

Научная статья

УДК 636.39:637.174:637.127.2

doi:10.33284/2658-3135-105-4-89

Влияние лактулозосодержащих кормовых добавок на продуктивность, качественные показатели молока и иммунный статус коз

Иван Фёдорович Горлов¹, Дмитрий Владимирович Николаев², Татьяна Николаевна Бармина³, Светлана Анатольевна Суркова⁴, Екатерина Владимировна Карпенко⁵, Ольга Владимировна Кудряшова⁶, Альбина Григорьевна Завгороднева⁷, Александра Алексеевна Сложенкина⁸

^{1,2,3,4,5,6}Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции, Волгоград, Россия

⁷Волгоградский государственный технический университет, Волгоград, Россия

⁸Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Москва, Россия

¹niimmp@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8683-8159>

²dmitriynikolaev1978@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9283-5299>

³niimmp@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6905-5670>

⁴sv.a.surkova@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6581-2702>

⁵ekatkarpenko@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3643-6431>

⁶niimmp@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6634-3685>

⁷albinaa.zavgorodneva@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2602-5818>

⁸slozhenkina@list.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5913-5303>

Аннотация. Интерес к молочному козоводству, как неотъемлемой и важной части животноводческой отрасли, в последнее время неуклонно растёт. При этом молочная продуктивность коз во многом определяется сбалансированностью и полноценностью рациона. В статье представлены результаты исследования влияния лактулозосодержащих добавок на молочную продуктивность, иммунологическую реактивность и качество молока коз. Животные I и II опытных групп дополнительно к основному рациону получали кормовую добавку Лактувет-1 в количестве 0,5 % от массы концентратов и Кумелакт-1 в такой же пропорции. Выявлено положительное влияние лактулозосодержащих добавок на формирование естественной иммунной системы организма козоток. Использование данных добавок в рационах кормления коз способствует увеличению удоев и повышению в молоке количества общего белка, казеина, жира и минеральных веществ. Показатели качества молока после использования в кормлении лактулозосодержащих добавок подтвердили возможность производства молочных продуктов, в частности, творога, по традиционной рецептуре и увеличения его выхода. При переработке из молока козоток опытных групп на 1,63 и 2,34 % больше получено творога в сравнении с контрольной группой. Несмотря на общий положительный эффект от применения в составе рационов коз зааненской породы этих двух добавок, более высокие результаты получены при использовании Кумелакт-1.

Ключевые слова: козы, зааненская порода, кормовые добавки, Кумелакт-1, Лактувет-1, гематологические показатели, резистентность, качество молока, молочные продукты

Благодарности: работа выполнена при поддержке Российского научного фонда, проект № 22-16-00041.

Для цитирования: Влияние лактулозосодержащих кормовых добавок на продуктивность, качественные показатели молока и иммунный статус коз / И.Ф. Горлов, Д.В. Николаев, Т.Н. Бармина, С.А. Суркова, Е.В. Карпенко, О.В. Кудряшова, А.Г. Завгороднева, А.А. Сложенкина // Животноводство и кормопроизводство. 2022. Т. 105, № 4. С. 89-100. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-105-4-89>

Original article

The effect of lactulose-containing feed additives on productivity, milk quality and immune status of goats

Ivan F Gorlov¹, Dmitriy V Nikolaev², Tatiana N Barmina³, Svetlana A Surkova⁴, Ekaterina V Karpenko⁵, Olga V Kudryashova⁶, Albina G Zavgorodneva⁷, Aleksandra A Slozhenkina⁸

^{1,2,3,4,5,6}Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production, Volgograd, Russia

⁷Volgograd State Technical University, Volgograd, Russia

⁸National Research University "Higher School of Economics", Moscow, Russia

¹niimmp@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8683-8159>

²dmitriynikolaev1978@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9283-5299>

³niimmp@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6905-5670>

⁴sv.a.surkova@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6581-2702>

⁵ekatkarpenko@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3643-6431>

⁶niimmp@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6634-3685>

⁷albinaa.zavgorodneva@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2602-5818>

⁸slozhenkina@list.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5913-5303>

Abstract. Interest in dairy goat breeding, as an integral and important part of the livestock industry, has been steadily growing in recent years. At the same time, the milk productivity of goats is largely determined by the balance and complete of diet. The article presents the results of a study of the effect of lactulose-containing additives on milk productivity, immunological reactivity and the quality of goat milk. Animals of experimental groups I and II received the feed additive "Lactuvet-1" in the amount of 0.5% by weight of concentrates and "Kumelakt-1" in the same proportion in addition to the main diet. A positive effect of lactulose-containing additives on the formation of the natural immune system of the body of goats was revealed. The use of these additives in goat diets promote to increase milk yield and increase the amount of total protein, casein, fat and minerals in milk. The quality indicators of milk after the use of lactulose-containing additives in feeding confirmed the possibility of producing dairy products, in particular, cottage cheese, according to the traditional recipe and an increase in its yield. 1.63 and 2.34% in comparison with the control group processing from the milk of goats of the experimental groups obtained more cottage cheese. Despite the overall positive effect of the use of these two additives in the diets of Saanen goats, better results were obtained when using Kumelact-1.

Keywords: goats, Saanen breed, feed additives, Lactuvet-1, Kumelact-1, hematological parameters, resistance, milk quality, dairy products

Acknowledgments: the work was supported by the Russian Science Foundation, Project No. 22-16-00041.

For citation: Gorlov IF, Nikolaev DV, Barmina TN, Surkova SA, Karpenko EV, Kudryashova OV, Zavgorodneva AG, Slozhenkina AA. The effect of lactulose-containing feed additives on productivity, milk quality and immune status of goats. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2022;105(4):89-100. (In Russ.). <https://doi.org/10.33284/2658-3135-105-4-89>

Введение.

Как известно, в укреплении экономического благополучия и продовольственной безопасности страны немаловажная роль отводится агропромышленному сектору, включая животноводство. С каждым днём всё больше растёт интерес к такой отрасли, как молочное козоводство. Именно козьё молоко, обладающее уникальными свойствами – гипоаллергенностью, хорошей усвояемостью молочного жира, высоким содержанием альбумина, казеина, минеральных солей представляет большую ценность как продукт, качественно схожий с женским молоком (Симоненко С.В. и др., 2017). Лёгкая усвояемость организмом за счёт присутствия физиологически активных ком-

понентов делает его востребованным в диетическом питании и в качестве сырья в производстве продуктов детского питания (Киреева А.Б. и др., 2018; Гаврилова Н.Б. и Щетинина Е.М., 2019; Gallier S et al., 2020). Как фактор снижения риска некоторых заболеваний и один из способов обеспечения населения необходимыми биологически активными веществами, козье молоко полезно всем возрастным категориям населения (Маюрникова Л.А. и др., 2020). На современном этапе молочное козоводство – перспективная и быстро развивающаяся отрасль альтернативного животноводства агропромышленного комплекса. Обеспеченная субсидиями и дотациями государства, она направлена на развитие предпринимательства и фермерства РФ (Санников М.Ю. и др., 2019).

Особое внимание уделяется изучению процессов формирования продуктивности коз молочного направления за счёт использования различного вида кормовых ресурсов. Состав рациона является важным критерием продуктивности животных и качества получаемых продуктов. В связи с этим актуальным является увеличение молочной продуктивности козоток путём использования кормов в сочетании с кормовыми добавками, улучшающими усвоение питательных веществ. Поэтому применению в рационах кормления коз различных кормовых средств, добавок, премиксов уделяется большое внимание (Функ И.А. и др., 2019; Абилов Б.Т. и др., 2020). По мнению исследователей, включение в рационы кормления веществ биокорректирующего действия, в том числе биосвязанных йода, селена, кремния и прочих активных компонентов, способствует росту и развитию животных, повышению их продуктивности и качественных показателей продукции, улучшению работы желудочно-кишечного тракта и так далее (Куленко В.Г., 2018; Овчарова А.Н. и др., 2019).

Одними из таких средств выступают лактулозосодержащие кормовые добавки. Возможность использования лактулозосодержащих пребиотических кормовых средств в качестве биокорректоров (иммуномодуляторов) вызывает определённый научно-практический интерес. Механизм действия пребиотика лактулозы основан на закислении содержимого кишечника за счёт своей высокой бифидогенной активности, усилении перистальтики и осмотического давления, облегчении дефекации, ускорении срока вывода токсинов и подавлении желудочно-кишечных инфекций. Попадая в толстый отдел кишечника, лактулоза снижает pH среды, способствуя выработке колонизационной резистентности микробного сообщества, что приводит к ионизации аммиака и его быстрому выводу из организма (Гринь М.С., 2019; Рябцева С.А., 2020).

Цель исследования.

Изучение влияния кормовых добавок Лактувет-1 и Кумелакт-1 на продуктивные показатели, иммунологическую реактивность коз зааненской породы и качество полученного от них молока.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Козы зааненской породы.

Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями и рекомендациями российских нормативных актов (1987 г.; Приказ Минздрава СССР No 755 от 12.08.1977 «О мерах по дальнейшему совершенствованию организационных форм работы с использованием экспериментальных животных») и «Guide for the Care and Use of Laboratory Animals» (National Academy Press, Washington, D.C., 1996). При проведении исследований были предприняты меры для обеспечения минимума страданий животных и уменьшения количества исследуемых опытных образцов.

Схема эксперимента. Экспериментальная работа осуществлялась в КФХ Мергуловой Галии Фаиковны, расположенном в пригородной зоне города Волгограда, в весенне-осенний период (с апреля по сентябрь) 2022 г. на поголовье козоток зааненской породы с беспривязной стойлово-пастбищной системой содержания, с выгоном на пастбище в летний период.

Для опыта методом пар-аналогов было отобрано 30 голов животных второй лактации, разделённых на три группы – контрольную, I и II опытные. Каждая группа включала 10 голов. При отборе лактирующих коз в группы учитывали возраст и живую массу, период лактации и уровень продуктивности.

Рационы кормления составлялись с использованием программного обеспечения «КормОптима», были рассчитаны на получение 2-2,5 л молока в сутки и состояли из: травы злаково-разнотравного пастбища – 4,5 кг, тыквы желтой – 0,5 кг, комбикорма – 0,5 кг, поваренной соли – 15 г, мела – 5 г в сутки. В состав рациона животных опытных групп дополнительно вводили лактулозосодержащие добавки в количестве 0,5 % от массы концентратов: I – Лактувет-1 и II – Кумелакт-1.

Лактувет-1 – смесь лактулозы, органических кислот с содержанием молочной и лимонной кислот, азотосодержащих веществ пептидной природы, лактозы, монозы (галактозы, глюкозы), макро- и микроэлементов.

Кумелакт-1 – смесь сухой лактулозы и пророщенных семян тыквы. Содержит органические кислоты, монозу, полифенол, флавоноиды, витамин Е, макроэлементы: кальций, фосфор, калий, магний.

Длительность эксперимента – 180 дней: подготовительный период – 15 дней, переходный период – 10 дней, главный период – 135 дней, заключительный период – 20 дней.

В крови лактирующих козочек, взятой из яремной вены верхней части шеи на уровне левого яремного желоба в пробирки, путём подсчёта в камере Горяева устанавливали количество эритроцитов и лейкоцитов, методом Сали – гемоглобин, электрофорезом на бумаге – белковые фракции, методом Де Ваарда – кальций, Бригса – фосфор.

Оценку иммунного статуса лактирующих козочек осуществляли на основе показателей естественной неспецифической резистентности их крови: фагоцитарную активность нейтрофилов – по Кост и Стенко, лизоцимную активность – нефелометрическим методом по Дорофейчуку В.Г. Содержание в сыворотке крови иммуноглобулинов определяли с использованием методики Манчини путем применения моноспецифических антисывороток и моноклональных антител.

Три раза в месяц, на основании контрольных доек, фиксировалась молочная продуктивность. Анализ качества молока осуществляли согласно общепринятым методам: титриметрическим – титруемую кислотность; ареометрическим – плотность; кислотным – массовую долю жира; арбитражным – сухое вещество, формольным титрованием – белок, по Лоренсу – лактозу, озолением – минеральные вещества; комплексонометрическим – кальций; спектрофотометрическим – фосфор.

Ежемесячно путём взвешивания осуществлялся контроль за живой массой подопытных животных.

Оборудование и технические средства. Исследования проводились на сертифицированном оборудовании в аккредитованной комплексной аналитической лаборатории ГНУ НИИММП (Волгоград, Россия). Биохимические показатели крови определяли с использованием автоматического биохимического анализатора «BioSYSTEMS A-15» (BioSystems S.A., Испания). Качество молока определяли с использованием анализатора «Клевер-2М» (Клевер, Россия).

Статистическая обработка. При статистической обработке данных использовалось программное обеспечение «Excel» («Microsoft», США) и осуществлялся расчёт среднего значения (M) и стандартных ошибок среднего (\pm SEM) с определением критерия достоверности разницы по Стьюденту-Фишеру. Пороги статистически достоверных различий: * – $P \leq 0,05$; ** – $P \leq 0,01$; *** – $P \leq 0,001$. При определении критериев достоверности разности проводилось сравнение опытных групп с контрольной группой

Результаты исследования.

В течение опыта показатели физического состояния подопытных животных – температура тела, уровень частоты дыхания и пульса, были в норме, косвенно свидетельствуя о нормальном здоровье животных. В начале опыта межгрупповых различий в морфологических показателях крови не обнаружено, они находились в пределах физиологической нормы (табл. 1).

Таблица 1. Морфологический состав крови подопытных козоток (n=10, M±SEM)
Table 1. Morphological composition of blood of experimental goats (n=10, M±SEM)

Период / Period	Показатели / Indicators	Группа / Group		
		контрольная / control	опытная I / experimental I	опытная II / experimental II
Начало опыта / Beginning of experiment	Эритроциты, 10 ¹² /л / Erythrocytes, 10 ¹² /l	13,95±0,18	14,01±0,16	13,98±0,13
	Лейкоциты, 10 ⁹ /л / Leukocytes, 10 ⁹ /l	11,02±0,14	11,00±0,11	11,05±0,12
	Гемоглобин, г/л / Hemoglobin, g/l	83,94±1,00	83,85±1,07	83,93±0,98
Окончание опыта / End of experiment	Эритроциты, 10 ¹² /л / Erythrocytes, 10 ¹² /l	14,05±0,22	14,75±0,41	15,39±0,21*
	Лейкоциты, 10 ⁹ /л / Leukocytes, 10 ⁹ /l	11,17±0,20	10,95±0,26	11,09±0,15
	Гемоглобин, г/л / Hemoglobin, g/l	84,12±0,92	85,95±0,55	86,99±0,48*

По завершении опыта отмечены изменения показателей крови у животных опытных групп по сравнению с контрольной группой. Количество эритроцитов было больше у козоток I опытной группы, получавшей Лактувет-1, на $0,70 \cdot 10^{12}/л$ (4,9 %) и II опытной, получавшей кормовую добавку Кумелакт-1, – на $1,34 \cdot 10^{12}/л$ (9,5 %; $P \leq 0,05$).

По содержанию лейкоцитов в крови всех подопытных групп существенных изменений не отмечено, их количество находилось на одном уровне и соответствовало норме. Уровень гемоглобина в крови козоток I и II опытных групп по сравнению с контрольной группой повысился соответственно на 1,83 г/л (2,2 %) и 2,87 г/л (3,4 %; $P \leq 0,05$).

Анализ биохимических показателей сыворотки крови показал повышение у козоток I и II опытных групп концентрации общего белка на 3,19 г/л (3,86 %; $P \leq 0,01$) и 5,16 г/л (7,60 %; $P \leq 0,001$), в том числе альбуминов – на 2,11 г/л (6,86 %; $P \leq 0,05$) и 3,93 г/л (12,78 %; $P \leq 0,05$), глобулинов – на 1,09 г/л (2,94 %) и 1,24 г/л (3,34 %; $P \leq 0,05$) по сравнению с контрольной группой соответственно (табл. 2).

Таблица 2. Биохимические показатели сыворотки крови лактирующих козоток после скармливания лактулозосодержащих добавок (n=10, M±SEM)

Table 2. Biochemical parameters of blood serum of lactating goats after feeding lactulose-containing additives (n=10, M±SEM)

Исследуемый показатель / Researched indicator	Группа / Group		
	контрольная / control	опытная I / experimental I	опытная II / experimental II
Общий белок, г/л / Total protein, g/l	67,95±0,46	71,14±0,37**	73,11±0,68***
включая: альбумины: г/л / including: albumins: g/l	30,76±0,28	32,87±0,19**	34,69±0,43**
%	45,27±0,19	46,21±0,10	47,45±0,26
глобулины: г/л / globulins: g/l	37,18±0,24	38,27±0,16	38,42±0,21*
%	54,72±0,19	53,80±0,10	52,55±0,26
Белковый коэффициент (А/Г) / Protein coefficient (A/G)	0,67±0,02	0,79±0,01	0,89±0,01**
Мочевина, ммоль/л / Urea, mmol/l	5,29±0,19	5,76±0,18	6,31±0,67
Креатинин, мкмоль/л / Creatinine, μmol/l	69,74±1,14	63,17±1,34*	59,64±1,07**
Глюкоза, ммоль/л / Glucose, mmol/l	2,67±0,03	2,91±0,02*	2,97±0,04***
Кальций, ммоль/л / Calcium, mmol/l	2,43±0,04	2,64±0,02**	2,93±0,03**
Фосфор, ммоль/л / Phosphorus, mmol/l	1,57±0,04	1,64±0,02	1,88±0,05*
Билирубин общий, мкмоль/л / Bilirubin total, μmol/l	1,97±0,33	2,01±0,37	1,97±0,33
Аланинаминотрансфераза, Ед/л / Alanine aminotransferase, U/l	18,87±1,39	19,64±1,17	21,12±1,23
Аспаратаминотрансфераза, Ед/л / Aspartate aminotransferase, U/l	86,14±1,67	86,54±1,37	87,18±1,43
Щелочная фосфатаза, Ед/л / Alkaline phosphatase, U/l	86,84±1,92	83,35±1,37	88,41±1,31

У козوماتок II опытной группы установлено достоверное ($P \leq 0,01$) повышение в крови белкового коэффициента до 0,89 по сравнению с показателем контрольной группы (0,76). В крови козوماتок I и II опытных групп в сравнении с аналогами контрольной группы количество глюкозы увеличилось на 0,24 (8,99 %; $P \geq 0,95$) и 0,30 ммоль/л (11,24 %; $P \leq 0,001$) и может служить подтверждением повышения уровня углеводного обмена.

На конец опыта у лактирующих козوماتок, получавших кормовые добавки, в сравнении с животными контрольной группы выявлено достоверное увеличение в крови количества кальция на 0,21 (12,82 %; $P \leq 0,01$) и 0,50 ммоль/л (20,58 %; $P \leq 0,01$) и фосфора – на 0,07 (4,46 %) и 0,31 ммоль/л (19,75 %; $P \leq 0,05$).

Известно, что пребиотические добавки на основе лактулозы оказывают существенное воздействие на формирование естественной иммунной системы организма (Lôbo AMBO et al., 2017; Куленко В.Г., 2018; Гринь М.С., 2019; Рябцева С.А., 2020). Данные анализа сыворотки крови, а именно: фагоцитарная активность нейтрофилов – клеток, осуществляющих защитные функции организма за счёт фагоцитоза, и активность лизоцима, обладающего бактерицидными свойствами, как компоненты врождённого иммунитета, отображают иммунный статус подопытных животных (табл. 3).

Таблица 3. Уровень естественной резистентности подопытных козوماتок ($n=10$, $M \pm SEM$)
Table 3. The level of natural resistance of experimental goats ($n=10$, $M \pm SEM$)

Исследуемый показатель / <i>Researched indicator</i>	Группа / <i>Group</i>		
	контрольная / <i>control</i>	опытная I / <i>experimental I</i>	опытная II / <i>experimental II</i>
Лизоцимная активность, Ед/мл / <i>Lysozyme activity, U/ml</i>	323,35 \pm 5,21	363,21 \pm 5,66**	370,68 \pm 4,65**
Аттракция на 50 нейтрофилов, % / <i>Attraction per 50 neutrophils, %</i>	20,12 \pm 0,55	23,13 \pm 0,72*	23,68 \pm 0,65*
Число фагоцитирующих нейтрофилов, % / <i>Number of phagocytic neutrophils, %</i>	24,23 \pm 0,53	28,49 \pm 0,91**	29,95 \pm 0,89**
Фагоцитарный индекс / <i>Phagocytic index</i>	4,99 \pm 0,11	5,43 \pm 0,14*	5,80 \pm 0,12**

Фагоцитарная активность нейтрофилов более ярко выражена в крови животных II, менее – I опытных групп, получавших кормовые добавки. Скармливание козوماتкам испытуемых лактулозосодержащих препаратов повысило число фагоцитирующих клеток в I и II группах соответственно на 4,26 ($P \leq 0,01$) и 5,72 % ($P \leq 0,01$). Возросла также и способность к выработке бактерицидного вещества – лизоцима. Показатель лизоцимной активности в крови коз опытных групп по сравнению с контрольной группой возрос на 39,85 Ед/мл в I группе и на 47,33 Ед/мл – во II. Лизоцим, переходя из крови коз в молозиво и молоко, обуславливает их повышенные бактерицидные свойства.

В результате изучения уровня содержания иммуноглобулинов в сыворотке крови лактирующих козوماتок выявлено превосходство животных I и II опытных групп над контрольными по иммуноглобулинам изотипа LgG на 1,47 и 2,34 %; LgM – на 2,14 и 21,68 %; LgA – на 12,76 и 38,56 % соответственно.

Изучение уровня молочной продуктивности подопытных животных показало значительное превосходство по надою коз, получавших кормовые добавки, в отличие от сверстниц контрольной группы (рис. 1).

У животных, получавших на протяжении опыта (180 дней) в составе рациона кормовую добавку Лактувет-1, надой был выше контрольной группы на 19,47 кг или 5,41 % ($P \leq 0,05$), уровень жира в молоке – на 0,28 % ($P \leq 0,01$), белка – на 0,06 %.

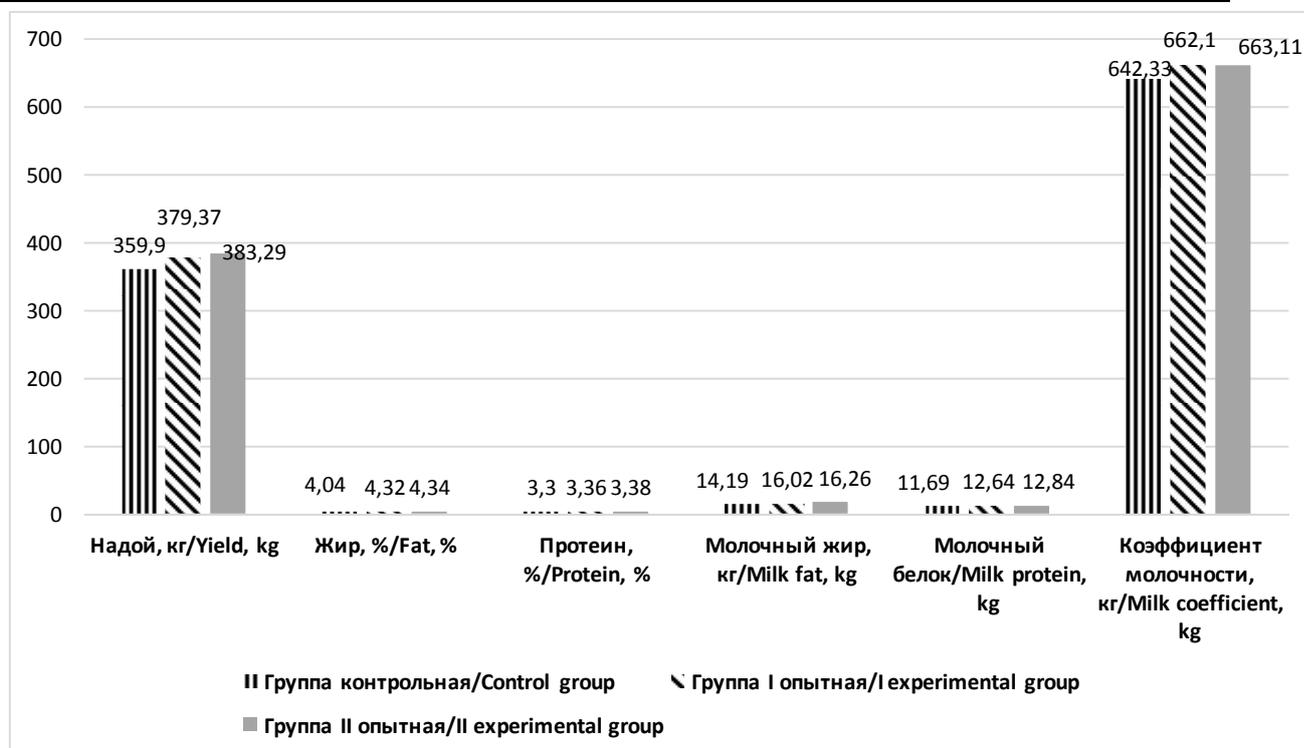


Рис. 1 – Удой, молочный жир и белок в молоке козоток
Figure 1 – Milk yield, milk fat and protein in the milk of goats

При этом разница в содержании молочного жира у них составила 1,83 кг ($P \leq 0,05$) и молочного белка – 0,86 кг ($P \leq 0,05$). У козоток, которым скармливали с рационом добавку Кумелакт-1, надой был выше на 23,39 кг или 6,50 % ($P \leq 0,05$), содержание жира – на 0,30 % ($P \leq 0,01$), содержание белка – на 0,08 %, молочного жира – на 2,07 кг ($P \leq 0,01$), молочного белка – на 1,07 кг ($P \leq 0,05$) в сравнении с животными контрольной группы. Разница в коэффициенте молочности в пользу опытных групп составила: I – 19,8 кг или 3,08 % и II – 20,78 кг или 3,24 %.

С целью определения влияния испытуемых добавок на показатели качества молока и установления возможности его использования для получения новых белковых продуктов по окончании главного периода (135 дней) был проведён подробный анализ фракционного состава белков молока (табл. 4).

Анализ проб молока подопытных коз выявил превосходство животных I и II опытных групп над контрольными аналогами, разница по следующим показателям соответственно составила: сухие вещества – 0,45 ($P \leq 0,05$) и 0,78 % ($P \leq 0,01$); СОМО – 0,28 ($P \leq 0,05$) и 0,49 % ($P \leq 0,001$); жир – 0,17 ($P \leq 0,05$) и 0,29 % ($P \leq 0,001$); белок – 0,07 и 0,19 % ($P \leq 0,05$); казеин – 0,06 и 0,18 % ($P \leq 0,05$); лактоза – 0,15 ($P \leq 0,05$) и 0,21 % ($P \leq 0,05$).

В молоке коз опытных групп оказался выше и уровень минеральных веществ на 0,06 ($P \leq 0,001$) и 0,09 % ($P \leq 0,001$). В сравнении с контрольными животными разница по количеству кальция соответственно составила 1,29 и 3,15 мг%; фосфора – 0,78 и 1,74 мг% ($P \leq 0,05$).

С целью изучения возможности использования полученного козьего молока было взято по 5 литров молока от каждой группы коз и выработан творог по стандартной рецептуре. После сепарирования обезжиренное молоко подвергли сквашиванию, продолжительность которого составила: контрольной группы – 5 ч 40 мин; опытной I – 5 ч 05 мин; опытной II – 4 ч 50 мин, что подтверждает превосходство коз, получавших кормовые добавки. За счёт более высокого содержания в молоке опытных групп сухих веществ, а также молочного сахара при переработке из молока козоток опытных групп на 1,63 и 2,34 % больше получено творога в сравнении с контрольной группой.

Таблица 4. Качество молока козозматок (n=10, M±SEM)
Table 4. Milk quality of goats (n=10, M±SEM)

Исследуемый показатель / <i>Researched indicator</i>	Группа / <i>Group</i>		
	контрольная / <i>control</i>	опытная I / <i>experimental I</i>	опытная II / <i>experimental II</i>
Массовая доля: / <i>Mass fraction:</i> сухих веществ, % / <i>dry matter, %</i>	12,92±0,12	13,37±0,15*	13,70±0,13**
СОМО, % / <i>MSNF, %</i>	8,58±0,06	8,86±0,07*	9,07±0,07***
жира, % / <i>fat, %</i>	4,34±0,03	4,51±0,05*	4,63±0,04***
белка, %, включая: / <i>protein, %, including:</i>	3,47±0,033	3,54±0,027	3,66±0,04*
казеин, % / <i>casein, %</i>	2,71±0,025	2,77±0,029	2,89±0,03*
сывороточные белки, % / <i>whey proteins, %</i>	0,75±0,04	0,78±0,05	0,79±0,06
лактозы, % / <i>lactose, %</i>	4,48±0,031	4,63±0,028*	4,69±0,029*
Минеральные вещества, % / <i>Mineral substances, %</i>	0,63±0,006	0,69±0,005***	0,72±0,004***
кальций, мг% / <i>calcium, mg%</i>	146,98±1,26	148,27±1,35	150,13±1,42
фосфор, мг% / <i>phosphorus, mg%</i>	91,38±0,18	92,16±0,23	93,12±0,31*
Титруемая кислотность, °Т / <i>Titrateable acidity, °T</i>	17,05±0,15	17,10±0,21	17,19±0,19
Плотность при +20 °С, кг/м ³ / <i>Density at +20 °C, kg/m³</i>	1028,98±0,36	1029,53±0,42	1029,87±0,39

Обсуждение полученных результатов.

В современных условиях экономики отечественного АПК козоводство является важной составной частью молочной отрасли России. При этом о целебных свойствах козьего молока известно ещё с начала XX века. Содержание белков, жиров, витаминов, макро- и микроэлементов в нём почти в два раза превышает аналогичные показатели коровьего молока, а форма мелких шариков, в которой находится жир молока, способствует его более быстрому усвоению (Симоненко С.В. и др., 2017). Благодаря этому спрос на козье молоко из года в год увеличивается. В этой связи перед учёными и специалистами данной отрасли стоит задача по повышению продуктивности коз молочных пород, важнейшим фактором в решении которой является кормление.

Для нормальной лактационной деятельности рацион кормления коз должен обеспечивать их потребность в питательных веществах и добиться этого можно путём использования качественных кормов и обогащения их веществами биокорректирующего действия за счёт применения различных кормовых средств, добавок, премиксов. В связи с этим исследования, направленные на оценку эффективности введения в рационы лактирующих коз лактулозосодержащих добавок, актуальны, имеют научную и практическую значимость.

В результате исследований по скармливанию лактирующим козозматкам лактулозосодержащих добавок Лактувет-1 и Кумелакт-1 установлено достоверное увеличение в крови животных опытных групп количества эритроцитов и гемоглобина, а в сыворотке крови концентрации глюкозы, общего белка, в том числе альбуминов и глобулинов, которое указывает на активизацию обменных процессов в их организме, включая углеводный обмен. Полученные результаты связаны с механизмом действия данных кормовых добавок, основанным на том, что при попадании в желудочно-кишечный тракт быстрые углеводы (лактоза, галактоза, лактулоза), содержащиеся в их составе, способствуют ингибированию развития патогенной микрофлоры, тем самым повышают уровень концентрации бифидо- и лактобактерий, что непосредственно связано с усилением работы секреторного компонента иммуноглобулина типа А. Выявленное в ходе эксперимента увеличение в сыворотке крови лактирующих козозматок I и II опытных групп, получавших в составе рациона

лактозосодержащие добавки, иммуноглобулинов изотипов LgM и LgA свидетельствует о росте уровня иммунозащиты их организма.

Полученные результаты дополняют более ранние сведения по оценке эффективности применения различных кормовых добавок на основе лактулозы в кормлении сельскохозяйственных животных (Куленко В.Г., 2018; Гринь М.С., 2019; Рябцева С.А. и др., 2020), изучению молочной продуктивности коз и качества получаемого от них молока (Lôbo AMBO et al., 2017; Nacheva I, 2019) и согласуются с исследованиями учёных по данной теме (Тарчоков А.Т. и др., 2019; Shuvarikov AS et al., 2021).

Как показали проведённые исследования, введение в рацион лактулозосодержащих кормовых добавок Лактувет-1 и Кумелакт-1 положительно повлияло на усиление протекающих в организме животных обменных процессов, способствуя более интенсивной выработке молока и, как результат, повышению молочной продуктивности. Также отмечено положительное влияние добавок на минеральный обмен. Наиболее высокие результаты получены при использовании кормовой добавки Кумелакт-1. Результаты анализа качества козьего молока свидетельствуют о возможности использования его для получения молочных продуктов.

Заключение.

Введение в рационы кормления лактулозосодержащих добавок оказывает положительное влияние на показатели естественной защиты организма козوماتок. Кормовые добавки Лактувет-1 и Кумелакт-1 в рационах кормления зааненской породы коз способствуют увеличению удоев, повышению количества общего белка, казеина, жира и минеральных веществ в молоке и положительно влияют на качество выработанного творога.

Наиболее эффективно использование кормовой добавки Кумелакт-1 в рационах кормления лактирующих коз в количестве 0,5 % от массы комбикорма.

Список источников

1. Абилов Б.Т., Марынич А.П., Халимбеков З.А. Продуктивность козлят зааненской породы при использовании в рационе кормовой добавки «Organic» // Сельскохозяйственный журнал. 2020. № 4(13). С. 14-19. [Abilov BT, Marynich AP, Halimbekov ZA. Productivity of Saanen goatlings when using supplementary feed "Organic" in the ration. Agricultural Journal. 2020;4(13):14-19. (*In Russ.*)]. doi: 10.25930/2687-1254/002.4.13.2020
2. Гаврилова Н.Б., Щетинина Е.М. Козье молоко – биологически полноценное сырьё для специализированной пищевой продукции // Хранение и переработка сельхозсырья. 2019. № 1. С. 66-75. [Gavrilova NB, Schetinina EM. Goat's milk – biologically full-grade raw materials for specialized food products. Storage and Processing of Farm Products. 2019;1:66-75. (*In Russ.*)].
3. Гринь М.С. Использование лактулозы в составе комбикорма КР-1 // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. 2019. № 1(22). С. 178-184. [Grin' MS. Ispol'zovanie laktulozy v sostave kombikorma KR-1. Aktual'nye problemy intensivnogo razvitija zhivotnovodstva. 2019;1(22):178-184. (*In Russ.*)].
4. Интенсивная технология производства кормовой добавки на основе лактулозы с высокой бифидогенной активностью / В.Г. Куленко, В.Б. Шевчук, Е.А. Фиалкова, Ю.В. Виноградова, А.А. Кузин, Т.В. Новикова, Ю.А. Воеводина // Молочнохозяйственный вестник. 2018. № 4(32). С. 63-71. [Kulenko VG, Shevchuk VB, Fialkova EA, Vinogradova YuV, Kuzin AA, Novikova TV, Voevodina YuA. Intensive production technology of a lactulose-based feed additive with high bifidogenic activity. Dairy Farming Journal. 2018;4(32):63-71. (*In Russ.*)].
5. Киреева А.Б., Якубова Э.Ж., Исаева К.С. Козье молоко в аспекте функционального питания // Юный учёный. 2018. № 4(18). С. 73-75. [Kireeva AB, Jakubova JeZh, Isaeva KS. Koz'e moloko v aspekte funk-cional'nogo pitaniya. Junyj uchenyj. 2018;4(18):73-75. (*In Russ.*)].
6. Козье молоко – ценное сырьё для производства детских молочных продуктов / С.В. Симоненко, С.В. Фелик, Е.С. Симоненко, Т.А. Антипова, А.С. Шувариков, О.Н. Пастух // Ов-

цы, козы, шерстяное дело. 2017. № 4. С. 35-36. [Simonenko SV, Felik SV, Simonenko ES, Antipova TA, Shuvarikov AS, Pastuh ON. Koz'e moloko – cennoe syr'e dlja proizvodstva detskih molochnyh produktov. Ovtsty, kozy, sherstyanoje delo. 2017;4:33-35. (*In Russ.*)].

7. Обогащение пищевых продуктов как фактор профилактики микронутриентной недостаточности / Л.А. Маюрникова, А.А. Кокшаров, Т.В. Крапива, С.В. Новоселов // Техника и технология пищевых производств. 2020. Т. 50. № 1. С. 124-139. [Mayurnikova LA, Koksharov AA, Krapiva TV, Novoselov SV. Food fortification as a preventive factor of micronutrient deficiency. Food Processing: Techniques and Technology. 2020;50(1):124-139. (*In Russ.*)]. doi: 10.21603/2074-9414-2020-1-124-139

8. Овчарова А.Н., Софронова О.В., Полякова Л.Л. Влияние пробиотических лактобацилл на неспецифическую резистентность и физиологические показатели лабораторных животных // Фармакокинетика и фармакодинамика. 2019. № 2. С. 28-31. [Ovcharova AN, Safronova OV, Polyakova LL. Influence of probiotic lactobacilli on nonspecific resistance and physiological parameters of laboratory animals. Farmakokinetika i farmakodinamika. 2019;2:28-31. (*In Russ.*)]. doi: 10.24411/2587-7836-2019-10043

9. Современные технологии в молочном козоводстве / М.Ю. Санников, С.И. Новопашина, С.А. Хататаева, Л.Н. Григорян, Ю.А. Юлдашбаев, О.В. Ласточкина, И.И. Лукин // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2019. № 6. С. 141-149. [Sannikov MYu, Novopashina SI, Khatataeva SA, Grigoryan LN, Yuldashbaev YuA, Lastochkina OV, Lukin II. Modern achievements in dairy goat breeding. Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy. 2019;6:141-149. (*In Russ.*)]. doi: 10.34677/0021-342x-2019-6-141-149

10. Тарчоков А.Т., Тлейншева М.Г., Айсанов З.М. Качественный состав молока коз зааненской породы // Вестник Курганской ГСХА. 2019. № 3(31). С. 45-46. [Tarchokov AT, Tleinsheva MG, Aisanov ZM. Qualitative composition of milk of goats of Zaanansky breed. Vestnik Kurganskoj GSXA. 2019;3(31):45-46. (*In Russ.*)].

11. Физиологические эффекты, механизмы действия и применение лактулозы / С.А. Рябцева, А.Г. Храмов, Р.О. Будкевич, Г.С. Анисимов, А.О. Чукло, М.А. Шпак // Вопросы питания. 2020. Т. 89. № 2. С. 5-20. [Ryabtseva SA, Khramtsov AG, Budkevich RO, Anisimov GS, Chuklo AO, Shpak MA. Physiological effects, mechanisms of action and application of lactulose. Problems of Nutrition. 2020;89(2):5-20. (*In Russ.*)]. doi: 10.24411/0042-8833-2020-10012

12. Функ И.А., Отт Е.Ф., Владимиров Н.И. Подбор микроорганизмов в состав пробиотика для коз // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2019. № 3(173). С. 110-114. [Funk IA, Ott EF, Vladimirov NI. Selection of microorganisms to compose a probiotic for goats. Bulletin of Altai State Agricultural University. 2019;3(173):110-114. (*In Russ.*)].

13. Gallier S, Tolenaars L, Prosser C. Whole goat milk as a source of fat and milk fat globule membrane in infant formula. *Nutrients*. 2020;12(11):3486. doi: 10.3390/nu12113486

14. Lôbo AMBO, Lôbo RNB, Facó O, Souza V, Alves AAC, Costa AC, Albuquerque MAM. Characterization of milk production and composition of four exotic goat breeds in Brazil. *Small Ruminant Research*. 2017;153:9-16. doi: 10.1016/J.SMALLRUMRES.2017.05.005

15. Nacheva I. Kinetic and microbiological dependencies in the process of fermentation of goat milk, enriched with lactulose. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2019;1(25):187-190.

16. Shuvarikov AS, Pastukh ON, Zhukova EV, Zheltova OA. The quality of milk of goats of Saanen, Alpine and Nubian breeds. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: International Conference on Production and Processing of Agricultural Raw Materials 26-29 February 2020, Voronezh, Russian Federation. Bristol, England: IOP Publishing;2021;640:032031. doi: 10.1088/1755-1315/640/3/032031

References

1. Abilov BT, Marynich AP, Halimbekov ZA. Productivity of Saanen goatlings when using supplementary feed "Organic" in the ration. *Agricultural journal*. 2020;4(13):14-19. doi: 10.25930/2687-1254/002.4.13.2020

2. Gavrilova NB, Schetinina EM. Goat's milk – biologically full-grade raw materials for specialized food products. *Storage and Processing of Farm Products*. 2019;1:66-75.
3. Grin MS. The use of lactulose in the compound feed KR-1. *Actual Problems of Intensive Development of Animal Husbandry*. 2019;1(22):178-184.
4. Kulenko VG, Shevchuk VB, Fialkova EA, Vinogradova YuV, Kuzin AA, Novikova TV, Voevodina YuA. Intensive production technology of a lactulose-based feed additive with high bifidogenic activity. *Dairy Farming Journal*. 2018;4(32):63-71.
5. Kireeva AB, Yakubova EZh, Isaeva KS. Goat milk in the aspect of functional nutrition. *Young Scientist*. 2018;4(18):73-75.
6. Simonenko SV, Felik SV, Simonenko ES, Antipova TA, Shuvarikov AS, Pastuh ON. Goat milk is a valuable raw material for the production of children's dairy products. *Sheep, Goats, Woolen Business*. 2017;4:33-35.
7. Mayurnikova LA, Koksharov AA, Krapiva TV, Novoselov SV. Food fortification as a preventive factor of micronutrient deficiency. *Food Processing: Techniques and Technology*. 2020;50(1):124-139. doi: 10.21603/2074-9414-2020-1-124-139
8. Ovcharova AN, Safronova OV, Polyakova LL. Influence of probiotic lactobacilli on non-specific resistance and physiological parameters of laboratory animals. *Pharmacokinetics and Pharmacodynamics*. 2019;2:28-31. doi: 10.24411/2587-7836-2019-10043
9. Sannikov MYu, Novopashina SI, Khatataeva SA, Grigoryan LN, Yuldashbaev YuA, Lastochkina OV, Lukin II. Modern achievements in dairy goat breeding. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2019;6:141-149. doi: 10.34677/0021-342x-2019-6-141-149
10. Tarchokov AT, Tleinsheva MG, Aisanov ZM. Qualitative composition of milk of goats of Zaanansky breed. *Bulletin of the Kurgan State Agricultural Academy*. 2019;3(31):45-46.
11. Ryabtseva SA, Khramtsov AG, Budkevich RO, Anisimov GS, Chuklo AO, Shpak MA. Physiological effects, mechanisms of action and application of lactulose. *Problems of Nutrition*. 2020;89(2):5-20. doi: 10.24411/0042-8833-2020-10012
12. Funk IA, Ott EF, Vladimirov NI. Selection of microorganisms to compose a probiotic for goats. *Bulletin of Altai State Agricultural University*. 2019;3(173):110-114.
13. Gallier S, Tolenaars L, Prosser C. Whole goat milk as a source of fat and milk fat globule membrane in infant formula. *Nutrients*. 2020;12(11):3486. doi: 10.3390/nu12113486
14. Lôbo AMBO, Lôbo RNB, Facó O, Souza V, Alves AAC, Costa AC, Albuquerque MAM. Characterization of milk production and composition of four exotic goat breeds in Brazil. *Small Ruminant Research*. 2017;153:9-16. doi: 10.1016/J.SMALLRUMRES.2017.05.005
15. Nacheva I. Kinetic and microbiological dependencies in the process of fermentation of goat milk, enriched with lactulose. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2019;1(25):187-190.
16. Shuvarikov AS, Pastukh ON, Zhukova EV, Zheltova OA. The quality of milk of goats of Saanen, Alpine and Nubian breeds. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: International Conference on Production and Processing of Agricultural Raw Materials 26-29 February 2020, Voronezh, Russian Federation*. Bristol, England: IOP Publishing;2021;640:032031. doi: 10.1088/1755-1315/640/3/032031

Информация об авторах:

Иван Фёдорович Горлов, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН, научный руководитель, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции, 400066, Россия, Волгоградская обл., Волгоград, ул. имени Маршала Рокоссовского, 6, тел.: 8 (844) 239-10-48.

Дмитрий Владимирович Николаев, доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции, 400066, Россия, Волгоградская обл., Волгоград, ул. имени Маршала Рокоссовского, 6, тел.: 8 (844) 239-10-48.

Татьяна Николаевна Бармина, старший научный сотрудник, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции, 400066, Россия, Волгоградская обл., Волгоград, ул. имени Маршала Рокоссовского, 6, тел.: 8 (844) 239-10-48.

Светлана Анатольевна Суркова, старший научный сотрудник, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции, 400066, Россия, Волгоградская обл., Волгоград, ул. имени Маршала Рокоссовского, 6, тел.: 8 (844) 239-10-48.

Екатерина Владимировна Карпенко, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции, 400066, Россия, Волгоградская обл., Волгоград, ул. имени Маршала Рокоссовского, 6, тел.: 8 (844) 239-10-48.

Ольга Владимировна Кудряшова, соискатель, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции, 400066, Россия, Волгоградская обл., Волгоград, ул. имени Маршала Рокоссовского, 6, тел.: 8 (844) 239-10-48.

Альбина Григорьевна Завгороднева, магистрант, Волгоградский государственный технический университет, 400005, Россия, Волгоградская обл., Волгоград, пр. имени В.И. Ленина, 28, тел.: 8 (844) 224-84-36.

Александра Алексеевна Сложенкина, магистрант, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 109028, Россия, Москва, Покровский бульвар, д. 11, тел.: 8 (999) 624-37-27.

Information about the authors:

Ivan F Gorlov, Dr. Sci. (Agriculture), Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Scientific Director, Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-And-Milk Production, 6 st. named after Marshal Rokossovsky, Volgograd, Volgograd region, 400066, Russia, tel.: 8 (844) 239-10-48.

Dmitry V Nikolaev, Dr. Sci. (Agriculture), Leading Researcher, Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-And-Milk Production, 6 st. named after Marshal Rokossovsky, Volgograd, Volgograd region, 400066, tel.: 8 (844) 239-10-48.

Tatiana N Barmina, Senior Researcher, Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-And-Milk Production, 6 st. named after Marshal Rokossovsky, Volgograd, Volgograd region, 400066, tel.: 8 (844) 239-10-48.

Svetlana A Surkova, Senior Researcher, Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-And-Milk Production, 6 st. named after Marshal Rokossovsky, Volgograd, Volgograd region, 400066, tel.: 8 (844) 239-10-48.

Ekaterina V Karpenko, Cand. Sci. (Biology), Leading Researcher, Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-And-Milk Production, 6 st. named after Marshal Rokossovsky, Volgograd, Volgograd region, 400066, tel.: 8 (844) 239-10-48.

Olga V Kudryashova, Applicant, Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-And-Milk Production, 6 st. named after Marshal Rokossovsky, Volgograd, Volgograd region, 400066, tel.: 8 (844) 239-10-48.

Albina G Zavgorodneva, master student, Volgograd State Technical University, 28, Lenin avenue, 400005, Volgograd region, Volgograd, Russia, tel.: 8 (844) 224-84-36.

Aleksandra A Slozhenkina, master student, National Research University “Higher School of Economics”, 11, Pokrovsky Bulvar, Moscow, 109028, Russia, tel.: 8 (999) 624-37-27.

Статья поступила в редакцию 17.10.2022; одобрена после рецензирования 24.11.2022; принята к публикации 12.12.2022.

The article was submitted 17.10.2022; approved after reviewing 24.11.2022; accepted for publication 12.12.2022.