

Животноводство и кормопроизводство. 2026. Т. 109. № 3. С. 160-173.

Animal Husbandry and Fodder Production. 2026. Vol. 109. No. 3. P. 160-173.

Научная статья

УДК 637.127.3:636.088.5

doi: 10.33284/2658-3135-109-3-160

**Влияние многокомпонентного биопрепарата на молочную продуктивность и показатели
белкового обмена у высокопродуктивных коров**

**Игорь Владимирович Гусаров¹, Валентина Анатольевна Филиппова^{2,8},
Ирина Александровна Ключникова³, Ксения Андреевна Соколова^{4,9},
Георгий Юрьевич Лаптев^{5,10}, Дарья Георгиевна Тюрина⁶, Владислав Николаевич Большаков⁷**

¹Северо-Западный научно-исследовательский институт молочного и лугопастбищного хозяйства
имени А.С. Емельянова, Молочное, Вологодская область, Россия

^{2,3,4,5}Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, Пушкин, Россия

^{6,7,8,9,10}ООО «БИОТРОФ», Санкт-Петербург, Россия

¹i-gusarov@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3497-3703>

^{2,8}filippova@biotrof.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8789-9837>

³klyuchnikova.irinaa@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0008-6484-1235>

^{4,9}kalitkina.xeniya@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-9541-6839>

^{5,10}georg-laptev@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8795-6659>

⁶tiurina2@biotrof.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9001-2432>

⁷bvn@biotrof.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9764-327X>

Аннотация. В условиях интенсификации молочного скотоводства одна из главных проблем - снижение эффективности синтеза микробного протеина в рубце высокопродуктивных коров. Целью исследования была оценка влияния многокомпонентного биопрепарата РУМИТ ПРО на молочную продуктивность и физиолого-биохимический статус крови, прежде всего, показатели белкового обмена у высокопродуктивных коров. В результате применения кормовой добавки РУМИТ ПРО в течение 4 месяцев произошло увеличение среднесуточного удоя у коров на 7,1 кг по сравнению с контролем ($P \leq 0,05$). Комплексный биохимический анализ сыворотки крови выявил положительную модуляцию ключевых метаболических процессов, лежащих в основе этого эффекта. Так, уровень гамма-глобулинов, фракции, содержащей антитела (иммуноглобулины), был достоверно повышен под влиянием кормовой добавки на 2-м месяце лактации: $23,80 \pm 2,10$ г/л (опыт) против $19,00 \pm 1,10$ г/л (контроль) ($P \leq 0,05$).

Ключевые слова: микробный белок, биопрепарат, рубец, кормовые добавки, микробиота

Для цитирования: Влияние многокомпонентного биопрепарата на молочную продуктивность и показатели белкового обмена у высокопродуктивных коров / И.В. Гусаров, В.А. Филиппова, И.А. Ключникова, К.А. Соколова, Г.Ю. Лаптев, Д.Г. Тюрина, В.Н. Большаков // Животноводство и кормопроизводство. 2026. Т. 109. № 3. С. 160-173. [Gusarov IV, Filippova VA, Klyuchnikova IA et al. The effect of a multicomponent biopreparation on milk productivity and protein metabolism in highly productive cows. Animal Husbandry and Fodder Production. 2026;109(3):160-173. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-109-3-160>

Original article

The effect of a multicomponent biopreparation on milk productivity and protein metabolism in highly productive cows

**Igor V Gusarov¹, Valentina A Filippova^{2,8}, Irina A Klyuchnikova³, Ksenia A Sokolova^{4,9},
Georgy Yu Laptev^{5,10}, Daria G Tyurina⁶, Vladislav N Bolshakov⁷**

¹A.S. Emelyanov Northwest Research Institute of Dairy and Meadow-Pasture Farming, Molotchnoye, Volgda region, Russia

^{2,3,4,5}Saint Petersburg State Agrarian University, Pushkin, Russia

^{6,7,8,9,10}LLC “BIOTROF”, Saint Petersburg, Russia

¹i-gusarov@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3497-3703>

^{2,8}filippova@biotrof.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8789-9837>

³klyuchnikova.irinaa@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0008-6484-1235>

^{4,9}kalitkina.xeniya@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-9541-6839>

^{5,10}georg-laptev@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8795-6659>

⁶tiurina2@biotrof.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9001-2432>

⁷bvn@biotrof.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9764-327X>

Abstract. In the context of intensified dairy cattle production, one of the major challenges is the decreased efficiency of ruminal microbial protein synthesis in high-producing cows. The aim of this study was to evaluate the effects of the multicomponent bioproduct RUMIT PRO on milk yield and the physiological-biochemical status of blood, particularly parameters of protein metabolism, in high-yielding cows. Administration of the feed additive RUMIT PRO for 4 months resulted in an increase in average daily milk yield by 7.1 kg compared to the control group ($P \leq 0.05$). Comprehensive biochemical analysis of serum revealed positive modulation of key metabolic processes underlying this effect. Specifically, the level of gamma globulins, the fraction containing antibodies (immunoglobulins), was significantly increased under the influence of the feed additive in the second month of lactation: 23.80 ± 2.10 g/L (experimental) versus 19.00 ± 1.10 g/L (control) ($P \leq 0.05$).

Keywords: microbial protein, biopreparation, rumen, feed additives, microbiota

For citation: Gusarov IV, Filippova VA, Klyuchnikova IA et al. The effect of a multicomponent biopreparation on milk productivity and protein metabolism in highly productive cows. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2026;109(3):160-173. (In Russ.). <https://doi.org/10.33284/2658-3135-109-3-160>

Введение.

В современных условиях интенсификации молочного скотоводства особое значение приобретает повышение эффективности использования питательных веществ рациона и оптимизация процессов рубцового пищеварения у высокопродуктивных коров (Ильина Л.А. и др., 2017а; Ильина Л.А. и Иылдырым Е.А., 2017б; Matthews С et al., 2019). Ключевым фактором, определяющим продуктивность животных, является синтез микробного протеина, который обеспечивает организм значительной долей аминокислот, используемых для синтеза молочного белка и других метаболических процессов (Pszczolkowski VL, 2020).

Рубцовые микроорганизмы формируют значительную часть аминокислотного обеспечения организма животного, однако на фоне высококонцентрированных рационов метаболическая активность микробного сообщества угнетается (Ramos SC et al., 2021). В результате такого кормления часть АТФ используется не на синтез протеина, а на энергетические и поддерживающие функции (Lima J et al., 2023). В современных условиях наблюдается снижение эффективности синтеза микробного протеина (Lima J et al., 2023). Существенную роль в данном процессе играет таксономическая структура рубца и особенности метаболизма отдельных микробных групп (Zhu Y et al., 2025).

По данным исследований (Zain M et al., 2024), направленное модулирование микробных сообществ с применением биологических препаратов и метаболических регуляторов способно увеличивать эффективность синтеза микробного белка и оптимизировать использование кормовых ресурсов.

Несмотря на доказанную эффективность направленной модуляции рубцового метаболизма, современный рынок кормовых решений сталкивается с рядом ограничений (Лаптев Г.Ю. и др., 2021). Отдельные имеющиеся препараты либо базируются на импортных компонентах, что в текущих геополитических условиях сопряжено с логистическими сложностями и высокой стоимостью, либо попадают под санкционные ограничения.

В связи с этим актуальной задачей для отечественного агропромышленного комплекса является разработка и научное обоснование новых комплексных биопрепаратов, сочетающих в себе свойства пробиотиков, фитобиотиков и метаболических регуляторов. Такие решения должны не только обеспечивать импортозамещение, но и обладать высокой биологической эффективностью.

Цель исследования.

Оценка влияния нового многокомпонентного биопрепарата РУМИТ ПРО на молочную продуктивность и физиолого-биохимический статус крови, прежде всего, показатели белкового обмена у высокопродуктивных коров.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Дойные коровы-аналоги голштинской породы 4 лактации с живой массой 608 кг.

Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями и рекомендациями нормативных актов: протоколы Женевской конвенции и принципы надлежащей лабораторной практики (Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 53434-2009). При проведении исследований были предприняты меры для обеспечения минимума страданий животных и уменьшения количества исследуемых опытных образцов.

Схема эксперимента. Научно-производственные испытания кормовой добавки РУМИТ ПРО (ООО «БИОТРОФ», Россия) проводили на базе племпзавода колхоз «Аврора» (Вологодская область, Грязовецкий муниципальный округ, деревня Хорошево). Животные содержались на привязи. Экспериментальные исследования проводились в период с января 2025 года по конец июня 2025 года. Животные были отобраны по принципу аналогов и распределены на 2 группы по 5 голов в каждой: контрольная группа – животные с основным рационом (ОР), опытная группа – ОР с добавлением РУМИТ ПРО в количестве 50 г на голову в сутки. Для периода 1-30 дней лактации суточный ОР массой 42,6 кг включал объемистые корма (63,2 %), представленные преимущественно кукурузным силосом, а также силосом и сенажом злаково-бобовых трав, и комбикорм (36,8 %). Для фазы 31-260 дней лактации суточный ОР массой 52,3 кг состоял из объемистых кормов (49,6 %) с преобладанием сенажа многолетних злаковых трав и концентрированных кормов (50,4 %). Введение РУМИТ ПРО в рацион осуществляли в течение ключевых метаболических периодов: транзитный период (сухостой) и раздой. Введение РУМИТ ПРО в рацион проводили индивидуально.

Биопрепарат РУМИТ ПРО – композиция, разработанная для направленного увеличения синтеза микробиального протеина в рубце. Ее комплексное действие обеспечивается четырьмя ключевыми группами функциональных компонентов. Целлюлолитический пробиотик в составе – высокоактивный штамм для деструкции клетчатки и стимуляции аминокислотного синтеза рубцовой микробиотой. Протеопротекторный минеральный комплекс включает ионы микроэлементов, стабилизирующие кормовой белок за счет электростатического связывания, снижая его доступность для микробной деградации. Ацетат натрия представляет собой субстрат для липогенеза, стимулятор белкового синтеза и регулятор кислотно-электролитного гомеостаза. Двухкомпонентный фитогенный ингибитор протеолиза – комбинация эфирного масла и растительного экстракта, селективно подавляющие активность микробных протеаз и дезаминаз, что направляет больший поток нерасщепленного белка в кишечник.

Для анализа зоотехнических параметров коров, динамики молочной продуктивности и воспроизводства использовались оперативные данные сельскохозяйственного предприятия. Далее применяли статистические методы для обработки полученной информации.

Кровь у животных отбирали из хвостовой вены в утренние часы, до кормления, исключая возможность влияния на концентрацию метаболитов. Биохимические показатели крови, отобранные для биотестирования коров, являются продуктами межучточного метаболизма (обмена), отражают направленность его на синтез за счет питательных веществ, поступивших из рациона (экзогенных источников), или за счет использования жировых, белковых, минеральных депонированных ресурсов организма (эндогенных источников).

Оборудование и технические средства. В лаборатории биохимии и физиологии животных ЦКП «Центр сельскохозяйственных исследований и биотехнологий» ФГБУН ВолНЦ РАН проводились исследования крови коров, определяли средние значения биохимических показателей. Для определения содержания показателей крови использовалось следующее оборудование: однолучевой сканирующий спектрофотометр UNICO модель 2800 («United Products & Instruments, Inc.», США), КФК-2 (АО «Загорский оптико-механический завод», Россия), рефрактометр RL 2 (Россия), пипеточные дозаторы переменного объема («Eppendorf SE», Германия). На ряду с этим в аналитической работе использовался автоматический биохимический анализатор DIRUI CS-T240 («Dirui Industrial Co., Ltd.», Китай). Проведение исследований крови осуществлялось при использовании диагностических наборов «Агат-Мед» (Москва), наборов биохимических реагентов для ветеринарии ДиаВетТест (Москва), BSBE (Китай), Trulab DiaSys (Германия), а также общепринятых в ветеринарной практике методик. Описание методов исследования представлено в таблице 1.

Таблица 1. Методы исследований биохимических показателей крови
Table 1. Methods for studying biochemical blood parameters

Показатели крови / <i>Blood values</i>	Исследуемый объект / <i>Object of study</i>	Метод исследования / <i>Research method</i>
Глюкоза / <i>Glucose</i>	Сыворотка крови / <i>Blood serum</i>	Колориметрический глюкозооксидазный / <i>Colorimetric glucose oxidase method</i>
Кетоновые тела / <i>Ketone bodies</i>	Кровь / <i>Blood</i>	Йодометрический / <i>Iodometric method</i>
Пировиноградная кислота / <i>Pyruvic acid</i>	Кровь / <i>Blood</i>	Колориметрический / <i>Colorimetric method</i>
НЭЖК / <i>Non-esterified fatty acids (NEFA)</i>	Сыворотка крови / <i>Blood serum</i>	Колориметрический / <i>Colorimetric method</i>
Общий белок / <i>Total protein</i>	Сыворотка крови / <i>Blood serum</i>	Рефрактометрический / <i>Refractometric method</i>
Альбумины, гамма-глобулины / <i>Albumins, gamma globulins</i>	Сыворотка крови / <i>Blood serum</i>	Колориметрический; электрофорез на агар-агаре / <i>Colorimetric method; agar gel electrophoresis</i>
Мочевина / <i>Urea</i>	Сыворотка крови / <i>Blood serum</i>	Колориметрический диацетилмонооксимный / <i>Colorimetric diacetyl monoxime method</i>
АЛТ, АСТ / <i>ALT, AST</i>	Сыворотка крови / <i>Blood serum</i>	Колориметрический динитрофенилгидразоновый / <i>Colorimetric dinitrophenylhydrazone method</i>
Аминный азот / <i>Amino nitrogen</i>	Сыворотка крови / <i>Blood serum</i>	Колориметрический / <i>Colorimetric method</i>
Кальций / <i>Calcium</i>	Сыворотка крови / <i>Blood serum</i>	Колориметрический с о-крезолфталейнкомплексом (КФК) / <i>Colorimetric method with o-cresolphthalein complexone (OCP)</i>
Фосфор / <i>Phosphorus</i>	Сыворотка крови / <i>Blood serum</i>	Колориметрический, основан на восстановлении фосформолибденовой кислоты / <i>Colorimetric method based on reduction of phosphomolybdic acid</i>
Кислотная емкость / <i>Acid capacity</i>	Сыворотка крови / <i>Blood serum</i>	Колориметрический / <i>Colorimetric method</i>
Каротин / <i>Carotene</i>	Сыворотка крови / <i>Blood serum</i>	Колориметрический, экстракция бензином / <i>Colorimetric method, benzene extraction</i>

Статистическая обработка. Для анализа результатов были использованы методы математической статистики, включая многофакторный дисперсионный анализ (ANOVA). Расчеты проводились с применением программных средств «Microsoft Excel» («Microsoft», США) XP/2003 и R-Studio (v. 1.1.453), доступной по адресу <https://rstudio.com> (RStudio, 2018).

Результаты исследований.

В результате проведенного эксперимента было установлено положительное влияние кормовой добавки РУМИТ ПРО на молочную продуктивность коров, о чем свидетельствуют данные таблицы 2.

Таблица 2. Влияние добавки РУМИТ ПРО на молочную продуктивность коров ($M \pm m$, $n=5$)

Table 2. Effect of the RUMIT PRO on the milk productivity of cows ($M \pm m$, $n=5$)

Показатели / Indicators	Период / Period				
	1-й месяц/ 1 st month	2-й месяц/ 2 nd month	3-й месяц/ 3 rd month	4-й месяц/ 4 th month	за период опыта/ Ex- perimental period
Контрольная группа / Control group					
Среднесуточный удой на 1 корову, кг / Average daily milk yield per cow, kg	39,50±6,75	35,40±4,05	39,18±3,80	32,08±8,26	36,54±2,72
Валовой надой молока на 1 корову, кг / Gross milk yield per cow, kg	1224,50±209,39	1097,40±125,48	1214,43±117,88	994,33±256,02	1132,66±177,19
Валовый надой в пересчете на базисную жирность на 1 корову, кг / Fat-corrected milk yield per cow, kg	1381,15±287,47	1395,95±243,55	1194,80±112,95	1195,34±269,11	1291,81±228,27
МДЖ, % / Milk fat content, %	3,79±0,20	4,26±0,30	3,36±0,10	4,14±0,28	3,89±0,22
МДБ, % / Milk protein content, %	3,32±0,03	3,51±0,08	3,12±0,05	3,44±0,03	3,34±0,05
Опытная группа / Experimental group					
Среднесуточный удой на 1 корову, кг / Average daily milk yield per cow, kg	44,60±4,04	42,56±4,81	45,60±4,08	38,80±3,67	42,89±2,15*
Валовой надой молока на 1 корову, кг / Gross milk yield per cow, kg	1382,60±125,39	1319,36±149,12	1413,60±126,51	1202,80±113,75	1329,59±128,69
Валовый надой в пересчете на базисную жирность на 1 корову, кг / Fat-corrected milk yield per cow, kg	1588,57±175,98	1531,60±220,85	1382,83±133,57	1271,59±144,60	1443,15±168,75
МДЖ, % / Milk fat content, %	3,88±0,11	3,90±0,24	3,32±0,09	3,58±0,06	3,67±0,17
МДБ, % / Milk protein content, %	3,30±0,03	3,32±0,05	3,13±0,07	3,25±0,12	3,25±0,07

Примечание: * – $P \leq 0,05$ при сравнении опытной и контрольной групп согласно критерию Стьюдента

Note: * – $P \leq 0.05$ comparing the experimental and control groups according to the Student's t-test

В результате применения кормовой добавки РУМИТ ПРО в течение 4 месяцев произошло увеличение среднесуточного удоя у коров на 7,1 (6,53) кг, что на 17,4 % превосходит контрольные значения ($p \leq 0,05$). Различия между группами по количеству жира и белка в молоке были статистически незначимы. Однако, обсуждая тенденцию снижения показателей качества, стоит отметить, что определенное снижение процента жира и белка в молоке является частым явлением при значительном увеличении объемов производства молока (Zhang J et al., 2026) связанное с тем, что организм лактирующей коровы «перераспределяет» питательные вещества. Поток глюкозы и аминокислот в первую очередь направляется на синтез лактозы (основного осмотически активного компонента, определяющего объем молока), а не на синтез жира и белка (Hettinga KA, 2019). Это явление известно как «эффект разбавления» (dilution effect) или «обратная зависимость удоя и компонентного состава молока», вызванная увеличением синтеза лактозы, а не следствием изменений содержания ацетата (предшественника жира) в рубце (Yu Y et al., 2024). Секреция жира и белка молочной железой также имеет свой физиологический «потолок» в единицу времени (Gross JJ, 2023). В то же время, несмотря на отсутствие статистической значимости, в нашем эксперименте имела тенденция увеличения валового надоя молока в пересчете на базисную жирность в опытной группе по сравнению с контролем на протяжении всего периода опыта: $1443,15 \pm 168,75$ против $1291,81 \pm 228,27$ кг.

Для изучения влияния на процессы метаболизма подопытных животных включенной в рацион коров кормовой добавки были изучены физиолого-биохимические показатели крови. Проведенные исследования показали, что в целом концентрация метаболитов у животных всех групп была в пределах допустимых физиологических норм (табл. 3).

Таблица 3. Сравнительная характеристика метаболических показателей крови по периодам лактации ($M \pm m$, $n=3$)

Table 3. Comparative characteristics of blood metabolic parameters by lactation period ($M \pm m$, $n=3$)

Показатель / Indicator	До начала опыта / <i>Be- fore experi- ment</i>	1-й месяц/ 1 st month	2-й месяц/ 2 nd month	3-й месяц/ 3 rd month	4-й месяц/ 4 th month	Среднее за опыт / <i>Aver- age during experiment</i>
1	2	3	4	5	6	7
Контрольная группа / <i>Control group</i>						
Глюкоза, ммоль/л / <i>Glucose, mmol/L</i>	$2,69 \pm 0,08$	$2,54 \pm 0,05$	$2,56 \pm 0,2$	$3,02 \pm 0,56$	$2,14 \pm 0,16$	$2,57 \pm 0,20$
Пировиноградная кислота, мкмоль/л / <i>Pyruvic acid, μmol/L</i>	$75,68 \pm 19,85$	$59,55 \pm 7,44$	$68,24 \pm 2,48$	$53,55 \pm 4,96$	$65,76 \pm 18,61$	$62,03 \pm 6,20$
НЭЖК, мг-экв/мл / <i>NEFA, mg-eq/mL</i>	$0,54 \pm 0,07$	$0,41 \pm 0,02$	$0,30 \pm 0,05$	$0,30 \pm 0,01$	$0,85 \pm 0,34$	$0,48 \pm 0,12$
Кетоновые тела, г/л / <i>Ketone bodies, g/L</i>	$1,11 \pm 0,18$	$0,86 \pm 0,10$	$0,99 \pm 0,13$	$0,59 \pm 0,06$	$0,62 \pm 0,09$	$0,74 \pm 0,07$
Общий белок, г/л / <i>Total protein, g/L</i>	$78,10 \pm 1,50$	$76,80 \pm 1,80$	$76,10 \pm 2,70$	$77,90 \pm 1,60$	$80,20 \pm 3,60$	$78,10 \pm 1,50$
Альбумины, г/л / <i>Albumins, g/L</i>	$32,90 \pm 2,30$	$31,40 \pm 1,50$	$35,90 \pm 2,30$	$36,00 \pm 1,60$	$35,60 \pm 1,50$	$35,80 \pm 0,90$
Альфа 1 Глобулины, г/л / <i>Alpha-1 globulins, g/L</i>	$6,30 \pm 0,60$	$7,10 \pm 0,20$	$6,20 \pm 0,30$	$5,60 \pm 0,40$	$7,30 \pm 0,60$	$6,40 \pm 0,30$
Альфа 2 Глобулины, г/л / <i>Alpha-2 globulins, g/L</i>	$8,20 \pm 0,90$	$8,80 \pm 0,40$	$6,60 \pm 0,20$	$6,90 \pm 0,50$	$7,60 \pm 0,10$	$7,00 \pm 0,20$

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7
Бета Глобулины, г/л / <i>Beta globulins, g/L</i>	9,30±0,50	9,50±0,80	8,50±0,30	7,50±0,60	9,00±0,70	8,30±0,30
Гамма Глобулины, г/л / <i>Gamma globulins, g/L</i>	21,40±2,20	20,00±1,30	19,00±1,10	22,00±1,20	20,70±2,90	20,60±1,00
Белковый индекс / <i>Protein index</i>	0,73±0,07	0,70±0,06	0,89±0,06	0,86±0,05	0,82±0,08	0,86±0,03
Мочевина, ммоль/л / <i>Urea, mmol/L</i>	6,08±0,56	5,26±0,61	4,71±0,81	7,24±0,42	5,35±0,68	5,77±0,44
Аминный азот, ммоль/л / <i>Amino nitro- gen, mmol/L</i>	2,29±0,15	2,62±0,24*	2,61±0,17*	2,31±0,07	2,02±0,21	2,32±0,11
АЛТ, ед./мл*ч / <i>ALT, U/mL*h</i>	22,80±1,21	20,46±2,54	25,28±3,52	32,82±6,11	40,58±4,39	32,89±2,94
АСТ, ед./мл* ч / <i>AST, U/mL*h</i>	29,52±2,30	30,22±0,42	31,96±1,59	99,54±14,9	104,4±17,01*	78,63±11,21
Са, ммоль/л / <i>Calcium, mmol/L</i>	2,23±0,12	2,04±0,04	2,47±0,14	2,24±0,15	2,39±0,03	2,37±0,06
Р, ммоль/л / <i>Phosphorus, mmol/L</i>	1,24±0,04	1,25±0,05	1,40±0,08	1,30±0,09	1,22±0,03	1,30±0,04
Ca/P / <i>Ca/P ratio</i>	2,33±0,12	2,12±0,09	2,29±0,14	2,30±0,32	2,54±0,07	2,38±0,11
Кислотная емкость, мг% / <i>Acid capacity, mg%</i>	376,00±2,83	436,80±4,34	453,60±6,72	436,4±3,85	416,80±2,19	435,73±4,75
Опытная группа / <i>Experimental group</i>						
Глюкоза, ммоль/л / <i>Glucose, mmol/L</i>	2,43±0,11	2,62±0,09	1,77±0,40*	1,97±0,24*	2,15±0,26	1,96±0,15*
Пировиноградная кислота, мкмоль/л / <i>Pyruvic acid, μmol/L</i>	67,00±9,93	65,76±7,44	85,61±4,96*	85,6±11,17*	101,7±32,26	90,57±9,93*
НЭЖК, мг-экв/мл / <i>NEFA, mg-eq/mL</i>	0,61±0,15	0,27±0,03*	0,68±0,24*	0,34±0,06	0,87±0,05	0,63±0,10
Кетоновые тела, г/л / <i>Ketone bodies, g/L</i>	1,41±0,14	0,77±0,04	1,11±0,11	0,69±0,12	0,55±0,08	0,78±0,09
Общий белок, г/л / <i>Total protein, g/L</i>	81,70±2,40	84,40±1,00*	81,2±1,00*	82,00±2,40*	84,10±1,80	82,40±0,90*
Альбумины, г/л / <i>Albumins, g/L</i>	37,00±0,90	35,30±1,60	37,30±2,40	38,90±1,10	40,20±2,00*	38,80±1,00*
Альфа 1 Глобулины, г/л / <i>Alpha-1 globulins, g/L</i>	5,20±0,40	8,10±0,90	5,50±0,30	4,90±0,70	6,80±0,70	5,70±0,40
Альфа 2 Глобулины, г/л / <i>Alpha-2 globulins, g/L</i>	7,40±0,50	9,60±1,00	6,40±0,50	6,20±0,30	7,90±0,40	6,80±0,30
Бета Глобулины, г/л / <i>Beta globulins, g/L</i>	9,60±0,90	8,90±0,80	8,30±0,50	7,60±0,60	7,90±0,40	7,90±0,20
Гамма Глобулины, г/л / <i>Gamma globulins, g/L</i>	22,50±2,10	22,60±1,90	23,80±2,10*	25,10±2,00	21,50±1,40	23,30±1,00*
Белковый индекс / <i>Protein index</i>	0,84±0,06	0,73±0,07	0,86±0,09	0,91±0,08	0,92±0,05	0,90±0,04
Мочевина, ммоль/л / <i>Urea, mmol/L</i>	4,60±0,55	4,66±0,28	4,56±1,03	8,04±0,47	5,39±0,39	6,03±0,56

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7
Аминный азот, ммоль/л / <i>Amino nitrogen, mmol/L</i>	2,58 ± 0,24	3,23 ± 0,25*	2,04 ± 0,24*	2,64 ± 0,31	1,96 ± 0,18	2,21 ± 0,15
АЛТ, ед./мл*ч / <i>ALT, U/mL*h</i>	19,38 ± 1,66	19,62 ± 0,64	25,58 ± 3,05	47,88 ± 2,22*	52,58 ± 3,81*	42,01 ± 3,99*
АСТ, ед./мл*ч / <i>AST, U/mL*h</i>	27,08 ± 2,59	31,98 ± 1,44	29,65 ± 0,98	88,65 ± 6,48	149,9 ± 27,89	89,43 ± 17,33
Ca, ммоль/л / <i>Calcium, mmol/L</i>	2,06 ± 0,14	2,09 ± 0,07	2,22 ± 0,14	2,40 ± 0,16	2,39 ± 0,04	2,34 ± 0,06
P, ммоль/л / <i>Phosphorus, mmol/L</i>	1,24 ± 0,11	1,15 ± 0,01	1,51 ± 0,05	1,26 ± 0,03	1,27 ± 0,05	1,34 ± 0,04
Ca/P / <i>Ca/P ratio</i>	2,22 ± 0,31	2,34 ± 0,08	1,9 ± 0,07	2,46 ± 0,16	2,46 ± 0,11	2,27 ± 0,10
Кислотная емкость, мг%/ <i>Acid capacity, mg%</i>	376,80 ± 3,85	434,40 ± 9,34	447 ± 6,9	450,0 ± 6,11	424,0 ± 8,64	440,33 ± 5,02

Примечание: * – $P \leq 0,05$ при сравнении опытной и контрольной группы согласно критерию Стьюдента

Note: * – $P \leq 0.05$ comparing the experimental and control groups according to Student's t-test

Значимые сдвиги были зарегистрированы в динамике углеводного и липидного метаболизма. Так, начиная со второго месяца опыта, в крови животных, получавших добавку, отмечалось снижение ($P \leq 0,05$) уровня глюкозы по сравнению с контролем ($1,77 \pm 0,40$ против $2,56 \pm 0,20$ ммоль/л – на 2-м месяце; $1,96 \pm 0,15$ против $2,57 \pm 0,20$ ммоль/л – в среднем за опыт). Параллельно наблюдалось существенное увеличение ($P \leq 0,05$) по сравнению с контрольной группой концентрации пировиноградной кислоты ($85,61 \pm 4,96$ против $68,24 \pm 2,48$ мкмоль/л – на 2-м месяце соответственно; $90,57 \pm 9,93$ против $62,03 \pm 6,20$ мкмоль/л – в среднем за опыт).

Изменения в липидном обмене носили разнонаправленный характер: на первом месяце применение добавки привело к достоверному снижению ($P \leq 0,05$) уровня неэстерифицированных жирных кислот (НЭЖК) по сравнению с контролем ($0,27 \pm 0,03$ против $0,41 \pm 0,02$ мг-экв/мл соответственно). Однако к концу второго месяца этот показатель в опытной группе превысил ($P \leq 0,05$) контрольный ($0,68 \pm 0,24$ против $0,30 \pm 0,05$ мг-экв/мл).

Позитивная динамика была отмечена и в азотистом обмене: на первом месяце в опытной группе зафиксировано повышение ($P \leq 0,05$) уровня аминного азота крови по сравнению с контролем ($3,23 \pm 0,25$ против $2,62 \pm 0,24$ ммоль/л соответственно). Активность аланинаминотрансферазы (АЛТ) в конце опыта также была выше ($P \leq 0,05$) у животных, получавших РУМИТ ПРО ($52,58 \pm 3,81$ против $40,58 \pm 4,39$ ед./мл*ч), отражая усиление процессов трансаминирования и синтеза белка.

Применение кормовой добавки оказало значимое ($P \leq 0,05$) влияние на ключевые показатели белкового обмена. Так, концентрация общего белка в опытной группе была достоверно выше контрольных значений в течение большей части эксперимента ($P \leq 0,05$). Содержание альбуминов, основной транспортной и онкотической фракции белков крови, также показало увеличение на 4-м месяце: $40,20 \pm 2,00$ г/л (опыт) против $35,60 \pm 1,50$ г/л (контроль) ($P \leq 0,05$). Уровень гамма-глобулинов, фракции, содержащей антитела (иммуноглобулины), был достоверно повышен по влиянием кормовой добавки на 2-м месяце лактации: $23,80 \pm 2,10$ г/л (опыт) против $19,00 \pm 1,10$ г/л (контроль) ($P \leq 0,05$).

Обсуждение полученных результатов.

Результаты исследований подтверждают положительное влияние кормовой добавки РУМИТ ПРО на молочную продуктивность и физиологическое состояние коров.

Анализ представленных данных биохимического исследования крови животных выявил ряд существенных изменений в метаболическом профиле, который позволил оценить направленность обменных процессов в обеих группах. Умеренное, но стабильно более низкое содержание глюкозы в крови опытных животных на фоне резкого роста пировиноградной кислоты может являться признаком повышенного использования глюкозы периферическими тканями, прежде всего молочной железой, для энергетических и пластических нужд (McFadden JW, 2020), связанным с увеличением молочной продуктивности. Иными словами, организм животного мог получить больше доступных аминокислот из микробиального белка для синтеза молочного протеина, а возросшая потребность в энергии для этого процесса, вероятно, была удовлетворена за счет более эффективного использования глюкозы.

Повышение активности АЛТ, часто рассматривается как маркер стресса для печени (Castera L et al., 2019), в условиях нашего эксперимента повышение АЛТ к концу эксперимента под влиянием кормовой добавки может являться индикатором активного аминокислотного обмена и усиления процессов глюконеогенеза, что согласуется с общей картиной повышения метаболической активности (Ma Y et al., 2025). Временный подъем уровня НЭЖК во второй фазе эксперимента в опытной группе может отражать сбалансированное использование всех энергетических ресурсов организма (жиров, углеводов и пр.) для поддержания высокой продуктивности (Winn NC et al., 2019) без признаков развития кетоза, о чем свидетельствовали стабильные показатели кетоновых тел.

Повышение уровня общего белка под влиянием биопрепарата РУМИТ ПРО, вероятно, является следствием активизации процессов белкового синтеза в организме животных (Luczkowska K et al., 2024). Это указывает на улучшение протеинсинтетической функции печени и положительный азотистый баланс (Gremese E et al., 2023). Повышение уровня альбуминов также имеет важное физиологическое значение. Альбумины синтезируются в печени, и их увеличение указывает на улучшение ее синтетической функции (Ashraf MA et al., 2025). Рост данной фракции способствует поддержанию коллоидно-осмотического давления крови и улучшает транспортную функцию, что является маркером общего восстановления белкового и метаболического статуса (Belinskaia DA et al., 2021). Увеличение концентрации гамма-глобулинов позволяет предположить стимулирующее влияние добавки на гуморальное звено иммунитета (Osaklı AI et al., 2025). То есть это может указывать на усиление синтеза иммуноглобулинов и повышение общей иммунологической резистентности организма.

Следовательно, введение РУМИТ ПРО в критические периоды межотельного цикла позволило скорректировать метаболический профиль высокопродуктивной коровы. Был сформирован новый метаболический статус, характеризующийся стабилизацией белкового, углеводного и липидного обмена на фоне высокой ферментативной активности. Это выразилось в создании более сбалансированного «режима работы», при котором питательные вещества рациона с большей эффективностью конвертируются в молоко, а не расходуются на поддержание гомеостаза.

Полученные результаты согласуются с данными более ранних отечественных исследований, демонстрирующих эффективность пробиотических биопрепаратов в скотоводстве. В частности, Двалишвили В.Г. и Киндсфатер Я.Я. (2012) в работе с бычками и баранчиками показали, что включение пробиотика Целлобактерин в рацион способствует улучшению рубцового метаболизма за счет повышения целлюлозолитической активности микробиоты, что ведет к более полному перевариванию клетчатки и увеличению среднесуточных приростов живой массы. Кроме того, в работе Садыкова Н.Ф. с коллегами (2023) было установлено, что использование пробиотической добавки Профорт положительно влияет на молочную продуктивность и обмен веществ высокоудойных коров.

Заключение.

Проведённое исследование продемонстрировало эффективность многокомпонентной кормовой добавки РУМИТ ПРО. Включение ее в рацион лактирующих коров в течение четырех месяцев привело к статистически достоверному увеличению молочной продуктивности на 17,4 %. Ком-

плексный биохимический анализ сыворотки крови выявил положительную модуляцию ключевых метаболических процессов, лежащих в основе этого эффекта.

У нашего исследования имеются определенные ограничения. Во-первых, показатели надоя, содержания жира и белка имеют высокие значения ошибки от среднеарифметических показателей. По нашему мнению, это атрибут биологического эксперимента с малыми группами ($n=5$), то есть неизбежно при любом исследовании на ограниченном поголовье.

В связи с этим задача будущих исследований – продолжить испытания добавки на большем поголовье животных. Кроме того, интересно проанализировать возможность снижения доли дорогостоящего транзитного протеина и синтетических аминокислот в рационах высокопродуктивных коров без ущерба для надоев и качества молока под влиянием кормовой добавки РУМИТ ПРО.

Список источников

1. Биоразнообразие и метаболические функции микробиома рубца у молочных коров в разные физиологические периоды / Г.Ю. Лаптев, Е.А. Ёылдырым, Т.П. Дунышев и др. // Сельскохозяйственная биология. 2021. Т. 56. № 4. С. 619-640. [Laptev GYu, Yildirim EA, Dunyashev TP, et al. Biodiversity and predicted metabolic functions of the rumen microbiota depending on feeding habits at different stages of the physiological cycle of dairy cows. Sel'skokhozyaistvennaya biologiya [Agricultural Biology]. 2021;56(4):619-640. (In Russ.)]. doi: 10.15389/agrobiology.2021.4.619rus doi: 10.15389/agrobiology.2021.4.619eng
2. Двалишвили В.Г., Киндсфатер Я.Я. Целлобактерин в рационах бычков и баранчиков // Достижения науки и техники АПК. 2012. № 8. С. 37-39. [Dvalishvili VG, Kindsfater JJ. Zellobacterin in the diets of bulls and lambs. Achievements of Science and Technology in Agro-Industrial Complex. 2012;8:37-39. (In Russ.)].
3. Изучение микробиоты рубца северных оленей молекулярно-генетическим методом T-RFLP / Л.А. Ильина, Г.Ю. Лаптев, К.А. Лайшев и др. // Медицинский академический журнал. 2017а. Т. 17. № 4. С. 61-62. [Ilyina LA, Laptev GYu, Layshev KA, et al. Study of microbiota of reindeers rumen by using the molecular-genetic method T-RFLP. Med Acad J. 2017a;17(4):61-62. (In Russ.)].
4. Ильина Л.А., Ёылдырым Е.А. Микробиом рубца жвачных животных // Медицинский академический журнал. 2017б. Т. 17. № 4. С. 59-60. [Ilyina LA, Yuyldyrym EA. Microbiome of the rumen of the ruminant animals. Med Acad J. 2017b;17(4):59-60. (In Russ.)].
5. Использование пробиотической добавки «Профорт» на продуктивность и обмен веществ высокоудойных коров / Н.Ф. Садыков, Л.Р. Загидуллин, Г.Р. Юсупова и др. // Ученые записки Казанской академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2023. Т. 255. № 3. С. 280-283. [Sadykov NF, Zagidullin LR, Yusupova GR. The use of the probiotic supplement "Profort" on the productivity and metabolism of high-yielding cows. Scientific Notes Kazan Bauman State Academy of Veterinary Medicine. 2023;255(3):280-283. (In Russ.)]. doi: 10.31588/2413_4201_1883_2_255_280
6. Ashraf MA, Shen B, Raza MA, et al. Albumin: a review of market trends, purification methods, and biomedical innovations. Curr Issues Mol Biol. 2025;47(5):303. doi: 10.3390/cimb47050303
7. Belinskaia DA, Voronina PA, Goncharov NV. Integrative role of albumin: evolutionary, biochemical and pathophysiological aspects. J Evol Biochem Physiol. 2021;57(6):1419-1448. doi: 10.1134/S002209302106020X
8. Castera L, Friedrich-Rust M, Loomba R. Noninvasive assessment of liver disease in patients with nonalcoholic fatty liver disease. Gastroenterology. 2019;156(5):1264-1281.e4. doi: 10.1053/j.gastro.2018.12.036
9. Gremese E, Bruno D, Varriano V, et al. Serum albumin levels: a biomarker to be repurposed in different disease settings in clinical practice. J Clin Med. 2023;12(18):6017. doi: 10.3390/jcm12186017
10. Gross JJ. Dairy cow physiology and production limits. Anim Front. 2023;13(3):44-50. doi: 10.1093/af/vfad014

11. Hadžimusić N, Hadžijunuzović-Alagić Dž. Liver enzyme profiles in high-yielding dairy cows: indicators of metabolic health. *Sci Eur.* 2025;161:54-61.
12. Hettinga KA. Lactose in the dairy production chain. In: Paques M, Lindner C, editors. *Lactose: Evolutionary Role, Health Effects, and Applications*. Elsevier; 2019:231-266. doi: 10.1016/B978-0-12-811720-0.00006-4
13. Lima J, Ingabire W, Roehe R, Dewhurst RJ. Estimating microbial protein synthesis in the rumen—can ‘omics’ methods provide new insights into a long-standing question? *Vet Sci.* 2023;10(12):679. doi: 10.3390/vetsci10120679
14. Luczkowska K, Zhou Y, Ramos-Lobo AM, Brun T, Maechler P. Dietary protein load affects the energy and nitrogen balance requiring liver glutamate dehydrogenase to maintain physical activity. *J Biol Chem.* 2024;300(7):107473. doi: 10.1016/j.jbc.2024.107473
15. Ma Y, Liu T, Chen S, et al. Dietary supplementation with L-citrulline improves amino acid composition and broiler performance and modulates gut microbiota. *Front Microbiol.* 2025;16:1551012. doi: 10.3389/fmicb.2025.1551012
16. Matthews C, Crispie F, Lewis E, et al. The rumen microbiome: a crucial consideration when optimising milk and meat production and nitrogen utilisation efficiency. *Gut Microbes.* 2019;10(2):115-132. doi: 10.1080/19490976.2018.1505176
17. McFadden JW. Review: lipid biology in the periparturient dairy cow: contemporary perspectives. *Animal.* 2020;14(S1):S165-S175. doi: 10.1017/S1751731119003185
18. Ocaklı Aİ, Özyar-Kurtçu ŞA, Uzun M, et al. Quantitative immunoglobulin G and interferon-gamma responses after different booster strategies of CoronaVac and BNT162b2 vaccines in Türkiye. *Infect Dis Clin Microbiol.* 2025;7(2):156-165. doi: 10.36519/idcm.2025.546
19. Pszczolkowski VL, Arriola Apelo SI. The market for amino acids: understanding supply and demand of substrate for more efficient milk protein synthesis. *J Anim Sci Biotechnol.* 2020;11:108. doi: 10.1186/s40104-020-00514-6
20. Ramos SC, Jeong CD, Mamuad LL, et al. Diet transition from high-forage to high-concentrate alters rumen bacterial community composition, epithelial transcriptomes and ruminal fermentation parameters in dairy cows. *Animals (Basel).* 2021;11(3):838. doi: 10.3390/ani11030838
21. Winn NC, Pettit-Mee R, Walsh LK, et al. Metabolic implications of diet and energy intake during physical inactivity. *Med Sci Sports Exerc.* 2019;51(5):995-1005. doi: 10.1249/MSS.0000000000001892
22. Yildirim EA, Ilyina LA, Laptev GYu, et al. The structure and functional profile of ruminal microbiota in young and adult reindeers (*Rangifer tarandus*) consuming natural winter-spring and summer-autumn seasonal diets. *PeerJ.* 2021;9:e12389. doi: 10.7717/peerj.12389
23. Yu Y, Fu R, Jin C, et al. Regulation of milk fat synthesis: key genes and microbial functions. *Microorganisms.* 2024;12(11):2302. doi: 10.3390/microorganisms12112302
24. Zain M, Tanuwiria UH, Syamsu JA, et al. Nutrient digestibility, characteristics of rumen fermentation, and microbial protein synthesis from Pesisir cattle diet containing non-fiber carbohydrate to rumen degradable protein ratio and sulfur supplement. *Vet World.* 2024;17(3):672-681. doi: 10.14202/vetworld.2024.672-681
25. Zhang J, Zhang H, Duan H, et al. Effects of different *Lactobacillus plantarum* strains supplementation on milk performance, rumen fermentation, and microbiota in dairy cows. *Front Microbiol.* 2026;17:1774000. doi: 10.3389/fmicb.2026.1774000
26. Zhu Y, Chai Y, Chen S, et al. Distinct rumen microbial features and host metabolic responses in three cervid species. *Animals (Basel).* 2025;16(1):116. doi: 10.3390/ani16010116

References

1. Laptev GYu, Yildirim EA, Dunyashev TP, et al. Biodiversity and predicted metabolic functions of the rumen microbiota depending on feeding habits at different stages of the physiological cy-

cle of dairy cows. *Agricultural Biology*. 2021;56(4):619-640. doi: 10.15389/agrobiology.2021.4.619rus
doi: 10.15389/agrobiology.2021.4.619eng

2. Dvalishvili VG, Kindsfater JJ. Zellobacterin in the diets of bulls and lambs. *Achievements of Science and Technology in Agro-Industrial Complex*. 201;8:37-39.

3. Ilyina LA, Laptev GYu, Layshev KA, et al. Study of microbiota of reindeers rumen by using the molecular-genetic method T-RFLP. *Med Acad J*. 2017a;17(4):61-62.

4. Ilyina LA, Yuyldyrym EA. Microbiome of the rumen of the ruminant animals. *Med Acad J*. 2017b;17(4):59-60.

5. Sadykov NF, Zagidullin LR, Yusupova GR. The use of the probiotic supplement "Profort" on the productivity and metabolism of high-yielding cows. *Scientific Notes Kazan Bauman State Academy of Veterinary Medicine*. 2023;255(3):280-283. doi: 10.31588/2413_4201_1883_2_255_280

6. Ashraf MA, Shen B, Raza MA, et al. Albumin: a review of market trends, purification methods, and biomedical innovations. *Curr Issues Mol Biol*. 2025;47(5):303. doi: 10.3390/cimb47050303

7. Belinskaia DA, Voronina PA, Goncharov NV. Integrative role of albumin: evolutionary, biochemical and pathophysiological aspects. *J Evol Biochem Physiol*. 2021;57(6):1419-1448. doi: 10.1134/S002209302106020X

8. Castera L, Friedrich-Rust M, Loomba R. Noninvasive assessment of liver disease in patients with nonalcoholic fatty liver disease. *Gastroenterology*. 2019;156(5):1264-1281.e4. doi: 10.1053/j.gastro.2018.12.036

9. Gremese E, Bruno D, Varriano V, et al. Serum albumin levels: a biomarker to be repurposed in different disease settings in clinical practice. *J Clin Med*. 2023;12(18):6017. doi: 10.3390/jcm12186017

10. Gross JJ. Dairy cow physiology and production limits. *Anim Front*. 2023;13(3):44-50. doi: 10.1093/af/vfad014

11. Hadžimusić N, Hadžijunuzović-Alagić Dž. Liver enzyme profiles in high-yielding dairy cows: indicators of metabolic health. *Sci Eur*. 2025;161:54-61.

12. Hettinga KA. Lactose in the dairy production chain. In: Paques M, Lindner C, editors. *Lactose: Evolutionary Role, Health Effects, and Applications*. Elsevier; 2019:231-266. doi: 10.1016/B978-0-12-811720-0.00006-4

13. Lima J, Ingabire W, Roehe R, Dewhurst RJ. Estimating microbial protein synthesis in the rumen—can ‘omics’ methods provide new insights into a long-standing question? *Vet Sci*. 2023;10(12):679. doi: 10.3390/vetsci10120679

14. Luczkowska K, Zhou Y, Ramos-Lobo AM, Brun T, Maechler P. Dietary protein load affects the energy and nitrogen balance requiring liver glutamate dehydrogenase to maintain physical activity. *J Biol Chem*. 2024;300(7):107473. doi: 10.1016/j.jbc.2024.107473

15. Ma Y, Liu T, Chen S, et al. Dietary supplementation with L-citrulline improves amino acid composition and broiler performance and modulates gut microbiota. *Front Microbiol*. 2025;16:1551012. doi: 10.3389/fmicb.2025.1551012

16. Matthews C, Crispie F, Lewis E, et al. The rumen microbiome: a crucial consideration when optimising milk and meat production and nitrogen utilisation efficiency. *Gut Microbes*. 2019;10(2):115-132. doi: 10.1080/19490976.2018.1505176

17. McFadden JW. Review: lipid biology in the periparturient dairy cow: contemporary perspectives. *Animal*. 2020;14(S1):S165-S175. doi: 10.1017/S1751731119003185

18. Ocaklı Aİ, Özyar-Kurtçu ŞA, Uzun M, et al. Quantitative immunoglobulin G and interferon-gamma responses after different booster strategies of CoronaVac and BNT162b2 vaccines in Türkiye. *Infect Dis Clin Microbiol*. 2025;7(2):156-165. doi: 10.36519/idcm.2025.546

19. Pszczolkowski VL, Arriola Apelo SI. The market for amino acids: understanding supply and demand of substrate for more efficient milk protein synthesis. *J Anim Sci Biotechnol*. 2020;11:108. doi: 10.1186/s40104-020-00514-6

20. Ramos SC, Jeong CD, Mamuad LL, et al. Diet transition from high-forage to high-concentrate alters rumen bacterial community composition, epithelial transcriptomes and ruminal fermentation parameters in dairy cows. *Animals (Basel)*. 2021;11(3):838. doi: 10.3390/ani11030838
21. Winn NC, Pettit-Mee R, Walsh LK, et al. Metabolic implications of diet and energy intake during physical inactivity. *Med Sci Sports Exerc*. 2019;51(5):995-1005. doi: 10.1249/MSS.0000000000001892
22. Yildirim EA, Ilyina LA, Laptev GYu, et al. The structure and functional profile of ruminal microbiota in young and adult reindeers (*Rangifer tarandus*) consuming natural winter-spring and summer-autumn seasonal diets. *PeerJ*. 2021;9:e12389. doi: 10.7717/peerj.12389
23. Yu Y, Fu R, Jin C, et al. Regulation of milk fat synthesis: key genes and microbial functions. *Microorganisms*. 2024;12(11):2302. doi: 10.3390/microorganisms12112302
24. Zain M, Tanuwiria UH, Syamsu JA, et al. Nutrient digestibility, characteristics of rumen fermentation, and microbial protein synthesis from Pesisir cattle diet containing non-fiber carbohydrate to rumen degradable protein ratio and sulfur supplement. *Vet World*. 2024;17(3):672-681. doi: 10.14202/vetworld.2024.672-681
25. Zhang J, Zhang H, Duan H, et al. Effects of different *Lactobacillus plantarum* strains supplementation on milk performance, rumen fermentation, and microbiota in dairy cows. *Front Microbiol*. 2026;17:1774000. doi: 10.3389/fmicb.2026.1774000
26. Zhu Y, Chai Y, Chen S, et al. Distinct rumen microbial features and host metabolic responses in three cervid species. *Animals (Basel)*. 2025;16(1):116. doi: 10.3390/ani16010116

Информация об авторах:

Игорь Владимирович Гусаров, кандидат биологических наук, заведующий отделом кормов и кормления сельскохозяйственных животных, Северо-Западный научно-исследовательский институт молочного и лугопастбищного хозяйства имени А.С. Емельянова, 160555, г. Вологда, с. Молочное, ул. Ленина, д. 14, тел.: 8(817)259-78-46.

Валентина Анатольевна Филиппова, заведующая лабораторией кафедры крупного животноводства института животноводства и аквакультуры им. В.И. Наумова, Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, 196601, Санкт-Петербург, г. Пушкин, Петербургское шоссе, дом 2, лит. А; старший биотехнолог молекулярно-генетической лаборатории общества с ограниченной ответственностью «БИОТРОФ», 187015, Ленинградская область, м.р-н Тосненский, г. п. Тельмановское, тер. Складской комплекс-3, зд. 1, к. 4, тел.: 8(905)220-65-08.

Ирина Александровна Ключникова, аспирант института животноводства и аквакультуры им. В.И. Наумова, Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, 196601, Санкт-Петербург, г. Пушкин, Петербургское шоссе, дом 2, лит. А, тел.: 8(900)652-34-89.

Ксения Андреевна Соколова, кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры крупного животноводства института животноводства и аквакультуры им. В.И. Наумова, Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, 196601, Санкт-Петербург, г. Пушкин, Петербургское шоссе, дом 2, лит. А; биотехнолог молекулярно-генетической лаборатории общества с ограниченной ответственностью «БИОТРОФ», 187015, Ленинградская область, м.р-н Тосненский, г. п. Тельмановское, тер. Складской комплекс-3, зд. 1, к. 4, тел.: 8(988)627-33-85.

Георгий Юрьевич Лаптев, доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры крупного животноводства института животноводства и аквакультуры им. В.И. Наумова, Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, 196601, Санкт-Петербург, г. Пушкин, Петербургское шоссе, дом 2, лит. А; директор общества с ограниченной ответственностью «БИОТРОФ» 187015, Ленинградская область, м.р-н Тосненский, г. п. Тельмановское, тер. Складской комплекс-3, зд. 1, к. 4, тел.: 8(812)322-85-50.

Дарья Георгиевна Тюрина, кандидат экономических наук, биотехнолог молекулярно-генетической лаборатории общества с ограниченной ответственностью «БИОТРОФ», 187015, Ленинградская область, м.р-н Тосненский, г. п. Тельмановское, тер. Складской комплекс-3, зд. 1, к. 4, тел.: 8(812)322-85-50.

Владислав Николаевич Большаков, кандидат сельскохозяйственных наук, старший менеджер отдела продаж общества с ограниченной ответственностью «БИОТРОФ», 187015, Ленинградская область, м.р-н Тосненский, г. п. Тельмановское, тер. Складской комплекс-3, зд. 1, к. 4, тел.: 8(812)322-85-50.

Information about the authors:

Igor V Gusarov, Cand. Sci. (Biology), Head of the Department of Feeds and Feeding of Farm Animals, AS Yemelyanov, North-West Research Institute of Dairy and Grassland Farming, 14 Lenina St., Molochnoe, Vologda, 160555, tel.: 8-8172-59-78-46.

Valentina A Filippova, Head of the Laboratory, Department of Large Animal Husbandry, VI Naumov Institute of Animal Husbandry and Aquaculture, Saint Petersburg State Agrarian University, 2A Petersburgskoe Highway, Pushkin, Saint Petersburg, 196601; Senior Biotechnologist, Molecular Genetic Laboratory, BIOTROF LLC, 4 Block, 1 Bldg., Warehouse Complex-3 Territory, Telmanovskoe Urban Settlement, Tosnensky District, Leningrad Region, 187015, tel.: 8-905-220-65-08.

Irina A Klyuchnikova, Postgraduate Student, VI Naumov Institute of Animal Husbandry and Aquaculture, Saint Petersburg State Agrarian University, 2A Petersburgskoe Highway, Pushkin, Saint Petersburg, 196601, tel.: 8-900-652-34-89.

Ksenia A Sokolova, Cand. Sci. (Biology), Senior Lecturer, Department of Large Animal Husbandry, VI Naumov Institute of Animal Husbandry and Aquaculture, Saint Petersburg State Agrarian University, 2A Petersburgskoe Highway, Pushkin, Saint Petersburg, 196601; Biotechnologist, Molecular Genetic Laboratory, BIOTROF LLC, 4 Block, 1 Bldg., Warehouse Complex-3 Territory, Telmanovskoe Urban Settlement, Tosnensky District, Leningrad Region, 187015, tel.: 8-988-627-33-85.

Georgy Yu Laptev, Dr. Sci. (Biology), Associate Professor, Professor, Department of Large Animal Husbandry, VI Naumov Institute of Animal Husbandry and Aquaculture, Saint Petersburg State Agrarian University, 2A Petersburgskoe Highway, Pushkin, Saint Petersburg, 196601; Director, BIOTROF LLC, 4 Block, 1 Bldg., Warehouse Complex-3 Territory, Telmanovskoe Urban Settlement, Tosnensky District, Leningrad Region, 187015, tel.: 8-812-322-85-50.

Daria G Tyurina, Cand. Sci. (Economics), Biotechnologist, Molecular Genetic Laboratory, BIOTROF LLC, 4 Block, 1 Bldg., Warehouse Complex-3 Territory, Telmanovskoe Urban Settlement, Tosnensky District, Leningrad Region, 187015, tel.: 8-812-322-85-50.

Vladislav N Bolshakov, Cand. Sci. (Agriculture), Senior Sales Manager, BIOTROF LLC, 4 Block, 1 Bldg., Warehouse Complex-3 Territory, Telmanovskoe Urban Settlement, Tosnensky District, Leningrad Region, 187015, tel.: 8-812-322-85-50.

Статья поступила в редакцию 30.03.2026; одобрена после рецензирования 19.05.2026; принята к публикации 14.09.2026.

The article was submitted 30.03.2026; approved after reviewing 19.05.2026; accepted for publication 14.09.2026.