

Влияние компонентов рациона на продуктивность и функциональное состояние коров холмогорской породы

Н. И. Волкова[✉], А. Л. Дыдыкина, А. А. Наконечный, А. О. Вязьминов

Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н. П. Лаврова Уральского отделения Российской академии наук, Архангельск, Россия

[✉]E-mail: natalja200958@mail.ru

Аннотация. Для реализации связанных с высокой продуктивностью генетических возможностей молочных коров ключевое значение имеет качественный состав корма. **Целью** настоящего исследования является оценка влияния кормовых добавок – «Смеси углеводно-протеиновой» (1-й опыт) и «Защищенного жира» Energizer Gold (2-й опыт) на продуктивность коров холмогорской породы, на содержание жира и белка в молоке, на функциональное состояние животных, в том числе с учетом кровности по голштинской породе. **Методы.** Научно-производственные опыты проведены методом пар-аналогов на 40 лактирующих коровах холмогорской породы ООО «Агрофирма «Холмогорская» Архангельской области. **Научная новизна** заключается в получении новых знаний о влиянии кормовых добавок не только на продуктивность и содержание жира и белка в молоке, но и на функциональное состояние коров холмогорской породы, в том числе с разным процентом кровности по голштинской породе. **Результаты.** При оценке среднegrupповых значений суточного удоя установлен положительный эффект от включения в рацион обеих кормовых добавок. При этом «Смесь углеводно-протеиновая» способствовала увеличению белка в молоке, а повышения жирности молока, заявленного в рекомендациях применения «Защищенного жира», не отмечено. Установлено снижение величины соотношения жира к белку в молоке, отражающего функциональное состояние коров, до значений ниже нормативных в опыте 1 уже со 2-го, а в опыте 2 – с 4-го контрольного доения, сохранившиеся до конца исследования. Лучший эффект по изучаемым показателям на обе кормовые добавки отмечен у коров холмогорской породы с меньшей кровностью по голштинской породе.

Ключевые слова: холмогорская порода коров, кормовые добавки, молоко, молочный жир, молочный белок, кровность

Благодарности. Исследование выполнено в рамках государственного задания по теме № 122011300460 FUUW-2022-0059 «Формирование системы совершенствования и рационального использования отечественных генетических ресурсов пород молочного скота».

Для цитирования: Волкова Н. И., Дыдыкина А. Л., Наконечный А. А., Вязьминов А. О. Влияние компонентов рациона на продуктивность и функциональное состояние коров холмогорской породы // Agrarian Bulletin of the Urals. 2024. Т. 24, № 11. С. 1447–1458. DOI: <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2024-24-11-1447-1458>.

Дата поступления статьи: 15.08.2024, **дата рецензирования:** 30.09.2024, **дата принятия:** 10.10.2024.

The influence of diet components on the productivity and functional condition of Kholmogory cows

N. I. Volkova[✉], A. L. Dydykina, A. A. Nakonechnyy, A. O. Vyazminov

N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Arkhangelsk, Russia

[✉]E-mail: natalja200958@mail.ru

Abstract. To realize the genetic potential of dairy cows with high productivity, the qualitative composition of the feed is of key importance. **The purpose** of this study is the effectiveness of publicly available feed additives – “Carbohydrate-protein mixture” (1st experiment) and “Protected fat” Energizer Gold (2nd experiment) on the productivity of Kholmogory cows, on the content of fat and protein in milk, on the functional state of animals, including taking into account the bloodline of the Holstein breed. **Methods.** Scientific and production experiments were carried out by the pair-analogue method on 40 lactating cows of the Kholmogory breed of Agrofirma Kholmogorskaya LLC, Arkhangelsk region. **The scientific novelty** consists in obtaining new knowledge about the effect of feed not only on productivity and fat and protein content in milk, but also on the functional state of Kholmogory cows, including those with different percentages of Holstein blood. **Results.** When assessing the average group results of daily milk yield, a positive effect was established from including it in the diet according to the feed recommendations. At the same time, the “Carbohydrate-protein mixture” increases the protein content in milk, no increase in the fat content of milk, stated in the recommendations for the use of “Protected fat”, was noted. A decrease in the fat to protein ratio in milk, reflecting the functional state of the cows, was noted, below the standard results in experiment 1 already from the 2nd, and in experiment 2 from the 4th control milking, preserved until the end of the study. The best effect on the studied indicators for both feed additives was noted in the Kholmogory cow breed with less Holstein blood.

Keywords: Kholmogory breed of cows, feed additives, milk, milk fat, milk protein, bloodlines

Acknowledgements. The study was carried out within the framework of the state assignment on the topic No. 122011300460 FUUW-2022-0059 “Formation of a system for improving and rational use of domestic genetic resources of dairy cattle breeds”.

For citation: Volkova N. I., Dydykina A. L., Nakonechnyy A. A., Vyazminov A. O. The influence of diet components on the productivity and functional condition of Kholmogory cows. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2024; 24 (11): 1447–1458. DOI: <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2024-24-11-1447-1458>. (In Russ.)

Date of paper submission: 15.08.2024, **date of review:** 30.09.2024, **date of acceptance:** 10.10.2024.

Постановка проблемы (Introduction)

В Архангельской области производство молока исторически связано с коровами холмогорской породы. Современный продовольственный рынок ориентирует хозяйства на увеличение их продуктивности и улучшение качественных показателей молока. В связи с этим приоритетным направлением исследований в животноводстве является улучшение рационов кормления коров молочных пород с применением кормовых добавок разного механизма действия [1]. В последнее время обращают на себя внимание углеводно-протеиновые и жировые добавки. «Смесь углеводно-протеиновая» («СУП»), содержит 49 % углеводов и 9 % протеинов, усиливает обменные процессы в рубце, увеличивает объем микрофлоры, ферменты которой способствуют усвоению питательных веществ кормов [2]. «За-

щищенный жир» Energizer Gold – кальциевые соли жирных кислот (КСЖК) с эффективным содержанием пальмитиновой кислоты 9,2 : 1 по отношению к стеариновой, так как в жирах молока массовая доля пальмитиновой кислоты составляет 23–31 %, в жировой ткани 22–26 %, а в кормах ее мало [3]. Ранее проведенные исследования показали, что «защищенные» жирные кислоты в рационе повышают обменную энергию лактации и на 0,3–0,6 % увеличивают жирность молока [4].

Известно, что после отела в организме коров усиливается интенсивность обменных процессов, направленных на трансформацию энергии питательных веществ [5]. В результате всесторонних исследований установлено, что соотношение содержания в молоке массовых долей жира и белка является критерием оценки обеспеченности живот-

ных энергий, баланса в обмене веществ, отражает состояние здоровья при значениях в диапазоне 1,10–1,50 и риск развития кетоза и ацидоза при превышении или снижении его значений [6–9].

Улучшение продуктивных показателей животных в современном селекционном процессе решается через скрещивание отечественных молочных пород с голштинской породой крупного рогатого скота. Голштинизация реализуется и на холмогорской породе. При этом результаты исследований по влиянию голштинов на молочную продуктивность помесных животных неоднозначны. Так, в анализе племенной ценности последних поколений коров холмогорской породы в Архангельской области отмечено увеличение удоя на 43,9 %, неизменный уровень жира в молоке (3,9 %), но заметное снижение уровня белка (3,17 % при стандартных для породы 3,3 %) [10]. Вместе с тем ряд авторов утверждает, что эффект улучшения зависит от доли крови улучшающей породы [11; 12], но единого мнения об оптимальной кровности на сегодняшний день нет.

Цель научно-производственных опытов заключается в оценке влияния кормовых добавок («Смесь углеводно-протеиновая» и «Защищенный жир» Energizer Gold) на продуктивность коров холмогорской породы, на содержание жира и белка в молоке, на функциональное состояние животных, в том числе с учетом кровности по голштинской породе.

Методология и методы исследования (Methods)

Научно-производственные опыты по оценке эффективности включения добавок в кормовую рацион проведены методом пар-аналогов (дата отела, кровность, лактация по счету, живая масса, продуктивность за предыдущую лактацию, среднесуточный удой, МДж, МДБ за текущую лактацию) [13] на 40 лактирующих коровах холмогорской породы, находящихся на круглогодичном стойловом содержании в ООО «Агрофирма «Холмогорская» Архангельской области. Продолжительность опыта – 100 дней (период раздоя), требования к животным: продуктивность по последней законченной лактации – свыше 5 тысяч кг молока. Опыт 1 проведен с 24.04.2022 по 01.08.2022, опыт 2 – с 09.06.2023 по 16.09.2023.

Были сформированы 4 группы, 2 опытные и 2 контрольные, по 10 голов в каждой. У коров в наследственной линии отмечена доля кровности по голштинской породе. В опытной группе 1 минимальное значение кровности – 12 %, максимальное – 75 %; в опытной группе 2 – минимальное – 14 %, максимальное – 75 %.

Коровам в опыте 1 к основному общехозяйственному рациону кормления добавляли «Смесь углеводно-протеиновую» (СУП) – сухая патока и жмых подсолнечный (49 % углеводов, 9 % белка) в количестве 1,5 кг на голову в сутки; в опыте 2 – «Защищенный жир» Energizer Gold – кальциевые соли

жирных кислот (83,42 % жира и 9,07 % кальция) в количестве 0,3 кг на голову в сутки. В составе жира 42–52 % – пальмитиновая кислота, 1,1–1,2 % – миристиновая, 4,5–5,5 % – стеариновая, 34,2–41,8 % – олеиновая и 7,2–8,8 % – линолевая.

Коровы контрольных групп получали только основной общехозяйственный рацион (ОР), разработанный специалистами хозяйства с помощью компьютерной программы «Кормовые рационы» (ООО «Региональный центр информационного обеспечения племенного животноводства Ленинградской области «Плинор») на продуктивность 28 кг молока.

Эффективность добавок оценивали по результатам контрольных доений (КД) в опыте 1 каждые 14–15 дней, в опыте 2 – каждые 16–17 дней. Учитывали молочную продуктивность и качественные показатели молока: массовую долю жира (МДЖ %) и массовую долю белка (МДБ %), которые определяли в пробах, отобранных согласно ГОСТ Р 52738–2007 «Молоко и продукты переработки молока. Термины и определения», на комбинированной аналитической системе DairySpec Combi – Bentley Instruments, методика оценки качества сырого молока сертифицирована по стандартам ISO/IDF. Были рассчитаны соотношения массовых долей жира и белка (СЖБ = МДж % / МДБ %) в молоке для оценки обеспеченности животных энергией и метаболического баланса в обмене веществ у них. Оптимальными считали значения СЖБ 1,10–1,50 [6]. Оценку влияния доли кровности по голштинской породе на исследуемые показатели оценивали не в групповом сегменте, а лишь на особях с крайними значениями в пределах опытных групп. Результаты опытов были обработаны методом вариационной статистики с использованием стандартного пакета статистического анализа Microsoft Excel 2010 для Windows. Статистически значимыми считались изменения при $p < 0,05$.

Результаты (Results)

Опыт 1. Оценка рациона коров. По обменной энергии рацион максимально приближен к нормативу продуктивности молока 28 кг в сутки (10,3 МДж), соответствовал норме по общему количеству потребленной энергии (не менее 205 МДж) и по содержанию сырого протеина (не менее 15,6 %), выдержан по структуре (доля грубых кормов и силоса – не менее 50 %). Животные опытной группы за счет добавки СУП получали в 2,12 раза больше сахаров и на 4,92 % больше сырого протеина (таблица 1). Косвенным показателем обеспеченности питательными веществами для жизни и синтеза продукции коров обеих групп в течение опыта считали наличие несъеденных ими остатков кормов, которые составляли не более 5 % суточного рациона.

Таблица 1

Состав рационов кормления коров

Биология и биотехнологии

Корм	Опыт 1		Опыт 2	
	Опытная группа 1 ОР+СУП	Контрольная группа 1 ОР	Опытная группа 2 ОР+ «Защищенный жир»	Контрольная группа 2 ОР
Силос разнотравный, кг	43,0	43,0	42,0	42,0
Комбикорм, кг	7,5	7,5	8,0	8,0
Мясо-костная мука, кг	0,5	0,5	–	–
Травяная мука, кг	0,8	0,8	3,0	3,0
Смесь углеводно-протеиновая, кг	1,5	–	–	–
«Защищенный жир» (КСЖК), кг	–	–	0,3	–
Содержание рационов				
Обменная энергия (ОЭ), МДж	223,60	206,80	228,3	218,4
Сырой протеин (СП), г	3476,80	3314,80	3191,9	3191,9
Переваримый протеин, г	2416,00	2307,40	2162,5	2162,5
Сахара, г	1402,20	661,20	757,3	757,3
Концентрация обменной энергии (КОЭ) в 1 кг сухого вещества (СВ), МДж	10,17	10,00	9,82	9,51
Концентрация сырого протеина (КСП) в 1 кг сухого вещества (СВ), %	15,80	16,00	13,73	13,9
Сахаро-протеиновое соотношение	0,58	0,29	0,35	0,35
Жир, г	–	–	1023,9	771,9
Структура рационов, % по ОЭ				
Грубые корма, силос	54,5	58,9	59,5	62,2
Концентрированные корма	45,5	41,0	40,5	37,8
В том числе:				
Комбикорм	34,7	37,5	36,2	37,8
Смесь углеводно-протеиновая (СУП)	10,8	–	–	–
«Защищенный жир» (КСЖК)	–	–	4,3	–
Вес рациона, кг	53,3	51,8	53,3	53,0

Table 1

Composition of cow feeding rations

Feed	Experience 1		Experience 2	
	Experienced group 1 Basic diet + “Carbohydrate-protein mixture”	Control group 1	Experienced group 2 Basic diet + “Protected fat”	Control group 2
Mixed-grass silage, kg	43.0	43.0	42.0	42.0
Compound feed, kg	7.5	7.5	8.0	8.0
Meat and bone meal, kg	0.5	0.5	–	–
Herbal flour, kg	0.8	0.8	3.0	3.0
Carbohydrate-protein mixture, kg	1.5	–	–	–
“Protected fat”, kg	–	–	0.3	–
The content of the rations				
Exchange energy, MJ	223.60	206.80	228.3	218.4
Crude protein, g	3476.80	3314.80	3191.9	3191.9
Digestible protein, g	2416.00	2307.40	2162.5	2162.5
Sugar, g	1402.20	661.20	757.3	757.3
Concentration of exchange energy in 1 kg of dry matter, MJ	10.17	10.00	9.82	9.51
Concentration of crude protein in 1 kg of dry matter, %	15.80	16.00	13.73	13.9
Sugar-protein ratio	0.58	0.29	0.35	0.35
Fat, g	–	–	1023.9	771.9
The structure of the exchange energy rations, %				
Roughage, silage	54.5	58.9	59.5	62.2
Concentrated feed	45.5	41.0	40.5	37.8
Including:				
Compound feed	34.7	37.5	36.2	37.8
Carbohydrate-protein mixture	10.8	–	–	–
“Protected fat”	–	–	4.3	–
Weight of the diet, kg	53.3	51.8	53.3	53.0

Среднегрупповые значения молочной продуктивности, содержания жира и белка в молоке контрольных доений коров холмогорской породы при включении в рацион кормовой добавки «Смесь углеводно-протеиновая»

Показатели	Группа	Порядковый номер контрольного доения (через 14–15 дней)							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Среднесуточный удой, кг	Опыт	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
	Контроль	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
МДЖ, %	Опыт	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
	Контроль	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
МДБ, %	Опыт	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
	Контроль	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

Примечание. * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$.

Table 2

The average group values of milk productivity, fat and protein content in the milk of control milking cows of the Kholmogory breed when the feed additive "Carbohydrate-protein mixture" is included in the diet

Indicators	Groups	Serial number of the control milking (after 14–15 days)							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Average daily milk yield, kg	Experience	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
	Control	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
Mass fraction of fat, %	Experience	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
	Control	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
Mass fraction of protein, %	Experience	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
	Control	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

Note. * $p \leq 0.05$; ** $p \leq 0.01$.

Оценка молочной продуктивности лактирующих коров и качественного состава молока. Сравнительный анализ исследуемых значений в опытной и контрольной группах показал, что добавка СУП на протяжении всего опыта оказывала положительное влияние на молочную продуктивность коров (величину среднесуточного удоя) и способствовала значимому увеличению МДБ % в молоке в 3-го, 4-го и 7-го КД ($p \leq 0,05$; $p \leq 0,05$; $p \leq 0,01$) и тенденции повышения в молоке 6-го и 8-го КД (таблица 2).

При этом среднегрупповые значения СЖБ в молоке КД коров опытной группы были незначительно ниже аналогичных проб контрольной группы и смещены в сторону ниже нормативных уже с 15-го дня опыта (рис. 1).

При сравнении индивидуальных значений исследуемых показателей у коров холмогорской породы в опытной группе с минимальной кровностью по голштинской породе (12 %) и макси-

мальной (75 %) обнаружили различия (рис. 2). На кормовую добавку СУП у коровы с кровностью (12 %) отмечено повышение МДЖ в молоке 2-го, 7-го, 8-го КД в интервале 0,09–0,15 %, а 3-го – на 0,64 % и ее снижение в 4-м, 5-м, 6-м на 0,2–0,15 % по сравнению с 1-м. Содержание белка изменялось в интервале 0,06–0,18 % и лишь в молоке 3-го КД увеличилось на 0,42 %. СЖБ только в молоке 5-го и 6-го КД было ниже нормы, а в остальных соответствовало ей (1,11–1,15). У коровы с кровностью 75 % на протяжении всего опыта отмечено снижение МДж на 0,40–0,97 %, наибольшее – в молоке 5-го КД. При этом содержание белка, наоборот, повышалось в интервале 0,06–0,46 %, максимально – в молоке 8-го КД. СЖБ только в начале опыта соответствовало норме, а в остальных КД было ниже ее (1,05–0,87). На протяжении всего опыта у коровы с кровностью 12 % были выше МДж на 0,51–1,52 % и МДБ на 0,07–0,55 % по сравнению с коровой с кровностью 75 %.

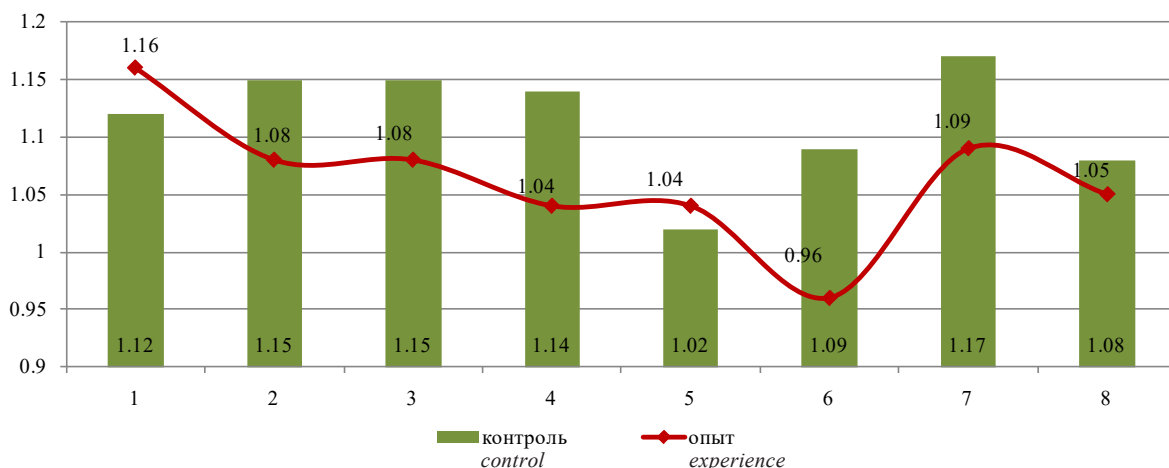


Рис. 1. Динамика среднегрупповых значений соотношения массовой доли жира к массовой доле белка в молоке коров холмогорской породы в течение опыта с кормовой добавкой «Смесь углеводно-протеиновая»
 Fig. 1. Dynamics of the average group values of the ratio of the mass fraction of fat to the mass fraction of protein in the milk of cows of the Kholmogory breed during the experiment with the feed additive "Carbohydrate-protein mixture"

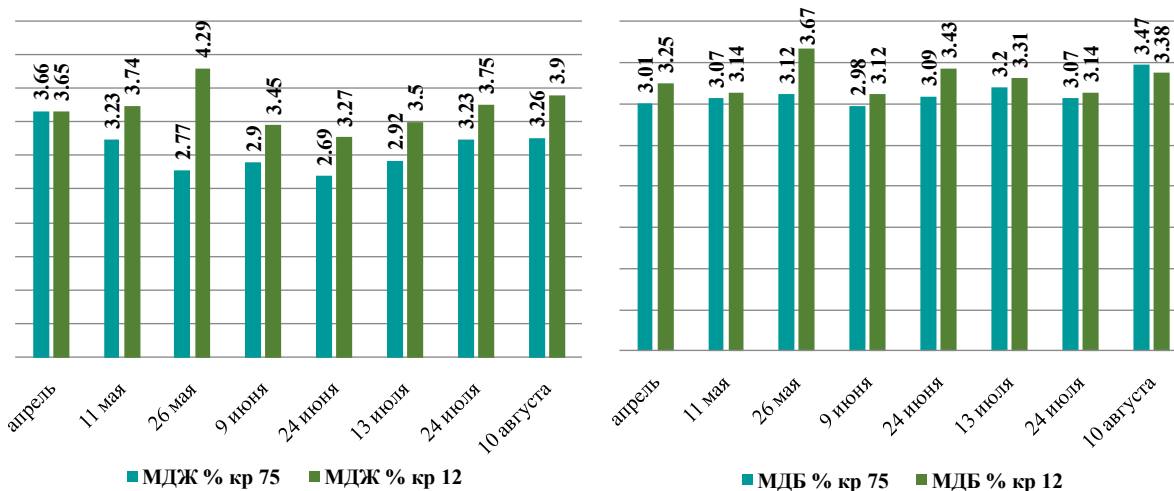


Рис. 2. Сравнительная характеристика индивидуальных значений: а) массовой доли жира, %; б) массовой доли белка, %, в молоке коров холмогорской породы с кровностью по голштинской породе 75 % и 12 % в течение опыта с включением в рацион кормовой добавки «Смесь углеводно-протеиновая»

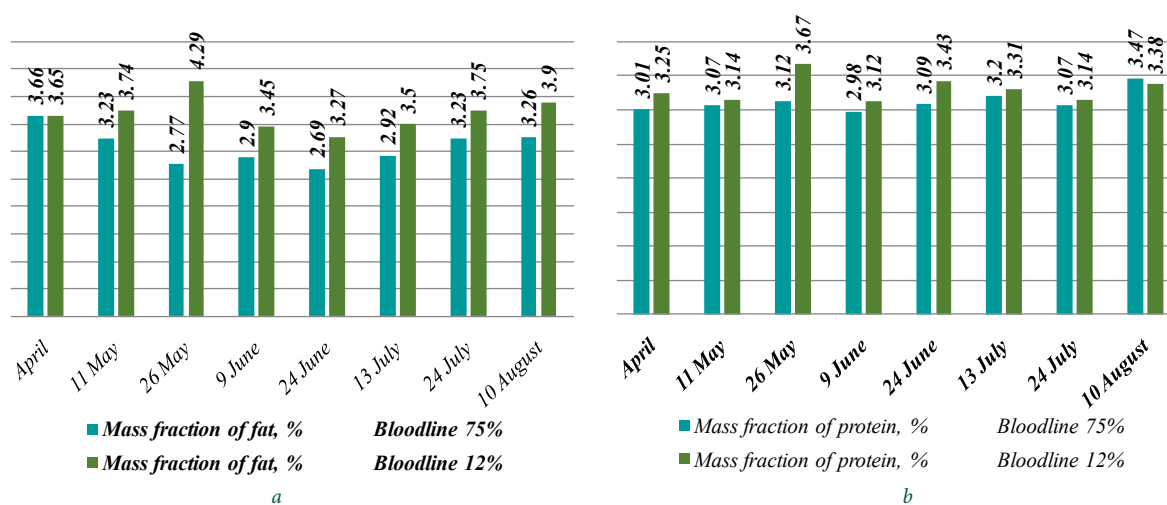


Fig. 2. Comparative characteristics of individual values: a) mass fraction of fat, %; b) mass fraction of protein, %, in milk of Kholmogory cows with Holstein bloodline of 75 % and 12 % during the experiment with the inclusion of the feed additive "Carbohydrate-protein mixture" in the diet

Таблица 3

Среднегрупповые значения молочной продуктивности, содержания жира и белка в молоке контрольных доений коров холмогорской породы в опыте с включением в кормовой рацион добавки «Защищенный жир» Energizer Gold

Показатель	Группа	Порядковый номер контрольного доения (через 16–17 дней)						
		1	2	3	4	5	6	7
Среднесуточный удой, кг	Опыт	28,7 ± 1,03	30,2 ± 0,95	31,1 ± 0,96	29,7 ± 0,76	27,9 ± 0,75	27,0 ± 0,94	25,3 ± 0,91
	Контроль	27,94 ± 1,36	28,6 ± 0,92	29,3 ± 1,18	27,3 ± 1,62	25,1 ± 1,30	24,2 ± 1,04	22,4 ± 0,98
Содержание жира, %	Опыт	3,67 ± 0,15	3,61 ± 0,09	3,45 ± 0,24	3,20 ± 0,11	3,20 ± 0,08	3,27 ± 0,11	3,44 ± 0,22
	Контроль	3,58 ± 0,16	3,53 ± 0,17	3,18 ± 0,17	3,07 ± 0,12	3,17 ± 0,09	3,41 ± 0,13	3,52 ± 0,12
Содержание белка, %	Опыт	3,08 ± 0,05	2,97 ± 0,04	2,93 ± 0,07	2,98 ± 0,05	3,03 ± 0,03	3,09 ± 0,05	3,26 ± 0,09
	Контроль	3,09 ± 0,09	2,93 ± 0,07	2,94 ± 0,08	2,94 ± 0,05	2,97 ± 0,06	3,05 ± 0,07	3,22 ± 0,07

Table 3
Average group values of milk productivity, fat and protein content in milk of control milkings of Kholmogory cows in an experiment to assess the effectiveness of including the “Protected fat” supplement Energizer Gold in the feed ration

Indicators	Groups	Serial number of the control milking (after 16–17 days)						
		1	2	2	4	5	6	7
Average daily milk yield, kg	Experience	28.7 ± 1.03	30.2 ± 0.95	31.1 ± 0.96	29.7 ± 0.76	27.9 ± 0.75	27.0 ± 0.94	25.3 ± 0.91
	Control	27.94 ± 1.36	28.6 ± 0.92	29.3 ± 1.18	27.3 ± 1.62	25.1 ± 1.30	24.2 ± 1.04	22.4 ± 0.98
Mass fraction of fat, %	Experience	3.67 ± 0.15	3.61 ± 0.09	3.45 ± 0.24	3.20 ± 0.11	3.20 ± 0.08	3.27 ± 0.11	3.44 ± 0.22
	Control	3.58 ± 0.16	3.53 ± 0.17	3.18 ± 0.17	3.07 ± 0.12	3.17 ± 0.09	3.41 ± 0.13	3.52 ± 0.12
Mass fraction of protein, %	Experience	3.08 ± 0.05	2.97 ± 0.04	2.93 ± 0.07	2.98 ± 0.05	3.03 ± 0.03	3.09 ± 0.05	3.26 ± 0.09
	Control	3.09 ± 0.09	2.93 ± 0.07	2.94 ± 0.08	2.94 ± 0.05	2.97 ± 0.06	3.05 ± 0.07	3.22 ± 0.07

Опыт 2. Оценка рациона коров. Животные опытной и контрольной групп на период опыта были обеспечены питательными веществами как для поддержания жизни, так и для синтеза продукции, общее количество потребленной энергии – 228,3 МДж и 218,4 МДж (норма – 216 МДж) (таблица 1).

Оценка молочной продуктивности лактирующих коров и качественного состава молока. Значения среднесуточного удоя у коров опытной группы были незначимо выше, тенденция повышения отмечена в 5-м, 6-м, 7-м КД ($p \leq 0,1$). Не выявлено значимых изменений среднегрупповых значений МДж % и МДБ % (таблица 3).

У коров, получающих добавку «Защищенный жир» Energizer Gold, нормальные величины СЖБ отмечены в молоке только первых трех КД с начала опыта и снижение до значений ниже нормы с 4-го КД. У коров, получающих основной общехозяйственный рацион, нормальное значение СЖБ было

в молоке первых двух и в 6-м КД, причем СЖБ в молоке 5-го, 6-го и 7-го КД было выше, чем у коров опытной группы (рис. 3).

Корова холмогорской породы с кровностью по голштинской породе 14 %, получающая кормовую добавку «Защищенный жир» Energizer Gold, показала в 3-м КД однократное повышение МДж в молоке на 1,04 %, снижение МДБ на 0,23 % и СЖБ 1,77, начиная с 4-го КД МДж снизилась на 1,5 %, а МДБ, наоборот, повысилась на 0,16 %, СЖБ – 1,19. Лишь в молоке 6-го КД СЖБ было ниже значений оговоренной нормы (1,05), а в остальных соответствовало ей (1,31–1,11) (рис. 4).

У коровы с кровностью по голштинской породе 75 % в молоке шести КД МДж и МДБ были ниже, чем у коровы с кровностью 14 %, МЖК на 0,5–2,16 %, МДБ – на 0,04–0,27 %. При этом СЖБ лишь в молоке 2-го и 6-го КД соответствовало норме, а в остальных было ниже ее (1,09–0,86) (рис. 4).

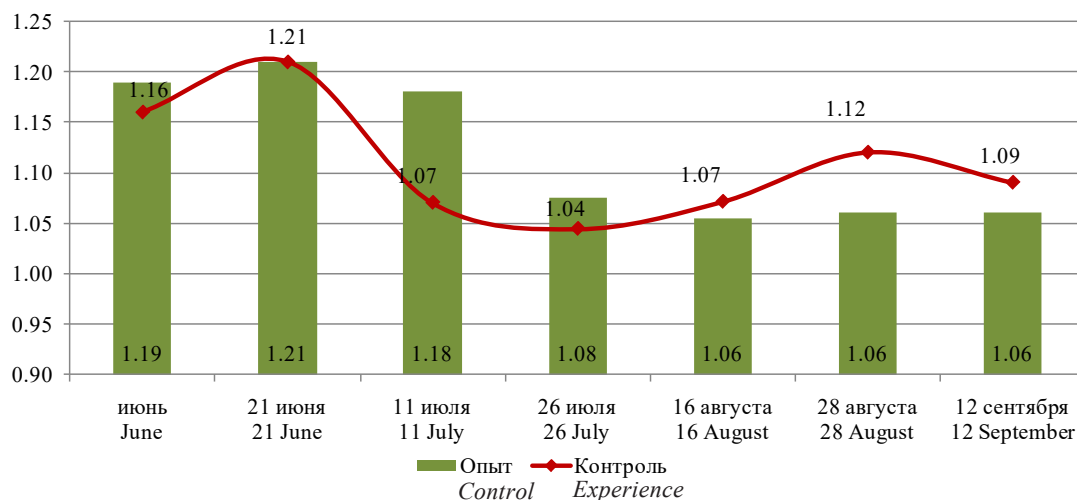


Рис. 3. Динамика изменений среднегрупповых значений соотношения массовой доли жира к массовой доле белка в молоке коров холмогорской породы в течение опыта с кормовой добавкой «Защищенный жир» Energizer Gold

Примечание. Норма 1,1–1,5; $p \leq 0,05$
 Fig. 3. Dynamics of changes in average group values of the ratio of the mass fraction of fat to the mass fraction of protein in the milk of Kholmogory cows during the experiment with the feed additive "Protected fat" Energizer Gold
 Note. The norm is 1.1–1.5; $p \leq 0.05$;

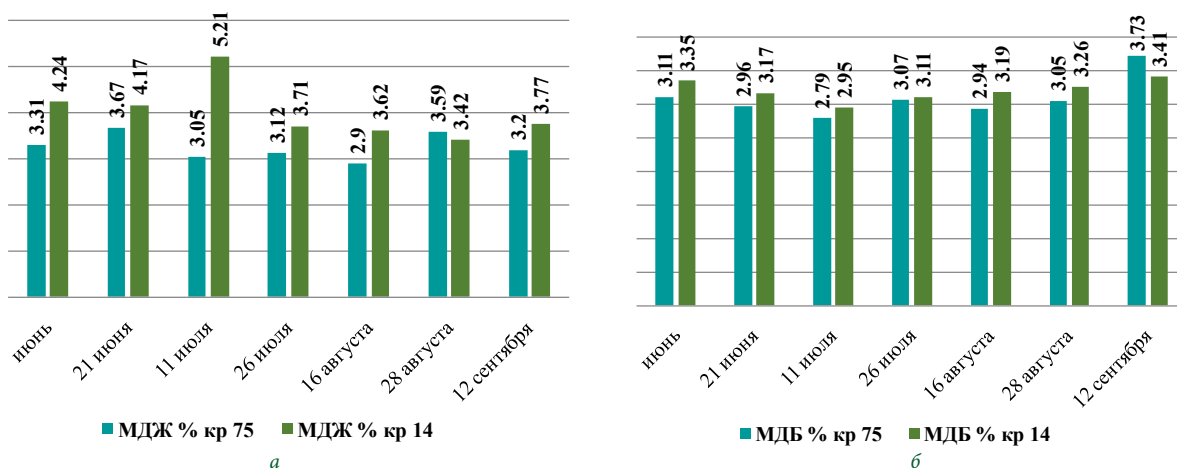


Рис. 4. Сравнительная характеристика индивидуальных значений: а) массовой доли жира, %; б) массовой доли белка, %, в молоке коров холмогорской породы с кровностью по голштинской породе 75 % и 14 % в течение опыта с включением в рацион кормовой добавки «Защищенный жир» Energizer Gold

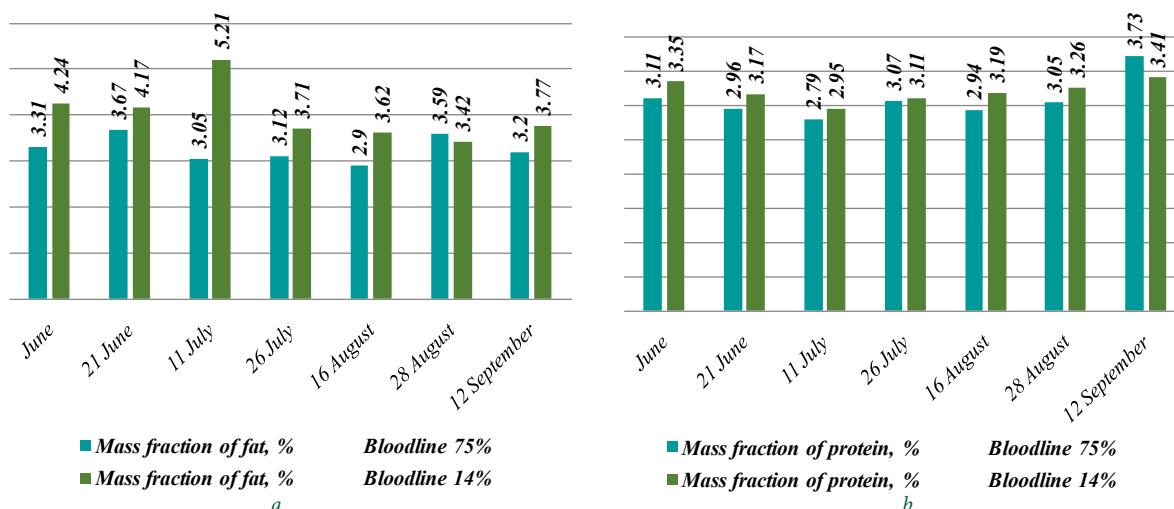


Fig. 4. Comparative characteristics of individual values: a) mass fraction of fat, %; b) mass fraction of protein, %, in milk of Kholmogory cows with Holstein bloodline of 75 % and 14 % during the experiment with the inclusion of the feed additive "Protected fat" Energizer Gold in the diet

Обсуждение и выводы (Discussion and conclusions)

Положительное влияние обеих добавок на протяжении всего опыта на молочную продуктивность (величину среднесуточного удоя) коров холмогорской породы подтверждает их целевое назначение. Статистически значимое повышение МДБ в молоке 3-го, 4-го и 7-го и тенденциальное в молоке 6-го и 8-го КД на включение в рацион кормовой добавки «Смесь углеводно-протеиновая» указывает на зависимость от энергии углеводов микробального рубцового синтеза аминокислот, обеспечивающих значительную часть анаболизма белков в молочной железе коров холмогорской породы [2]. Несмотря на то что эффективность включения в рационы кальциевых солей жирных кислот связана с увеличением жирности молока на 0,3–0,6 % [4], анализ среднегрупповых значений не выявил значимых изменений МДж % на включение в рацион коров холмогорской породы кормовой добавки «Защищенный жир» Energizer Gold (лишь на 0,03–0,27 % МДж в опытной группе была выше контрольной). Обращает на себя внимание величина СЖБ. У коров, получающих СУП, СЖБ незначимо ниже, чем в молоке аналогичных КД контрольной группы, и смещено в сторону значений ниже нормативных уже со второго КД. У коров, получающих добавку «Защищенный жир» Energizer Gold, нормальные значения СЖБ отмечены в молоке первых трех КД и ниже нормы в молоке остальных КД. Значения СЖБ ниже нормативных чаще связывают с недостатком энергии для обеспечения метаболического баланса в обмене веществ животных и риском развития ацидоза [8; 9]. Развитие метаболических расстройств у молочного скота при реализации мероприятий, направленных на увеличение молочной продуктивности, отмечено во многих работах [9; 14; 15]. В поиске причин таких реакций на кормовые добавки мы оценили значения исследуемых показателей в зависимости от кровности коров холмогорской породы по голштинской породе при сравнении животных с минимальным и максимальным процентом кровности. Оказалось, что добавка «Смесь углеводно-протеиновая» оказала наиболее эффективное влияние на обмен веществ коров с меньшей кровностью (12 %). При большем содержании жира и белка в молоке на протяжении всего опыта величина СЖБ – индикатора баланса обменных процессов в организме животного [6; 7] – в шести из восьми КД соответствовала норме. У коров с кровностью 75 % при снижении МДж и небольшом повышении белка в молоке величина СЖБ была ниже нормы, начиная со второго КД.

На включение кормовой добавки «Защищенный жир» Energizer Gold коровы с большей кровностью (75 %) лучше сохраняли процент МДж и МДБ в молоке, однако величина СЖБ у них лишь в молоке двух КД соответствовала норме, а в остальных

была ниже ее. В молоке коров с меньшей кровностью (14 %) значение СЖБ в молоке пяти из семи КД соответствовало норме, несмотря на большее снижение МДж.

Общеизвестно, что для улучшения молочных пород крупного рогатого скота, в том числе на северных территориях России, активно используют генетический потенциал голштинской породы. Вместе с тем длительное существование породы в определенных климатических условиях формирует свои адаптивные механизмы, эффективность которых можно косвенно оценить по балансу в обмене веществ. Нужно отметить, что холмогорская порода коров на Севере выведена в конце XVII века, и высокая жизнеспособность и выносливость в отличие от всех отечественных пород молочного направления разводимых в Российской Федерации установлена в ранее проведенных исследованиях [16]. Голштинизация отечественных пород реализуется лишь с 1980 года. При этом до настоящего времени нет данных, характеризующих продуктивные качества чистопородного голштинского скота в конкретных условиях среды [17], например, на северных территориях России. Установленные нами различия в величине исследуемых показателей у коров холмогорской породы с разной величиной кровности по голштинской породе на включение в рацион кормовых добавок, вероятно, связаны с адаптивными механизмами в обмене веществ, эволюционно сформировавшимися для сохранения вида. В связи с этим актуально мнение, что улучшение продуктивных показателей у коров зависит от доли крови улучшающей (голштинской) породы [11; 12].

Вместе с тем отсутствие на сегодняшний день единого мнения об оптимальной кровности помесных животных, позволяющей наиболее эффективно реализовывать генетический потенциал коров молочных пород, требует расширения исследований по данной проблеме.

Вывод:

- на обе кормовые добавки «Смесь углеводно-протеиновая» и «Защищенный жир» Energizer Gold коровы холмогорской породы показали повышение величины суточного удоя;
- на добавку «Смесь углеводно-протеиновая» значимо повысилась белкомолочность, а «Защищенный жир» не оказал должного влияния на жиромолочность;
- величина соотношений массовых долей жира к белку в молоке выявила смещение метаболического баланса в обмене веществ коров в сторону значений ниже нормативных, что связано с риском развития ацидоза, причем на СУП уже через 15 дней опыта, а на «Защищенный жир» после 48 дней опыта;
- сравнение индивидуальных значений показателей молока коров, получающих кормовые добавки, обнаружило, что у животных с кровностью 12 %

и 14 % по голштинской породе содержание массовой доли жира и белка повысилось, их соотношение соответствовало норме, а у коров с кровностью

75 % величина соотношения была ниже нормы, что указывает на смещение метаболических процессов в обмене веществ в сторону ацидоза.

Библиографический список

1. Обрушников Л. Ф., Сложенкина М. И., Горлов И. Ф. [и др.] Экстерьерные особенности, молочная продуктивность и качество молока коров красной степной породы при использовании в рационах новых пребиотических кормовых добавок // Животноводство и кормопроизводство. 2023. Т. 106, № 2. С. 63–74. DOI: 10.33284/2658-3135-106-2-63.
2. Марынич А. П., Абилов Б. Т., Семенов В. В. [и др.] Продуктивность дойных коров при включении в рационы углеводно-протеиновых кормовых добавок // Сельскохозяйственный журнал. 2022. № 1 (15). С. 58–68. DOI: 10.25930/2687-1254/008.1.15.2022.
3. Western M. M., de Souza J., Lock A. L. Effect of commercially available palmitic and stearic acid supplements on nutrient absorption and production response of lactating dairy cows // Journal of Dairy Science. 2020. No. 103 (6). Pp. 5131–5142. DOI: 10.3168/jds.2019-17242.
4. Трубочанинова Н. С., Погребняк В. А. Оценка влияния защищенных жиров на жирнокислотный состав молока // Эффективное животноводство. 2020. № 4 (161). С. 124–127. DOI: 10.24411/9999-007A-2020-10023.
5. Миколайчик И. Н., Морозова Л. А., Морозов В. А. Повышение генетического потенциала высокопродуктивных коров за счет использования в рационах энергетических добавок // Аграрный вестник Урала. 2019. № 1 (180). С. 21–26.
6. Antanaitis R., Džermeikaitė K., Januškevičius V., et. al. In-Line Registered Milk Fat-to-Protein Ratio for the Assessment of Metabolic Status in Dairy Cows // Animals (Basel). 2023. No. 13 (20). Article number 3293. DOI: 10.3390/ani13203293.
7. Atalay H., Sağlık B., Dergisi B. Milk fat / Protein ratio in ketosis and acidosis // Balikesir Health Sciences Journal. 2019. No. 8 (3). Pp. 143–146.
8. Часовщикова М. А., Губанов М. В. Состав молока как элемент контроля здоровья стада // Аграрный вестник Урала. 2022. № 11 (226). С. 70–79. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-226-11-70-7.
9. Крупин Е. О., Шакиров Ш. К., Юсупова Г. Р. [и др.] Взаимосвязь химического состава молока с величинами диагностических показателей интенсивности обмена веществ // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2021. Т. 245, № 1. С. 87–91. DOI: 10.31588/2413-4201-1883-245-1-87-92.
10. Михайлова И. Ю., Лазарева Е. Г., Бигаева А. В. [и др.] Влияние генетических факторов на продуктивность коров и качество молока // Пищевая промышленность. 2021. № 1. С. 36–40. DOI: 10.24411/0235-2486-2021-10007.
11. Гридина С. Л., Гридин В. Ф., Сидорова Д. В. [и др.] Влияние уровня голштинизации на молочную продуктивность коров черно-пестрой породы // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32, № 8. С. 60–61. DOI: 10.24411/0235-2451-2018-10816.
12. Абрамова Н. И., Селимян М. О. Влияние степени кровности по голштинской породе на продуктивные показатели коров ярославской породы // Молочнохозяйственный вестник. 2022. № 2 (46). С. 9–22. DOI: 10.52231/2225-4269_2021_3_9.
13. Методология и методы научных исследований в животноводстве: учебное пособие / Сост. Е. Н. Мартынова. Ижевск: Ижевская ГСХА, 2019. 108 с.
14. Gross J. J., Bruckmaier R. M. Review: Metabolic challenges in lactating dairy cows and their assessment via established and novel indicators in milk. // Animal. 2019. Vol. 13 (S1). Pp. 75–81. DOI: 10.1017/S175173111800349X.
15. Курятова Е. В., Тюкавкина О. Н., Груздова О. В. Профилактика ацидоза коров пробиотическим препаратом и его влияние на молочную продуктивность // Дальневосточный аграрный вестник. 2021. № 3 (59). С. 44–54. DOI: 10.24412/1999-6837-2021-3-44-54.
16. Николаев С. В. Ветеринарные аспекты хозяйственно-полезных качеств холмогорского скота // Известия Коми научного центра УрО РАН. 2021. № 1 (47). С. 37–44. DOI: 10.19110/1994-5655-2021-1-37-44.
17. Яковчик Н. С., Досумова А. Ж., Кубекова Б. Ж. Основы селекции коров голштинской породы разных генотипов // Агротрансформация. 2021 № 3 (145). С. 14–16.

Об авторах:

Наталья Ивановна Волкова, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории селекционного контроля качества молока, Федеральный исследовательский центр комплексного изучения

Арктики имени академика Н. П. Лаверова Уральского отделения Российской академии наук, Архангельск, Россия; ORCID 0000-0003-1958-028X, AuthorID 814454. E-mail: natalja200958@mail.ru

Александра Леонидовна Дыдыкина, старший научный сотрудник, заведующая лабораторией селекционного контроля качества молока, Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н. П. Лаверова Уральского отделения Российской академии наук, Архангельск, Россия; ORCID 0000-0001-7057-7785, AuthorID 702011. E-mail: didikina100@yandex.ru

Александр Андреевич Наконечный, старший научный сотрудник лаборатории селекционного контроля качества молока, Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н. П. Лаверова Уральского отделения Российской академии наук, Архангельск, Россия; ORCID 0000-0001-6770-3075, AuthorID 760050. E-mail: nakal1723@yandex.ru

Андрей Олегович Вязьмин, ведущий инженер лаборатории селекционного контроля качества молока, Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н. П. Лаверова Уральского отделения Российской академии наук, Архангельск, Россия; ORCID 0000-0001-8341-9605, AuthorID 1137557. E-mail: andrey.vyazminov877@yandex.ru

References

- Obrushnikova L. F., Slozhenkina M. I., Gorlov I. F., et al. Exterior peculiarities, milk productivity and quality of the Red steppe cows after feeding with new prebiotic feed additives. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2023; 106 (2): 63–74. DOI: 10.33284/2658-3135-106-2-63. (In Russ.)
- Marynich A. P., Abilov B. T., Semenov V. V., et al. Productivity of dairy cows with inclusion of carbohydrate and protein feed additives in the diets. *Agricultural Journal*. 2022; 1 (15): 58–68. DOI: 10.25930/2687-1254/008.1.15.2022. (In Russ.)
- Western M. M., de Souza J., Lock A. L. Effect of commercially available palmitic and stearic acid supplements on nutrient absorption and production response of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2020; 103 (6): 5131–5142. DOI: 10.3168/jds.2019-17242.
- Glukhov D. V. Protected fats. Let's figure it out. *Effective Animal Husbandry*. 2012; 5: 12–16. (In Russ.)
- Gumerov A. B., Belookov A. A., Loretts O. G., et al. The milk yield of cows when using probiotic enzyme preparations. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2018; 4 (171): 5–9. (In Russ.)
- Antanaitis R., Džermeikaitė K., Januškevičius V., et al. In-Line Registered Milk Fat-to-Protein Ratio for the Assessment of Metabolic Status in Dairy Cows. *Animals (Basel)*. 2023; 13 (20): 3293. DOI: 10.3390/ani13203293.
- Atalay H., Sağlık B., Dergisi B. Milk Fat / Protein ratio in ketosis and acidosis. *Balikesir Health Sciences Journal*. 2019; 8 (3): 143–146.
- Chasovshchikova M. A., Gubanov M. V. Milk composition as an element of herd health control. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2022; 11 (226): 70–79. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-226-11-70-79. (In Russ.)
- Krupin E. O., Shakirov S. K., Yusupova G. R., et al. Relationship of the chemical composition of milk with the values of diagnostic indicators of metabolism intensity. *Scientific notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman*. 2021; 245 (1): 87–92. DOI: 10.31588/2413-4201-1883-245-1-87-92. (In Russ.)
- Mikhaylova I. Yu., Lazareva E. G., Bigaeva A. V., et al. Influence of genetic factors on cow productivity and milk quality. *Food processing industry*. 2021; 1: 36–40. DOI: 10.24411/0235-2486-2021-10007. (In Russ.)
- Gridina S. L., Gridin V. F., Sidorova D. V., et al. Influence of Holstein Share on Milk Productivity of Black-and-White Cows. *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2018; 32 (8): 60–61. DOI: 10.24411/0235-2451-2018-10816. (In Russ.)
- Abramova N. I., Selimyan M. O. Influence of Holstein blood relationships on productive performance of Yaroslavl' cows. *MolochnokhozyaystvennyVestnik*. 2022; 2 (46): 9–22. DOI: 10.52231/2225-4269_2021_3_9. (In Russ.)
- Martynova E. N. (compiler) Methodology and methods of scientific research in animal husbandry. Izhevsk: Izhevsk State Agricultural Academy, 2019. 108 p. (In Russ.)
- Gross J. J., Bruckmaier R. M. Review: Metabolic challenges in lactating dairy cows and their assessment via established and novel indicators in milk. *Animal*. 2019; 13 (S1): 75–81. DOI: 10.1017/S175173111800349X.
- Kuryatova E. V., Tyukavkina O. N., Gruzдова O. V. Prevention of acidosis in cows with a probiotic and its effect on dairy productivity. *Far Eastern Agrarian Herald*. 2021; 3 (51): 45–54. DOI: 10.24412/1999-6837-2021-3-44-54. (In Russ.)
- Nikolaev S. V. Veterinary aspects of the economic and useful qualities of the Kholmogorsky cattle. *News of the Komi Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences*. 2021; 1 (47): 37–44. DOI: 10.19110/1994-5655-2021-1-37-44. (In Russ.)

17. Yakovchik N. S., Dosumova A. Zh., Kubekova B. Zh. The basics of breeding Holstein cows of different genotypes. *Agropanorama*. 2021; 3 (145): 14–16. DOI: 10.56619/2078-7138-2021-145-3-14-16. (In Russ.)

Authors' information:

Natalya I. Volkova, candidate of biological sciences, senior researcher at the laboratory of milk quality control, N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Arkhangelsk, Russia; ORCID 0000-0003-1958-028X, AuthorID 814454. *E-mail: natalja200958@mail.ru*

Aleksandra L. Dydykina, senior researcher at the laboratory of milk quality control, N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Arkhangelsk, Russia; ORCID 0000-0001-7057-7785, AuthorID 702011. *E-mail: didikina100@yandex.ru*

Aleksandr A. Nakonechnyy, senior researcher at the laboratory of milk quality control, N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Arkhangelsk, Russia; ORCID 0000-0001-6770-3075, AuthorID 760050. *E-mail: nakal1723@yandex.ru*

Andrey O. Vyazminov, lead engineer at the laboratory of milk quality control, N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Arkhangelsk, Russia; ORCID 0000-0001-8341-9605, AuthorID 1137557. *E-mail: andrey.vyazminov877@yandex.ru*