



<https://doi.org/10.29326/2304-196X-2024-13-4-366-372>
УДК 619:579.852.11:636.2.034

Применение композиции, содержащей живые бактерии *Bacillus subtilis* и их метаболиты, в молочном животноводстве

О. Ю. Опарина, А. С. Красноперов, С. В. Малков, А. И. Белоусов, А. Е. Черницкий, И. Ю. Вершинина

ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук» (ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН), ул. Белинского, 112а, г. Екатеринбург, 620142, Россия

РЕЗЮМЕ

Целью исследований явилось изучение показателей иммунного статуса и продуктивности у коров при применении композиции, содержащей живые бактерии *Bacillus subtilis* штаммов В-239906 и В-249909 и их метаболиты, в транзитный период. Животным опытных групп (по 10 гол. в каждой) композицию применяли: в течение 14 дней до отела (1-я группа), 14 дней после отела (2-я группа), 14 дней до и 14 после отела (3-я группа). Четвертая группа ($n = 10$) была контрольной. У коров контрольной и 2-й опытной групп на 14-й и 28-й дни после отела относительное содержание Т-лимфоцитов в крови по сравнению с уровнем в первые сутки после отела достоверно не изменялось, в то время как у особей 1-й и 3-й групп данный показатель возрастал на протяжении всего опыта в 1,2–1,6 раза. Во всех группах коров динамика относительного числа В-лимфоцитов за период наблюдений была аналогичной: увеличение к 14-му дню и сокращение к 28-му дню. Фагоцитарная активность нейтрофилов у животных всех групп изменялась незначительно. Фагоцитарный индекс при этом возрастал в 2,5–3,2 раза на протяжении всего эксперимента, что свидетельствовало о повышении неспецифической резистентности организма. Пик молочной продуктивности регистрировали у коров всех опытных групп на 90-й день лактации. Максимальные значения ($32,17 \pm 3,33$ кг) отмечали в 3-й группе. За 150 дней наблюдений среднесуточные удои у животных опытных групп составили: $24,50 \pm 4,15$ кг в 1-й; $25,07 \pm 4,38$ кг в 2-й; $25,33 \pm 2,52$ кг в 3-й и $22,75 \pm 8,82$ кг в контрольной. Уровень массовой доли жира в молоке у коров всех групп не имел статистически значимых различий на протяжении всего периода наблюдений.

Ключевые слова: живые бактерии *Bacillus subtilis* и их метаболиты, коровы, клеточный иммунитет, гуморальный иммунитет, молочная продуктивность, молочный жир

Благодарности: Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук по направлению 4.2.1.5 «Разработка технологий прижизненного управления качеством животноводческого сырья для получения высококачественных и безопасных продуктов питания».

Для цитирования: Опарина О. Ю., Красноперов А. С., Малков С. В., Белоусов А. И., Черницкий А. Е., Вершинина И. Ю. Применение композиции, содержащей живые бактерии *Bacillus subtilis* и их метаболиты, в молочном животноводстве. *Ветеринария сегодня*. 2024; 13 (4): 366–372. <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2024-13-4-366-372>

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для корреспонденции: Опарина Ольга Юрьевна, канд. вет. наук, старший научный сотрудник ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН, ул. Белинского, 112а, г. Екатеринбург, 620142, Россия, olia9toparina@yandex.ru

Use of a microbial supplement containing live bacteria *Bacillus subtilis* and their metabolites in dairy farming

Olga Yu. Oparina, Alexander S. Krasnoperov, Sergey V. Malkov, Alexander I. Belousov, Anton E. Chernitskiy, Irina Yu. Vershinina

Ural Federal Agrarian Scientific Research Centre, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 112a Belinsky str., Ekaterinburg, 620142, Russia

ABSTRACT

The purpose of the research was to study parameters of immune status and milk yields in those cows that received a bacterial supplement containing live bacteria *Bacillus subtilis* strains B-239906 and B-249909 and their metabolites during a transition period. Animals in the experimental groups (10 animals in each) received the microbial supplement according to the following schemes: 14 days before calving (group 1), 14 days after calving (group 2), 14 days before and 14 after calving (group 3). Group 4 ($n = 10$) was a control one. On day 14 and day 28 after calving, the relative level of T-lymphocytes in blood of control cows and experimental group 2 did not significantly change compared with the level observed on day 1 after calving. While in groups 1 and 3, this indicator increased by 1.2–1.6 times throughout the whole experiment. In all cow groups, B-lymphocyte dynamics during the observation period was similar, i.e. an increase by day 14 and a decrease by day 28. The phagocytic activity of neutrophils in animals of all groups changed slightly. At the same time, the phagocytic index increased by 2.5–3.2 times throughout the experiment, which indicated an increase in nonspecific resistance of the body. Peak milk yields were recorded in cows of all experimental groups on day 90 of lactation. The maximum level (32.17 ± 3.33 kg) was observed in group 3. Within 150 days of observations, the average daily milk yields in animals

of the experimental groups were: 24.50 ± 4.15 kg in group 1; 25.07 ± 4.38 kg in group 2; 25.33 ± 2.52 kg in group 3 and 22.75 ± 8.82 kg in the control group. The mass fraction of milk fat in all groups had no statistically significant differences throughout the entire observation period.

Keywords: live bacteria *Bacillus subtilis* and their metabolites, cows, cellular immunity, humoral immunity, milk yield, milk fat

Acknowledgements: The work was done with the financial support of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation within the framework of the Basic Science Programme of the State Academies of Sciences in the field 4.2.1.5 “Development of technologies for lifetime quality management of livestock raw materials to obtain high-quality and safe food products”.

For citation: Oparina O. Yu., Krasnoperov A. S., Malkov S. V., Belousov A. I., Chernitskiy A. E., Vershina I. Yu. Use of a microbial supplement containing live bacteria *Bacillus subtilis* and their metabolites in dairy farming. *Veterinary Science Today*. 2024; 13 (4): 366–372. <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2024-13-4-366-372>

Conflict of interests: The authors declare no conflict of interests.

For correspondence: Olga Yu. Oparina, Cand. Sci. (Veterinary Medicine), Senior Researcher, Ural Federal Agrarian Scientific Research Centre, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 112a Belinsky str., Ekaterinburg, 620142, Russia, olia91oparina@yandex.ru

ВВЕДЕНИЕ

За последние годы продуктивность коров в животноводческих предприятиях России превысила уровень 8000 кг молока в год [1].

Эти успехи, безусловно, связаны с селекционной работой, созданием условий для реализации генетического потенциала высокопродуктивных животных, внедрением на производстве физиологических и экономически оправданных схем кормления и контролем зоогиgienических параметров при содержании животных [2, 3]. Высокие достижения стали возможны вследствие воплощения в жизнь новых результатов, полученных при изучении процессов регуляции пищеварения на молекулярном, клеточном и организменном уровнях и механизмов биологического синтеза белка. Кроме того, большое внимание стали уделять принципам рационального кормления с учетом физиологического состояния коров и их продуктивности [4, 5].

При увеличении молочной продуктивности часто наблюдается ослабление жизненно важных функций: снижается иммунитет и сокращается продуктивное долголетие коров до 2–3 лактаций. Наиболее существенной причиной выбытия животных являются метаболические нарушения, связанные с несбалансированным кормлением в дородовой и послеродовой периоды [6, 7].

Для нивелирования сложившейся проблематики в животноводстве Российской Федерации актуальными являются разработка и применение продуктов микробиологического синтеза. Они положительно зарекомендовали себя в предотвращении заболеваемости, сокращении случаев выбраковки коров, улучшении переваримости и усвояемости компонентов рациона. Опосредованное их действие заключается в увеличении продуктивности, повышении качества продукции, что позволяет обеспечивать население безопасными продуктами питания [8, 9, 10].

Перспективной группой для создания новых композиций являются живые бактерии и метаболиты *Bacillus subtilis*, стимулирующие рост индигенной кишечной микрофлоры. При производстве таких препаратов должны соблюдаться условия длительной стабильности при хранении готовых форм конечного продукта [11, 12, 13, 14, 15, 16].

Целью работы явилось изучение влияния применения новой композиции, содержащей живые бактерии *B. subtilis* и их метаболиты, в транзитный период на показатели иммунного статуса и молочную продуктивность коров.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Научный эксперимент был выполнен на базе отдела экологии и незаразной патологии животных Уральского научно-исследовательского ветеринарного института – структурного подразделения ФГБНУ УрФАНЦ УрО РАН в рамках государственного задания в соответствии с Программой фундаментальных научных исследований государственных академий наук по направлению 4.2.1.5 «Разработка технологий прижизненного управления качеством животноводческого сырья для получения высококачественных и безопасных продуктов питания».

Исследование проводили на коровах ($n = 40$) голштинской породы в возрасте 2–3 лактаций, содержащихся в одной из сельскохозяйственных организаций Свердловской области.

Для проведения эксперимента по принципу аналогов были подобраны четыре группы животных, каждая из которых состояла из 10 особей. При формировании групп учитывали их физиологическое состояние, вес, возраст, уровень питания и результаты удоя за предыдущий период лактации.

Коровы находились в одном типовом животноводческом помещении, на привязи, получали сбалансированный рацион. Особям опытных групп дополнительно к основному рациону вводили по 5 г новой экспериментальной композиции отечественного производства, содержащей живые бактерии *B. subtilis* штаммов В-239906 и В-249909 с концентрацией 10^3 КОЕ/г каждого вида и их метаболиты, в разные временные периоды: в течение 14 дней до родов (1-я группа), 14 дней после родов (2-я группа), 14 дней до и 14 после родов (3-я группа). Четвертая группа была контрольной.

Ежедневно оценивали клиническое состояние и поведенческие реакции животных. Начиная с 15-го дня после родов определяли качество молока, используя прибор CombiFoss FT+ (FOSS, Дания). Учет продуктивности осуществляли в течение 150 дней.

Таблица 1
Гематологические показатели у коров

Table 1
Hematological parameters in cows

Показатели		Эритроциты, 10 ¹² /л	Гемоглобин, г/л	Тромбоциты, 10 ⁹ /л	Лейкоциты, 10 ⁹ /л	Лимфоциты, 10 ⁹ /л
Норма*		5,0–10	90–120	100–800	4,5–12	2,5–7,5
Контрольная	1-й день	6,41 ± 0,50	100,80 ± 4,44	259,60 ± 179,33	8,44 ± 1,66	4,89 ± 1,22
	14-й день	6,75 ± 0,69	107,33 ± 3,51	284,00 ± 67,95	7,24 ± 0,76	4,26 ± 1,41
	28-й день	6,30 ± 0,68	99,50 ± 7,05	265,60 ± 115,70	7,54 ± 2,03	3,94 ± 1,37
1-я опытная	1-й день	7,05 ± 0,40	111,00 ± 6,16	327,20 ± 121,91	11,44 ± 3,14	6,13 ± 1,92
	14-й день	6,87 ± 0,56	106,50 ± 8,89	426,00 ± 199,26*	9,04 ± 3,10	5,17 ± 0,97
	28-й день	6,05 ± 0,76	90,50 ± 6,36*	348,30 ± 110,90	7,05 ± 2,06*	3,65 ± 0,99*
2-я опытная	1-й день	7,49 ± 0,10	113,43 ± 7,28	207,71 ± 86,71	10,41 ± 2,44	5,52 ± 1,32
	14-й день	7,12 ± 0,91	106,75 ± 9,78	405,25 ± 140,29*	9,86 ± 5,06	4,84 ± 0,83
	28-й день	6,74 ± 0,86	98,33 ± 10,02	310,70 ± 102,50	8,68 ± 0,70	4,37 ± 0,53
3-я опытная	1-й день	6,67 ± 0,52	100,40 ± 10,64	301,40 ± 81,12	9,99 ± 2,15	5,26 ± 1,36
	14-й день	6,94 ± 0,60	102,00 ± 5,79	349,60 ± 85,12	7,59 ± 1,23	4,71 ± 1,27
	28-й день	6,20 ± 0,50	97,50 ± 2,38	305,60 ± 80,12	8,32 ± 0,55	4,17 ± 0,41

* различия статистически значимы при $p \leq 0,05$ (differences are statistically significant at $p < 0.05$).

Гематологические исследования проводили трижды: в 1-й день, а также через 14 и 28 дней после отела с забором крови из хвостовой вены.

Морфологический состав крови определяли на анализаторе Abacus Junior Vet (Diatron, Австрия), применяя стандартные реактивы (Diatron, Австрия). Лейкоцитарную формулу подсчитывали в мазках крови, окрашенных по методу Романовского – Гимзы (300 клеток на мазок), на микроскопе Olympus BX 43 (Olympus,

Япония). Иммунологические исследования крови включали: определение относительного содержания Т- и В-лимфоцитов, индекса Т/В, фагоцитарного индекса, фагоцитарной активности нейтрофилов и моноцитов по методике П. Н. Смирнова и соавт. (2007)¹. Учет реакций проводили на микроскопе бинокулярном Olympus BX 43 (Olympus, Япония).

Все манипуляции с животными выполнены с соблюдением норм и этических принципов, изложенных в Европейской конвенции ETS № 123.

Экспериментальные данные были обработаны математическими методами в программах Excel (Microsoft, США) и Statistica 10.0 (StatSoft Inc., США), определены среднеарифметические значения и стандартные отклонения. Достоверность различий вычисляли, используя t -критерий Стьюдента ($p \leq 0,05$).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Анализируемые показатели крови у коров опытных и контрольной групп не выходили за пределы референтного диапазона (табл. 1). Значения содержания в крови животных гемоглобина, объема эритроцитов, количества лейкоцитов, лимфоцитов и тромбоцитов на 14-й и 28-й дни после отела характеризовались незначительной вариабельностью и не превышали границы нормы. Изменения гематологических показателей свидетельствовали о нормализации процессов гемопоэза и восстановлении иммунобиологической реактивности в исследуемый период, что не противоречило работам других исследователей [17].

Динамика функциональной активности нейтрофилов у коров в течение эксперимента представлена в таблице 2.

¹ Панель наиболее информативных тестов для оценки резистентности животных: методические рекомендации. Сост. П. Н. Смирнов и др. Новосибирск; 2007. 37 с. <https://elibrary.ru/qkpwdx>

Таблица 2
Показатели функциональной активности нейтрофилов у коров

Table 2
Functional activity of neutrophils in cows

Группа животных	Показатели	Время после отела		
		1-й день	14-й день	28-й день
Контрольная	ФА, %	37,60 ± 8,41	39,20 ± 8,41	36,00 ± 4,55
	ФИ, у. е.	1,84 ± 0,19	2,31 ± 0,19	5,85 ± 0,17**
1-я опытная	ФА, %	48,00 ± 8,37	52,60 ± 8,41	32,50 ± 0,71*
	ФИ, у. е.	1,96 ± 0,22	4,38 ± 0,19*	6,25 ± 0,07**
2-я опытная	ФА, %	42,29 ± 6,55	47,00 ± 8,41	34,00 ± 1,00
	ФИ, у. е.	2,07 ± 0,37	2,62 ± 0,19	5,83 ± 0,64**
3-я опытная	ФА, %	37,80 ± 9,76	42,80 ± 8,41	33,25 ± 7,45
	ФИ, у. е.	2,36 ± 0,85	3,29 ± 0,19	5,92 ± 0,05**

ФА – фагоцитарная активность (phagocytic activity);

ФИ – фагоцитарный индекс (phagocytic index);

* различия статистически значимы при $p \leq 0,05$ (differences are statistically significant at $p \leq 0.05$);

** различия статистически значимы при $p \leq 0,01$ (differences are statistically significant at $p \leq 0.01$).

Таблица 3
Показатели клеточного и гуморального иммунитета у коров

Table 3
Indicators of cellular and humoral immunity in cows

Группа животных	Время после отела	Абсолютное количество лимфоцитов, 10 ⁹ /л	Т-лимфоциты		В-лимфоциты	
			10 ⁹ /л	%	10 ⁹ /л	%
Контрольная	1-й день	4,89 ± 1,22	1,42 ± 0,41	36,20 ± 8,17	0,96 ± 0,42	24,80 ± 8,67
	14-й день	4,26 ± 1,41	0,65 ± 0,08*	29,20 ± 3,32	0,68 ± 0,11	30,40 ± 5,48
	28-й день	3,94 ± 1,37	1,60 ± 0,39	32,50 ± 6,61	1,21 ± 0,42	25,25 ± 10,21
1-я опытная	1-й день	6,13 ± 1,92	1,62 ± 0,41	28,40 ± 8,02	1,08 ± 0,27	18,80 ± 2,68
	14-й день	5,17 ± 0,97	1,60 ± 0,24	30,52 ± 2,62	1,36 ± 0,17	26,00 ± 7,01
	28-й день	3,65 ± 0,99**	1,56 ± 0,69	35,00 ± 2,83*	1,09 ± 0,18	20,34 ± 5,66
2-я опытная	1-й день	5,52 ± 1,32	2,03 ± 0,73	33,43 ± 6,73	1,31 ± 0,34	24,57 ± 8,56
	14-й день	4,84 ± 0,83	1,56 ± 0,26	32,20 ± 2,82	1,27 ± 0,11	26,24 ± 6,31
	28-й день	4,37 ± 0,53	1,64 ± 1,11	32,00 ± 18,52	0,79 ± 0,31	20,21 ± 4,51
3-я опытная	1-й день	5,26 ± 1,36	1,26 ± 0,17	28,00 ± 4,64	0,88 ± 0,29	19,00 ± 5,92
	14-й день	4,71 ± 1,27	1,78 ± 0,42	37,82 ± 2,44*	1,20 ± 0,19	25,50 ± 5,23
	28-й день	4,17 ± 0,41	2,11 ± 1,10*	44,50 ± 15,86**	0,88 ± 0,27	18,75 ± 2,50

* различия статистически значимы при $p \leq 0,05$ (differences are statistically significant at $p \leq 0.05$);

** различия статистически значимы при $p \leq 0,01$ (differences are statistically significant at $p \leq 0.01$).

Установлено, что на 14-й день после отела во всех группах коров показатели фагоцитарной активности и фагоцитарного индекса незначительно увеличивались по сравнению с 1-м днем, что указывало на усиление поглотительной способности нейтрофилов. К 28-му дню показатели фагоцитарной активности возвращались к уровню первого исследования, в то время как фагоцитарный индекс продолжал нарастать. Так, значения этого показателя у коров увеличились в 2,5–3,2 раза ($p \leq 0,01$) по сравнению с первыми сутками. Полученные данные можно расценивать как положительные и свидетельствующие о повышении устойчивости организма к негативным факторам и снижении риска развития воспалительных процессов [10].

Абсолютное количество лимфоцитов в крови у коров всех групп в послеродовой период снижалось с различной степенью интенсивности (табл. 3). Наиболее существенное уменьшение наблюдали на 28-й день на 40,5% ($p \leq 0,01$) у животных 1-й опытной группы по сравнению с первыми сутками после отела. У коров других групп этот показатель сокращался на 19,4–20,8%, однако не выходил за границы референтного диапазона. Возможно, данные изменения связаны с метаболическими нарушениями и недостатком энергетических ресурсов организма после отела [4].

Относительное содержание Т-лимфоцитов в крови коров во всех группах в 1-й день после отела регистрировали на уровне от 28,00 ± 4,64 до 36,20 ± 8,17%. На 14-й день наблюдений у особой контрольной группы регистрировали снижение данного показателя в 1,2 раза, а к 28-му дню – возвращение к уровню 1-го дня. У животных 1-й и 3-й опытных групп динамика изменений относительного содержания Т-лимфоцитов была противоположной. Так, на протя-

жении всего периода наблюдений данный показатель возрастал в 1,2 ($p \leq 0,05$) и 1,6 ($p \leq 0,01$) раза соответственно, что свидетельствовало о стимуляции клеточного иммунитета.

Количество В-лимфоцитов в крови коров опытных и контрольной групп на начальном этапе исследований (в 1-й день после отела) регистрировали в диапазоне от 18,8 до 24,8%. На протяжении периода исследования во всех группах выявили определенную закономерность: увеличение синтеза В-лимфоцитов к 14-му дню и сокращение их количества к 28-му дню.

Исходя из вышеизложенного, можно предположить, что динамика вариаций уровней Т- и В-лимфоцитов в послеродовой период происходила при опосредованном воздействии изучаемой композиции и имела компенсаторно-восстановительный механизм, основанный на регуляции интенсивности биосинтетических процессов, что подтверждалось рядом исследований [4, 18].

Положительное влияние исследуемой композиции выявили при оценке молочной продуктивности коров. Среднемесячные результаты удоев и содержания массовой доли жира в молоке представлены на рисунках 1 и 2.

Анализируя результаты молочной продуктивности, установили положительную вариативность значений среднесуточных удоев у животных, получавших в составе рациона композицию, содержащую живые бактерии *B. subtilis* и их метаболиты, по сравнению с коровами из контрольной группы. Это свидетельствовало о способности их организма оптимальнее восстанавливаться после отела и выдерживать длительную энергетическую нагрузку, обусловленную стабильной секрецией молока. Так, к окончанию 3-го месяца лактации зарегистрировали пиковые значения продуктивности у коров всех опытных групп по сравнению с первым

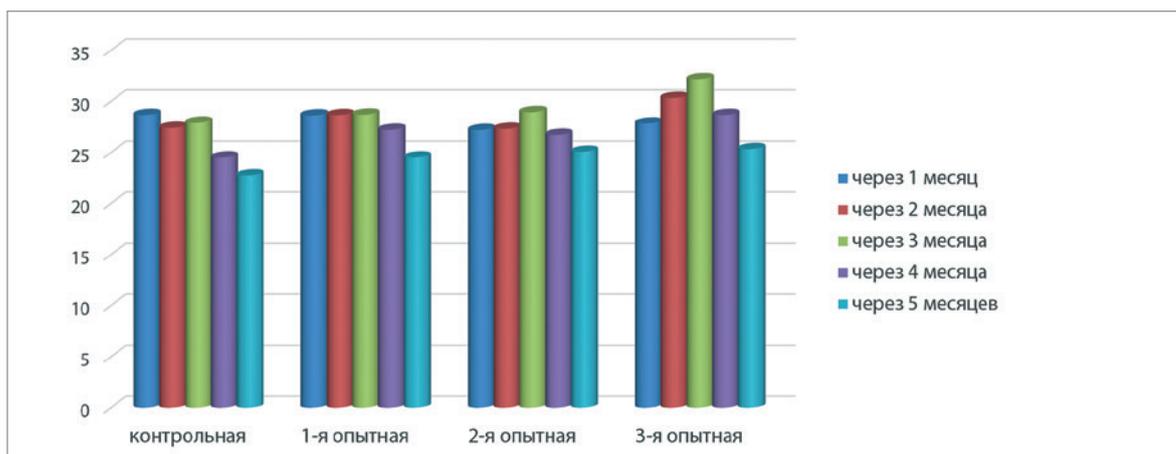


Рис. 1. Динамика ежемесячных удоев коров (кг)

Fig. 1. Monthly dynamics of milk yields (kg)

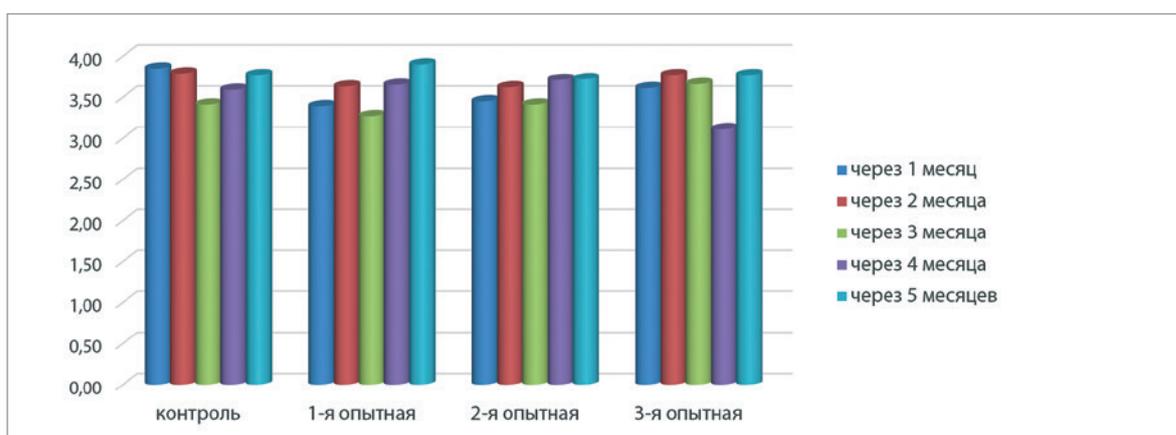


Рис. 2. Изменения массовой доли жира в молоке коров (г/100 г)

Fig. 2. Changes in the mass fraction of milk fat (g/100 g)

месяцем: в 1-й – $28,70 \pm 5,92$ кг, 2-й – $28,94 \pm 6,84$ кг, 3-й – $32,17 \pm 3,33$ кг. Противоположная картина была выявлена у животных контрольной группы – снижение до уровня $27,90 \pm 7,25$ кг.

В последующие месяцы наблюдали закономерное снижение среднесуточных удоев у коров всех групп, но с различной амплитудой. За пять месяцев наблюдений получили следующие среднесуточные удои у коров: 1-й опытной группы – $24,50 \pm 4,15$ кг, 2-й опытной группы – $25,07 \pm 4,38$ кг, 3-й опытной группы – $25,33 \pm 2,52$ кг, контрольной – $22,75 \pm 8,82$ кг.

Важным критерием оценки качества молока является массовая доля жира (рис. 2).

Уровень массовой доли жира в молоке у коров всех опытных групп к окончанию 2-го месяца наблюдений увеличился и составил: в 1-й – $3,63 \pm 0,28$ г/100 г, 2-й – $3,62 \pm 0,31$ г/100 г, 3-й – $3,77 \pm 0,35$ г/100 г (больше на 7,1; 4,9 и 4,4% соответственно). Значения этого показателя у животных контрольной группы не имели существенной разницы.

У животных опытных групп такие изменения являлись косвенным признаком мобилизации жира из организма в молоко. Значительное возрастание уровня жира на 2-м месяце лактации и выраженное снижение его на 3-м месяце может косвенно указывать на развитие лактационного истощения у коров 1-й опытной группы. В последующие месяцы наблюдали незначи-

тельные вариации цифровых значений с возвращением к средним величинам.

Таким образом, наиболее выраженный эффект регистрировали у коров 3-й группы, в рацион которых вводили в предродовой и послеродовой периоды исследуемую композицию, содержащую живые бактерии *B. subtilis* и их метаболиты, что отразилось в увеличении количества и качества молока и согласовывалось с результатами, полученными другими авторами [2, 3, 19, 20].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение композиции, содержащей живые бактерии *B. subtilis* штаммов В-239906 и В-249909 и их метаболиты, оказало позитивное влияние на иммуногематологические показатели крови коров. Выявленные изменения показателей иммунной защиты (абсолютного количества лимфоцитов, Т- и В-лимфоцитов, фагоцитарной активности и фагоцитарного индекса) следует расценивать как адаптационно-компенсаторный механизм, направленный на сохранение и нормализацию обменных процессов метаболической и энергетической направленности.

Более высокие среднесуточные удои выявили у коров 1, 2 и 3-й опытных групп: $24,50 \pm 4,15$; $25,07 \pm 4,38$ и $25,33 \pm 2,52$ кг молока соответственно по сравнению с особями контрольной группы ($22,75 \pm 8,82$ кг).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дорощук С. В. Молочная продуктивность и воспроизводительная функция коров. *Достижения науки и техники АПК*. 2012; (11): 47–49. <https://elibrary.ru/pizfzh>

2. Гумеров А. Б., Белооков А. А., Лоретц О. Г., Горелик О. В., Асенова Б. К. Молочная продуктивность коров при использовании пробиотических ферментных препаратов. *Аграрный вестник Урала*. 2018; (4): 5–9. <https://elibrary.ru/xucoix>

3. Миколайчик И. Н., Морозова Л. А., Абилева Г. У., Субботина Н. А. Биологические и продуктивные показатели стельных сухостойных коров при скармливании иммунобиологических добавок. *Вестник Курганской ГСХА*. 2016; (2): 44–47. <https://elibrary.ru/wiqgrg>

4. Белоусов А. И., Соколова О. В., Беспамятных Е. Н. Применение биохимического скрининга при оценке продуктивного здоровья высокопродуктивных коров в Свердловской области. *Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии*. 2018; (4): 278–280. <https://doi.org/10.17238/issn2072-6023.2018.4.278>

5. Еременко В. Н., Лыткин А. В., Мишагина И. В., Синько О. В., Тюпеньева Г. Е., Лучинина И. Г. Физиология пищеварения и основы рационального питания. *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий*. 2019; 81 (4): 159–165. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-4-159-165>

6. Шкуратова И. А., Ряпосова М. В., Соколова О. В., Белоусов А. И., Верещак Н. А. Патогенетические аспекты развития иммунодефицитного состояния крупного рогатого скота в промышленных территориях. *Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии*. 2018; (4): 255–258. <https://doi.org/10.17238/issn2072-6023.2018.4.255>

7. Шкуратова И. А., Белоусов А. И., Красноперов А. С., Малков С. В. Биохимический профиль высокопродуктивных коров голштинской породы при первичном кетозе. *Ветеринария Кубани*. 2022; (4): 7–9. <https://doi.org/10.33861/2071-8020-2022-4-7-9>

8. Жукова Ю. С., Наговицына Э. В. Экономическая эффективность применения пробиотиков в молочном скотоводстве. *Успехи современной науки и образования*. 2017; 1 (5): 56–58. <https://elibrary.ru/yrrpslj>

9. Субботина Н. А., Морозова Л. А., Миколайчик И. Н. Раздой коров на рационах, обогащенных кормовой добавкой «Мегалак». *Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство*. 2016; (8): 39–46. <https://elibrary.ru/wgxzvz>

10. Cheremushkina I. V., Shakhov A. G., Sashnina L. Yu., Chernitsky A. E., Yerina T. A. Antagonistic activity of a probiotic Prolam in point of bacterial pathogens and its influence on an intestines microbiocenosis, the immune and clinical status of calfs. *Journal of Animal and Veterinary Advances*. 2015; 14 (6): 182–191. <https://doi.org/10.3923/javaa.2015.182-191>

11. Вафин И. Т., Юсупова Г. Р., Шакиров Ш. К., Волков А. Х. Влияние экспериментальной пробиотической добавки на молочную продуктивность и качество молока коров. *Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана*. 2019; 238 (2): 42–45. <https://doi.org/10.31588/2413-4201-1883-238-2-42-46>

12. Исупова М. В. Резервы повышения молочной продуктивности. *Молочное и мясное скотоводство*. 2020; (3): 39–40. <https://elibrary.ru/fwtotbl>

13. Коба И., Наврузшоева Г., Горбатова Х., Белкина Ю. С. Бацелл-М здоровые коровы и качественное молоко. *Животноводство России*. 2021; (12): 48–49. <https://elibrary.ru/svrrpx>

14. Подобед Л. И. Эффективность пробиотика на основе молочнокислых бактерий при смене рациона у дойных коров. *Аграрная наука*. 2020; (11–12): 15–16. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-343-11-15-19>

15. Руин В. А., Кистина А. А., Прытков Ю. Н. Использование пробиотического комплекса в кормлении коров молочной продуктивности. *Аграрный научный журнал*. 2022; (4): 64–66. <https://doi.org/10.28983/asj.2022i4pp64-66>

16. Малков С. В., Красноперов А. С., Поряева А. П., Опарина О. Ю., Белоусов А. И., Бриллиант А. Н. Перспективы применения кормовой добавки на основе метаболитов *Bacillus subtilis* в молочном животноводстве. *Ветеринария сегодня*. 2021; 10 (4): 342–348. <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2021-10-4-342-348>

17. Расторгуева С. Л., Ибишов Д. Ф., Осипов А. П. Исследование комплексного влияния Витадаптина, Гувитана-С и Гермивита на абсолютное содержание лейкоцитов, лимфоцитов и нейтрофилов в периферической крови сухостойных коров. *Пермский аграрный вестник*. 2019; (2): 136–142. <https://elibrary.ru/udsipb>

18. Митяшова О. С., Гусев И. В., Лебедева И. Ю. Обмен веществ и репродуктивная функция в послеродовой период у коров-первотелок при введении им экстракта плаценты. *Сельскохозяйственная биология*. 2017; 52 (2): 323–330. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2017.2.323rus>

19. Шацких Е. В., Бармина И. П. Молочная продуктивность коров голштинской черно-пестрой породы американской селекции в усло-

виях Среднего Урала. *Главный зоотехник*. 2016; (11): 3–8. <https://elibrary.ru/wuxtlz>

20. Оноприенко Н. А., Оноприенко В. В. Влияние пробиотического препарата «Бацелл-М» на молочную продуктивность. *Сборник научных трудов Северо-Кавказского научно-исследовательского института животноводства*. 2016; 5 (1): 95–100. <https://elibrary.ru/vwlqld>

REFERENCES

- Doroshchuk S. V. Milk productivity and reproductive function of cows. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2012; (11): 47–49. <https://elibrary.ru/pizfzh> (in Russ.)
- Gumerov A. B., Beloukov A. A., Loretz O. G., Gorelik O. V., Asenova B. K. The milk yield of cows when using probiotic enzyme preparations. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2018; (4): 5–9. <https://elibrary.ru/xucoix> (in Russ.)
- Mikolaychik I. N., Morozova L. A., Abileva G. U., Subbotina N. A. Biological and productive factors of dry pregnant cows being fed with immunobiological additions. *Vestnik Kurganskoy GSNA*. 2016; (2): 44–47. <https://elibrary.ru/wiqgrg> (in Russ.)
- Belousov A. I., Sokolova O. V., Bespamyatnykh E. N. The use of biochemical screening in assessing the productive health of high-yielding cows in the Sverdlovsk Region. *Legal Regulation in Veterinary Medicine*. 2018; (4): 278–280. <https://doi.org/10.17238/issn2072-6023.2018.4.278> (in Russ.)
- Eremenko V. N., Lytkin A. V., Mishagina I. V., Sinko O. V., Tyupenkova G. E., Luchinina I. G. Physiology of digestion and basis of rational nutrition. *Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*. 2019; 81 (4): 159–165. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-4-159-165> (in Russ.)
- Shkuratova I. A., Ryaposova M. V., Sokolova O. V., Belousov A. I., Vereshchak N. A. Pathogenetic aspects of the development of the immune deficiency condition of the cattle in the industrial territories. *Legal Regulation in Veterinary Medicine*. 2018; (4): 255–258. <https://doi.org/10.17238/issn2072-6023.2018.4.255> (in Russ.)
- Shkuratova I. A., Belousov A. I., Krasnoperov A. S., Malkov S. V. Features of the biochemical profile of highly productive Holstein cows at primary ketosis. *Veterinaria Kubani*. 2022; (4): 7–9. <https://doi.org/10.33861/2071-8020-2022-4-7-9> (in Russ.)
- Zhukova Yu. S., Nagovitsyna E. V. Economic efficiency of application of probiotics in dairy cattle. *Success of Modern Science and Education*. 2017; 1 (5): 56–58. <https://elibrary.ru/yrrpslj> (in Russ.)
- Subbotina N. A., Morozova L. A., Mikolaychik I. N. Increasing the milk yield of cows on rations enriched by feed additive Megalac. *Feeding of Agricultural Animals and Feed Production*. 2016; (8): 39–46. <https://elibrary.ru/wgxzvz> (in Russ.)
- Cheremushkina I. V., Shakhov A. G., Sashnina L. Yu., Chernitsky A. E., Yerina T. A. Antagonistic activity of a probiotic Prolam in point of bacterial pathogens and its influence on an intestines microbiocenosis, the immune and clinical status of calfs. *Journal of Animal and Veterinary Advances*. 2015; 14 (6): 182–191. <https://doi.org/10.3923/javaa.2015.182-191>
- Vafin I. T., Yusupova G. R., Shakhov S. K., Volkov A. X. The effect of experimental probiotic supplements on milk production and milk quality of cows. *Scientific notes Kazan Bauman State Academy of Veterinary Medicine*. 2019; 238 (2): 42–45. <https://doi.org/10.31588/2413-4201-1883-238-2-42-46> (in Russ.)
- Isupova M. V. Rezervy povysheniya molochnoi produktivnosti = Potential for increasing milk yields. *Dairy and Beef Cattle Farming*. 2020; (3): 39–40. <https://elibrary.ru/fwtotbl> (in Russ.)
- Koba I., Navruzshoeva G., Gorbatova Kh., Belkina Yu. S. Batsell-M zdorovyie korovy i kachestvennoe moloko = With BACELL-M: healthy cows and high-quality milk. *Animal Husbandry of Russia*. 2021; (12): 48–49. <https://elibrary.ru/svrrpx> (in Russ.)
- Podobed L. I. Effectiveness of a probiotic based on lactic acid bacteria when changing diets in dairy cows. *Agrarian science*. 2020; (11–12): 15–16. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-343-11-15-19> (in Russ.)
- Ruin V. A., Kistina A. A., Prytkov Yu. N. The use of a probiotic complex in feeding dairy cows. *Agrarian Scientific Journal*. 2022; (4): 64–66. <https://doi.org/10.28983/asj.2022i4pp64-66> (in Russ.)
- Malkov S. V., Krasnoperov A. S., Poryvaeva A. P., Oparina O. Yu., Belousov A. I., Brilliant A. N. Prospects for the use of a *Bacillus subtilis* metabolites-based feed additive in dairy farming. *Veterinary Science Today*. 2021; 10 (4): 342–348. <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2021-10-4-342-348>
- Rastorguyeva S. L., Ibishov D. F., Osipov A. P. Integrated effect of the Vitadapten, the Guvitan-C, and the Germiviti on the absolute level of leukocytes, lymphocytes, and neutrophils in the peripheral blood of dry cows. *Perm Agrarian Journal*. 2019; (2): 136–142. <https://elibrary.ru/udsipb> (in Russ.)
- Mityashova O. S., Gusev I. V., Lebedeva I. Yu. Metabolism and reproductive function during the postpartum period in first-calf cows when introducing the placenta extract. *Agricultural Biology*. 2017; 52 (2): 323–330. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2017.2.323eng>

19. Shatskikh E., Barmina I. The milk productivity of cows of Holstein black-and-white breed of American selection under conditions of Middle Urals. *Head of Animal Breeding*. 2016; (11): 3–8. <https://elibrary.ru/wyxtlz> (in Russ.)

20. Onoprienko N. A., Onoprienko V. V. Effect of probiotic preparation "Bacell-M" on milk productivity. *Collection of Scientific Papers of North-*

Caucasus Research Institute of Animal Husbandry. 2016; 5 (1): 95–100. <https://elibrary.ru/vwlqld> (in Russ.)

Поступила в редакцию / Received 05.06.2024

Поступила после рецензирования / Revised 09.07.2024

Принята к публикации / Accepted 24.09.2024

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Опарина Ольга Юрьевна, канд. вет. наук, старший научный сотрудник ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия; <https://orcid.org/0000-0001-6106-3003>, olia91oparina@yandex.ru

Красноперов Александр Сергеевич, канд. вет. наук, старший научный сотрудник ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия; <https://orcid.org/0000-0001-5281-803X>, marafon.86@list.ru

Малков Сергей Витальевич, канд. вет. наук, старший научный сотрудник ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия; <https://orcid.org/0000-0002-1961-4972>, aibolit_2001@mail.ru

Белоусов Александр Иванович, д-р вет. наук, ведущий научный сотрудник ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия; <https://orcid.org/0000-0002-7838-4126>, white-knight@mail.ru

Черницкий Антон Евгеньевич, д-р биол. наук, ведущий научный сотрудник ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия; <https://orcid.org/0000-0001-8953-687X>, cherae@mail.ru

Вершинина Ирина Юрьевна, научный сотрудник ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия; <https://orcid.org/0009-0000-7724-0991>, lotus2012@yandex.ru

Olga Yu. Oparina, Cand. Sci. (Veterinary Medicine), Senior Researcher, Ural Federal Agrarian Scientific Research Centre, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia; <https://orcid.org/0000-0001-6106-3003>, olia91oparina@yandex.ru

Alexander S. Krasnoperov, Cand. Sci. (Veterinary Medicine), Senior Researcher, Ural Federal Agrarian Scientific Research Centre, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia; <https://orcid.org/0000-0001-5281-803X>, marafon.86@list.ru

Sergey V. Malkov, Cand. Sci. (Veterinary Medicine), Senior Researcher, Ural Federal Agrarian Scientific Research Centre, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-1961-4972>, aibolit_2001@mail.ru

Alexander I. Belousov, Dr. Sci. (Veterinary Medicine), Leading Researcher, Ural Federal Agrarian Scientific Research Centre, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-7838-4126>, white-knight@mail.ru

Anton E. Chernitskiy, Dr. Sci. (Biology), Leading Researcher, Ural Federal Agrarian Scientific Research Centre, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia; <https://orcid.org/0000-0001-8953-687X>, cherae@mail.ru

Irina Yu. Verшинina, Researcher, Ural Federal Agrarian Scientific Research Centre, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia; <https://orcid.org/0009-0000-7724-0991>, lotus2012@yandex.ru

Вклад авторов: Авторы внесли равный вклад в проведение исследования: определение целей и задач; сбор литературных данных; разработка дизайна экспериментального исследования; проведение лабораторных исследований; сбор и систематизация данных; анализ экспериментальных и лабораторных исследований; обобщение и интерпретация результатов исследования; формулировка выводов; оформление ключевых результатов исследования в виде статьи.

Contribution: The authors made an equal contribution to the research: definition of goals and objectives; collection of published data; developing experiment design; laboratory tests; data collection and processing; analyzing experiments and laboratory test results; generalization and interpretation of the test results; making conclusions; preparing an article based on the key research results