебное пособие. М.: Колос, 1976. 304 с.

В течение опыта коровы контрольной группы получали основной, составленный специалистами хозяйства, рацион (OP), рассчитанный на среднесуточную продуктивность 30 кг молока. Рацион состоял из 43 кг силюса, раздаваемого коровам ежедневно, мясокостной муки, травяной муки, углеводно-протеиновой смеси и концентратов. Концентрированные корма вводились в рацион из расчета 300 г на один выдоенный литр.

Оценка молочной продуктивности проводилась путем ежедекадного проведения контрольных доений. Отбор проб проводился в соответствии с ГОСТ Р 52738–2007 «Молоко и продукты переработки молока. Термины и определения» с предложенными нормативными ссылками.

Селекционный контроль качества молока на массовую долю жира, белка, лактозы, сухого вещества, СОМО, точки замерзания, мочевины и соматических клеток определяли на высокоскоростном инфракрасном анализаторе молока Bentley Combi 150 в лаборатории селекционного контроля качества молока Архангельского научно-исследовательского института сельского хозяйства – Приморского филиала Федерального исследовательского центра комплексного изучения Арктики Уральского отделения Российской академии наук.

Полученные результаты научных исследований обработаны методом вариационной статистики с использованием стандартного пакета статистического анализа Microsoft Excel 2007 на персональном компьютере. Достоверность полученных результатов оценивалась с использованием критерия Стьюдента.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ химического состава кормов в ООО «АФ "Холмогорская"» показал, что заготовленные корма имеют невысокое содержание обменной энергии (8,95 МДж) и сырого протеина (11,8%) и поэтому для покрытия дефицита протеинового питания используются дорогостоящие концентрированные корма (см. таблицу).

Для увеличения уровня углеводов в рацион опытных коров включили дополнительно к основному рациону углеводно-протеино-

|                          |             | Контрольное доение |              |              |              |              |              |              |              |   |
|--------------------------|-------------|--------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---|
|                          |             | Группа             | 1            | 2            | 3            | 4            | 5            | 6            | 7            | 8 |
| Среднесуточный убой, кг  | Опытная     | 26,4 ± 2,6         | 26,7 ± 2,6   | 25,7 ± 2,2   | 25,0 ± 2,1   | 26,7 ± 2,5   | 26,6 ± 2,2   | 26,7 ± 2,6   | 23,6 ± 2,5   |   |
|                          | Контрольная | 26,2 ± 2,3         | 25,1 ± 1,9   | 24,5 ± 1,7   | 23,8 ± 1,9   | 25,6 ± 1,3   | 25,1 ± 1,3   | 25,1 ± 1,9   | 22,7 ± 1,7   |   |
| Содержание жира, %       | Опытная     | 3,6 ± 0,2          | 3,3 ± 0,17   | 3,3 ± 0,22   | 3,2 ± 0,17   | 3,4 ± 0,27   | 3,2 ± 0,19   | 3,3 ± 0,16   | 3,3 ± 0,18   |   |
|                          | Контрольная | 3,4 ± 0,14         | 3,4 ± 0,17   | 3,4 ± 0,25   | 3,2 ± 0,14   | 3,1 ± 0,15   | 3,2 ± 0,17   | 3,4 ± 0,17   | 3,3 ± 0,12   |   |
| Содержание белка, %      | Опытная     | 3,08 ± 0,09        | 3,03 ± 0,03  | 3,09 ± 0,06  | 3,05 ± 0,05  | 3,24 ± 0,09  | 3,16 ± 0,06  | 3,06 ± 0,02  | 3,17 ± 0,05  |   |
|                          | Контрольная | 3,08 ± 0,12        | 2,99 ± 0,06  | 2,90 ± 0,03  | 2,81 ± 0,06  | 3,07 ± 0,05  | 2,97 ± 0,07  | 2,93 ± 0,03  | 3,03 ± 0,04  |   |
| Содержание мочевины, мг% | Опытная     | 26,3 ± 1,16        | 26,8 ± 0,99  | 27,7 ± 1,27  | 26,0 ± 1,18  | 22,1 ± 0,47  | 22,1 ± 0,78  | 26,8 ± 0,99  | 19,6 ± 0,70  |   |
|                          | Контрольная | 28,5 ± 1,42        | 27,0 ± 1,38  | 27,7 ± 1,03  | 27,6 ± 1,19  | 23,1 ± 0,71  | 23,2 ± 0,95  | 27,0 ± 1,38  | 19,7 ± 1,17  |   |
| Содержание СОМО, %       | Опытная     | 8,985 ± 0,09       | 8,917 ± 0,05 | 9,005 ± 0,17 | 8,719 ± 0,08 | 8,972 ± 0,09 | 8,937 ± 0,08 | 8,917 ± 0,05 | 8,942 ± 0,09 |   |
|                          | Контрольная | 8,959 ± 0,13       | 8,820 ± 0,09 | 8,715 ± 0,06 | 8,514 ± 0,10 | 8,793 ± 0,08 | 8,850 ± 0,09 | 8,820 ± 0,09 | 8,912 ± 0,13 |   |

вую смесь в количестве 1,5 кг, коровы контрольной группы потребляли только основной общехозяйственный рацион. Анализ рационов показал, что концентрация обменной энергии в сухом веществе рационов коров контрольной и опытной групп составила: в контрольной группе – 10,00 МДж, в опытной – 10,17 МДж. Концентрация сырого протеина в рационе опытной и контрольной групп была в пределах нормы (15,6%). Сахаропротеиновое отношение в опытной группе было в 2 раза выше (0,58), чем в контрольной (0,29), за счет наличия в рационе углеводной добавки.

Структура рациона по обменной энергии в группах имела незначительные различия и составила: концентрированные корма – 41,0–45,5%, грубые и силос – 58,9–54,5%.

Молочная продуктивность коров – один из основных критериев, который позволяет оценить сбалансированность и полноценность кормления, а также продуктивное действие рационов в молочном скотоводстве.

В таблице представлены показатели качества молока по группам животных за период опыта в разрезе контрольных доений, проводимых 2 раза в месяц.

Отмечено, что разное соотношение количества легкопереваримых углеводов оказало положительное влияние на молочную продуктивность коров опытной группы. Разница по продуктивности между опытной и контрольной группами составила 0,22–1,51 кг на голову в сутки в пользу животных опытной группы, потреблявших углеводно-протеиновую смесь.

По такому показателю качества молока, как массовая доля жира, достоверных различий между группами не выявлено.

Содержание легкодоступных углеводов в углеводно-протеиновой смеси в большей степени направлено на увеличение содержания пропионовой кислоты в рубце, ответственной за синтез лактозы и белка, и на снижение уксусной кислоты, отвечающей за синтез жира. Добавление углеводной добавки в рацион опытной группы достоверно ( $P = 0,95$ ) увеличило содержание белка в молоке в среднем за период на 0,14% (см. рис. 1).

Такой важный показатель, как уровень мочевины в молоке, показывает, что во всех группах эффективность конверсии кормового протеина в молочный белок находилась на разном уровне (см. рис. 2).

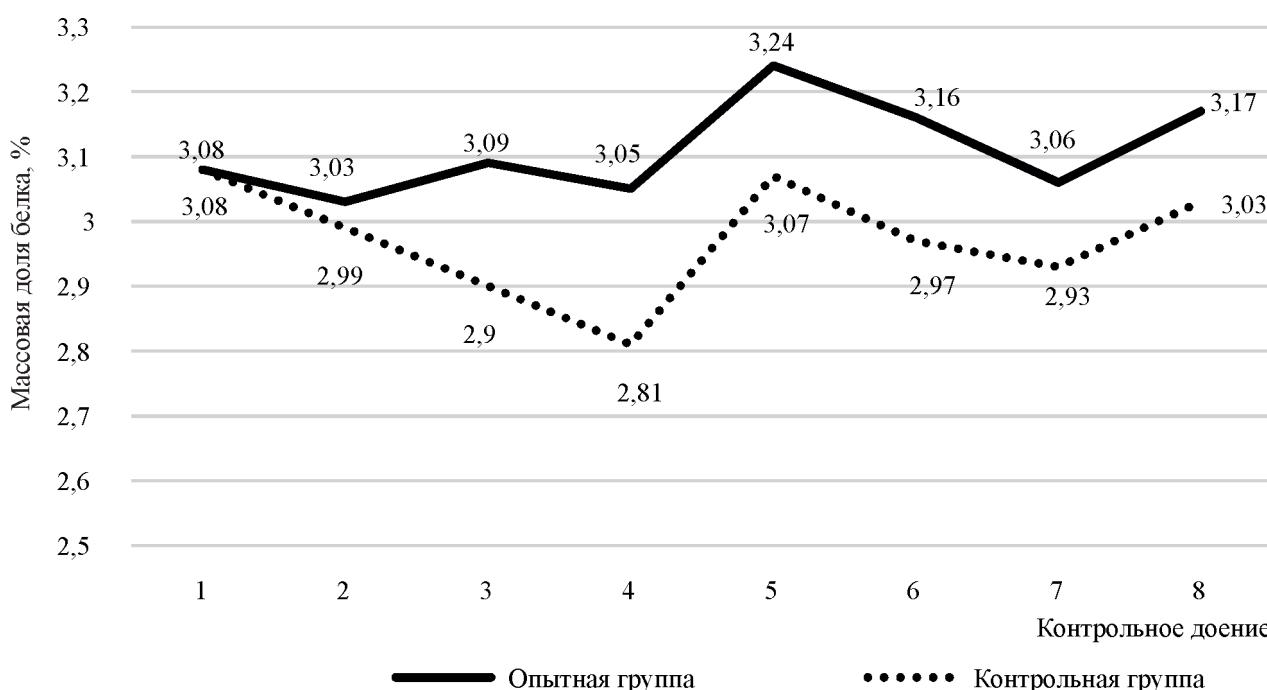


Рис. 1. Массовая доля белка в молоке исследуемых животных

Fig. 1. Mass fraction of protein in the milk of the tested animals

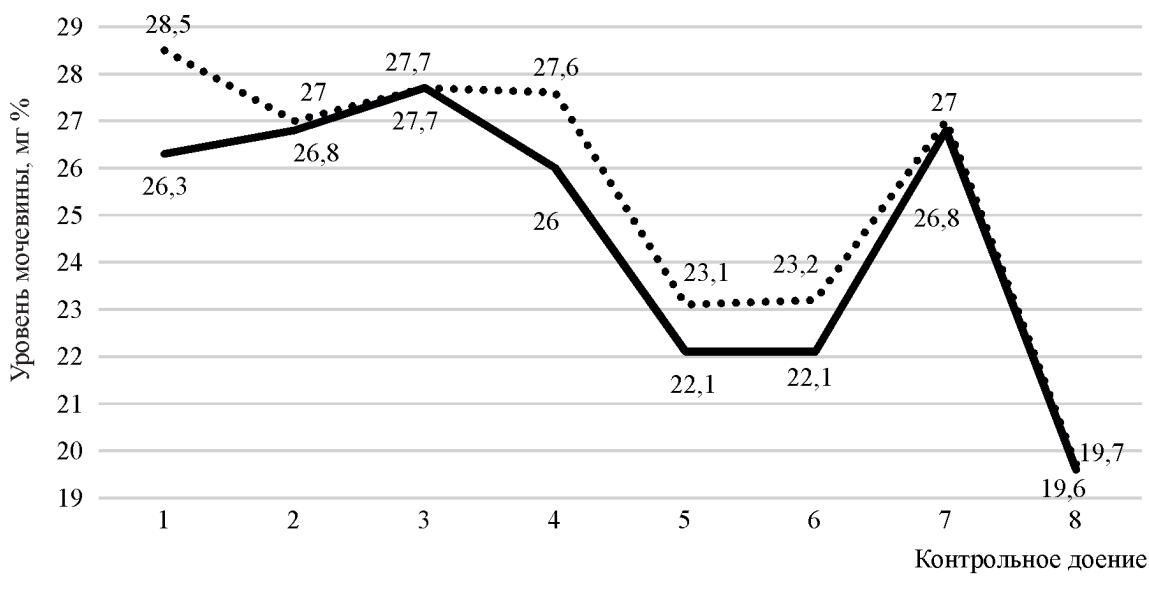


Рис. 2. Уровень мочевины в молоке исследуемых животных

Fig. 2. Urea level in the milk of the tested animals

В молоке коров опытной группы выявлено некоторое снижение уровня мочевины по сравнению с молоком коров контрольной группы, что свидетельствует о более эффективном использовании аминокислот в процессе метаболизма при одном уровне всасывания аммонийных форм. Так, уровень мочевины в молоке коров опытной группы был ниже на 3,2%.

Результаты исследований позволяют сделать вывод, что содержание сухого обезжиренного молочного остатка (СОМО) изменяется в зависимости от уровня углеводов (см. рис. 3).

В среднем за период опыта разница по СОМО в молоке исследуемых групп составила 0,128 абс.% в пользу животных опытной группы.

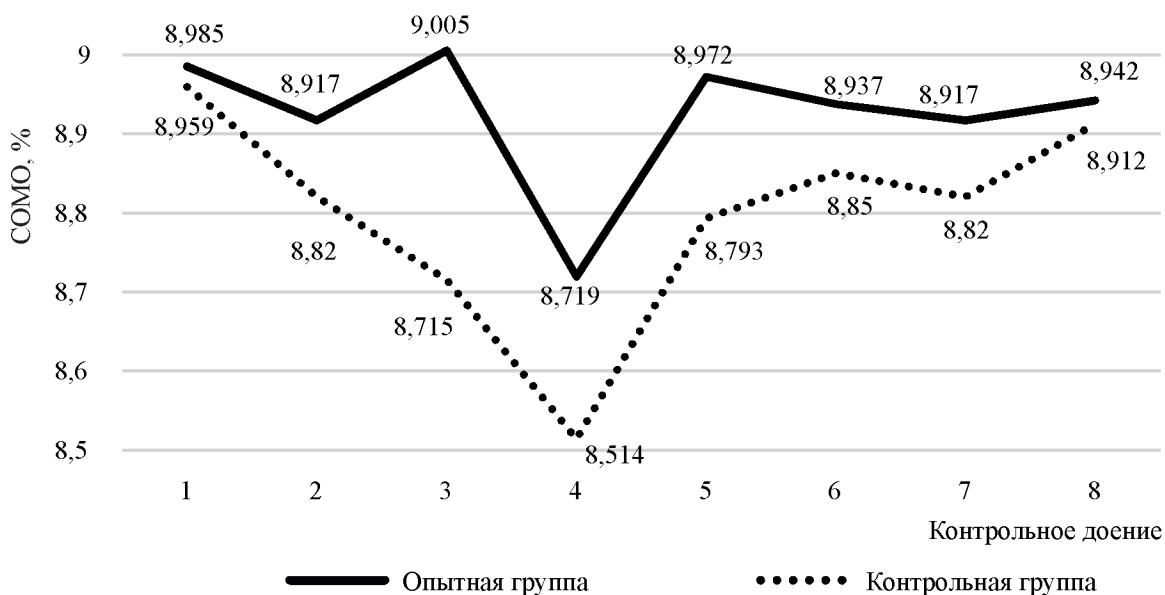


Рис. 3. Содержание СОМО в молоке исследуемых животных

Fig. 3. MSNF content in the milk of the tested animals

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования показали, что увеличение в рационе легкодоступных углеводов на 741 г, или на 112%, повышает молочную продуктивность животных на 4,6% ( $P = 0,95$ ), уровень белка на 0,14%, СОМО в молоке на 0,128%. Снижение на 3,2% показателя уровня мочевины в молоке животных, получавших углеводную добавку, указывает на положительное протекание белкового и углеводного обменов в организме.

Применение углеводно-протеиновой смеси, содержащей 49% легкодоступных углеводов, в количестве 1,5 кг на одну голову в сутки и лабораторный контроль за качеством производимой продукции позволит увеличить молочную продуктивность коров и улучшить качество получаемой продукции.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волгин В.И., Романенко Л.В., Прохоренко П.Н., Федорова З.Л., Корочкина Е.А Полноценное кормление молочного скота – основа реализации генетического потенциала продуктивности: монография. М.: РАН, 2018. 260 с.
2. Харитонов Е.Л., Березин А.С., Лысова Е.А. Влияние синхронизации распада в рубце углеводов и азотистых компонентов корма на состояние метаболизма и продуктивность у лактирующих коров // Проблемы биологии продуктивных животных. 2021. № 3. С. 82–91. DOI: 10.25687/1996-6733. prodanimbio1.2021.3.82-91.
3. Banakar P.S., Anand Kumar N., Shashank C.G., Neeti Lakhani. Physically effective fibre in ruminant nutrition: A review // Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 2018. vol. 7(4). pp. 303–308.
4. Кузьмина Л.Н., Карташова А.П. Качество клетчатки и эффективность её использования в рационах голштин-холмогорских коров // Аграрный вестник Урала. 2020. № 7 (198). С. 56–64. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-198-7-56-64.
5. Пестис В.К., Мотузко Н.С., Разумовский Н.П., Соболев Д.Т., Пешко В.В. Физиологические и технологические аспекты кормления коров: монография. Гродно: Гродненский государственный аграрный университет, 2020. 426 с.
6. Фаттахова З.Ф., Шарафутдинов Г.С., Шакиров Ш.К. Взаимосвязь уровня расщепляемости протеина кормов с молочной продуктивностью // Аграрный научный журнал. 2018. № 11. С. 31–36. DOI: 10.28983/asj.v0i11.417.
7. Харитонов Е.Л. Экспериментально-прикладная физиология пищеварения жвачных животных: монография. Подольск: Издательство Всероссийский научно-исследовательский институт животноводства имени академика Л.К. Эрнста, 2019. 448 с.
8. Оптимизация кормления высокопродуктивного скота: монография / под общ. ред. В.И. Волгина. СПб.: Проспект Науки, 2018. 360 с.
9. Харитонов Е.Л., Березин А.С., Лысова Е.А. Легкодоступные углеводы в рационах лактирующих коров // Животноводство России. 2019. № 2. С. 35–37.
10. Харитонов Е.Л., Панюшкин Д.Е., Макар З.Н. Биосинтез компонентов молока при варъировании уровня легкодоступных углеводов в рационах коров // Нива Поволжья, 2019. № 1 (50). С. 79–86. DOI: 10.26177/VRF.2019.1.1.010.
11. Головин А.В. Влияние соотношения легкопереваримых углеводов в рационе нозовильных коров на метаболизм в рубце и продуктивность // Молочное и мясное скотоводство. 2018. № 8. С. 24–27. DOI: 10.25632/MMS.2018.60.63.006.
12. Мороз М.Т., Спиридонов А.М. Корма и кормление сельскохозяйственных животных: монография. М.: ООО «Директмедиа Паблишинг», 2022. 160 с.

## REFERENCES

1. Volgin V.I., Romanenko L.V., Prokhorenko P.N., Fedorova Z.L., Korochkina E.A. *Adequate feeding of dairy cattle is the basis for realizing the genetic potential of productivity*, Moscow, RAS, 2018. 260 p. (In Russian).
2. Kharitonov E.L., Berezin A.S., Lysova E.A. Influence of synchronization of carbohydrates and nitrogenous components of feed in the rumen on the state of metabolism and productivity in lactating cows. *Problemy biologii produktivnykh zhivotnykh = Problems of Productive Animal Biology*, 2021, no. 3. pp. 82–91. (In Russian). DOI: 10.25687/1996-6733.prodanimbio1.2021.3.82-91.
3. Banakar P.S., Anand Kumar N., Shashank C.G., Neeti Lakhani. Physically effective fibre in ru-

- minant nutrition: A review. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 2018, vol. 7 (4), pp. 303–308.
4. Kuzmina L.N., Kartashova A.P. The quality of fiber and the effectiveness of use in rations of Holstein-Kholmogor cows. *Agrarnyi vestnik Urala = Agrarian Bulletin of the Urals*, 2020, no. 7 (198), pp. 56–64. (In Russian). DOI: 10.32417/1997-4868-2020-198-7-56-64.
5. Pestis V.K., Motuzko N.S., Razumovskii N.P., Sobolev D.T., Peshko V.V. *Physiological, biochemical and technological aspects of feeding cows*. Grodno, Grodno State Agrarian University, 2020, 426 p. (In Russian).
6. Fattakhova Z.F., Sharafutdinov G.S., Shakirov Sh.K. The relationship between splitting of the feed protein and milk productivity. *Agrarnyi nauchnyi zhurnal = Agrarian scientific journal*, 2018, no. 11, pp. 31–36. (In Russian). DOI: 10.28983/asj.v0i11.417.
7. Kharitonov E.L. *Experimental and applied physiology of digestion in ruminants*. Podolsk, Publishing house All-Russian Research Institute of Animal Husbandry named after Academician L.K. Ernst, 2019. 448 p. (In Russian).
8. Optimization of feeding highly productive livestock / under general. ed. IN AND. Volgina, St. Petersburg, Prospekt Nauki, 2018. 360 p. (In Russian).
9. Kharitonov E.L., Berezin A.S., Lysova E.A. Easily accessible carbohydrates in the diets of lactating cows. *Zhivotnovodstvo Rossii = Animal husbandry of Russia*, 2019, no. 2, pp. 35–37. (In Russian).
10. Kharitonov E.L., Panyushkin D.E., Makar Z.N. Biosynthesis of milk components when varying the level of easily accessible carbohydrates in cows' diets. *Niva Povolzh'ya = Volga Region Farmland*, 2019, no. 1 (50), pp. 79–86. (In Russian). DOI: 10.26177/VRF.2019.1.1.010.
11. Golovin A.V. The influence of the ratio of easily digestible carbohydrates in the diet of fresh cows on rumen metabolism and productivity. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo = Dairy and Beef Cattle Farming*, 2018, no. 8, pp. 24–27. (In Russian). DOI: 10.25632/MMS.2018.60.63.006.
12. Moroz M.T., Spiridonov A.M. *Feed and feeding of farm animals*. Directmedia Publishing LLC, 2022. 160 p. (In Russian).

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

(✉) **Наконечный А.А.**, старший научный сотрудник; адрес для переписки: Россия, 163000, Архангельская область, Приморский район, п. Луговой, 10; e-mail: nakal1723@yandex.ru

**Дыдыкина А.Л.**, старший научный сотрудник  
**Вязьминов А.О.**, ведущий инженер

## AUTHOR INFORMATION

(✉) **Alexander A. Nakonechny**, Senior Researcher; address: 10, Lugovoi, Primorsky district, Arkhangelsk Region, 163000, Russia; e-mail: nakal1723@yandex.ru

**Alexandra L. Dydykina**, Senior Researcher  
**Andrey O. Vyazminov**, Lead Engineer

Дата поступления статьи / Received by the editors 28.09.2023  
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 16.11.2023  
Дата публикации / Published 25.12.2023