

ЗООЛОГИЯ, ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

Оригинальная научная статья

УДК 597.5:639.337

<https://doi.org/10.26897/2949-4710-2026-4-2-4-04>



Новый биомаркер в оценке скрытых маститов у коров

Владимир Георгиевич Вертипрахов, Анастасия Дмитриевна Ильченко

Российский государственный аграрный университет –
МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия

Автор, ответственный за переписку: Владимир Георгиевич Вертипрахов,
vertiprahov@rgau-msha.ru

Аннотация

Для борьбы с маститом коров и минимизации ущерба, наносимого этим заболеванием, наибольший интерес представляют те методы диагностики, которые позволяют как можно раньше выявить начало заболевания до появления клинических признаков. В результате сравнительных исследований в молоке коров активности трипсина и соматических клеток (с помощью прибора Соматос-Мини) у животных с лактацией более 100 суток и новотельной коровы, выделяющей молозиво. Установлено, что у здоровых коров уровень фермента составляет 34.3 ± 1.48 ед/л. В молозиве, содержащем значительно больше белка в первые дни лактации, активность фермента выше на 37.6% по сравнению со зрелым молоком в более поздние сроки лактации. Результаты разных способов определения мастита у коров согласуются между собой. Следовательно, по активности трипсина в молоке коров можно судить о состоянии здоровья молочной железы.

Ключевые слова

Активность трипсина, скрытый мастит, молозиво, коровы, соматические клетки

Для цитирования

Вертипрахов В.Г., Ильченко А.Д. Новый биомаркер в оценке скрытых маститов у коров. *Тимирязевский биологический журнал*. 2026;4(2):404. <https://doi.org/10.26897/2949-4710-2026-4-2-4-04>

ZOOLOGY, HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

Original article

<https://doi.org/10.26897/2949-4710-2026-4-2-4-04>



A new biomarker for the assessment of subclinical mastitis in cows

Vladimir G. Vertiprahov, Anastasia D. Ilchenko

¹ Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy,
Moscow, Russia

Corresponding author: Vladimir G. Vertiprahov, vertiprahov@rgau-msha.ru

Abstract

To combat mastitis in cows and minimize the economic losses caused by this disease, the most valuable diagnostic methods are those that enable early detection of the onset of the disease, prior to the manifestation of clinical signs. In a comparative study, we assessed trypsin activity and somatic cell count (using the Somatos-Mini device) in the milk of cows with lactation periods exceeding 100 days and in a freshly calved cow producing colostrum. In healthy cows, the enzyme level was found to be 34.3 ± 1.48 U/L. In colostrum, which contains significantly higher protein content during the first days of lactation, trypsin activity was 37.6% higher compared to mature milk obtained at later lactation stages. The results obtained from different methods of mastitis detection in cows were consistent with each other. Therefore, trypsin activity in cow's milk can serve as an indicator of udder health status.

Keywords

Trypsin activity, subclinical mastitis, colostrum, cows, somatic cells

For citation

Vertiprakhov V.G., Ilchenko A.D. A new biomarker for the assessment of subclinical mastitis in cows. *Timiryazev Biological Journal*. 2026;4(2):404. <https://doi.org/10.26897/2949-4710-2026-4-2-4-04>

Введение

Introduction

Для борьбы с маститом коров и минимизации ущерба, наносимого этим заболеванием, наибольший интерес представляют те методы диагностики, которые позволяют как можно раньше выявить начало заболевания до появления клинических признаков. Самыми чувствительными из применяющихся в настоящее время способов являются те из них, которые основаны на контроле содержания в молоке соматических клеток, нуклеиновых кислот, АТФ [1]. Они требуют специальной подготовки образца и ввиду большого фонового разброса показателей этих параметров у различных животных не всегда могут дать однозначный ответ на вопрос о том, есть или нет воспаление. Предложен способ, основанный на измерении количества продуктов окисления липидов, которое возрастает при воспалении по причине интенсификации этого процесса [2]. Способ включает в себя определение содержания в молоке нитрозотиолов и нитрита. При содержании нитрита выше 10% от содержания нитрозотиолов диагностируют наличие воспалительного процесса. Результаты исследований по диагностике и лечению маститов у коров в опыте выявили особенности разных методов. Использование нового метода на основе активности трипсина в молоке и сыворотке крови коров в диагностике маститов показало свою перспективность [3]. Кроме того, в статье впервые приводятся данные по активности трипсина в молозиве от коровы, что имеет определенное практическое значение в поисках взаимосвязи активности фермента и количества белка в нем. Молозиво является ценным продуктом, так как оно обладает более высокой питательной и биологической ценностью, чем зрелое молоко. В нем увеличено содержание легкоусвояемых сывороточных белков, защитных иммунных факторов (иммуноглобулина А, лактоферрина, лейкоцитов-макрофагов, нейтрофилов, лимфоцитов), а также природных антиоксидантов (витаминов А и Е, β -каротина, цинка, селена) [4, 5]. В связи с усовершенствованием этого метода нами возобновлены исследования в данном направлении, и полученные данные отражены в представленной научной статье.

Цель исследований: определение активности трипсина в фильтрате молока и сравнение с показателями, полученными в молозиве коров.

Методика исследований

Research method

Эксперименты проводили на базе зоостанции РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева на коровах разного возраста и породы с целью оценки активности трипсина в молоке от лактирующих более 100 суток и новотельных коров. Животные имели разную продуктивность, находились в помещении с оптимальными условиями кормления и содержания.

Краткая характеристика коров. Марна – корова красно-пестрой голштинской породы, возраст – 5 лет, 8-й месяц после отела, удой – 15 л/сутки. Состояние удовлетворительное, признаков мастита нет, вымя без патологий, молоко соответствует норме. Фрида – корова черно-пестрой породы, возраст – 4 года, 7-й месяц после отела, удой – 10 л/сутки. Отклонений в здоровье нет, вымя и молоко в норме. Яронка – корова костромской породы, возраст – 6 лет, 4-й месяц после отела, удой – 20 л/сутки. Активная, с хорошим аппетитом, вымя и молоко без отклонений. Дикси – корова черно-пестрой голштинской породы, возраст – 3 года, первый отел, роды прошли нормально. Молозиво для исследований получали на 1, 3 и 9 дни.

Протокол исследований. Пробы молока (по 50 мл из каждой доли вымени) получали утром при доении индивидуально из каждого соска вымени. Каждую маркировали датой, временем и идентификатором животного. Тотчас выполняли исследования молока на мастит двумя методами: традиционным с использованием прибора Соматос-мини и инновационным – по активности трипсина в молоке.

Определение с помощью прибора Соматос-мини. Модель используемого вискозиметра – «Соматос-Мини», который полностью соответствует требованиям ГОСТ 23453-2014. Вискозиметрический анализ молока – экспресс-метод определения количества соматических клеток по вязкости смеси молока – выполняли с помощью препарата «Мастоприм». Суть данного метода заключается в том, что продолжительность вытекания определяется вязкостью смеси сырого молока с раствором препарата «Мастоприм», которая коррелирует с исходным содержанием в нем соматических клеток. Диапазон определения количества соматических клеток при использовании капиллярных вискозиметров составляет от 90 до 1500 тыс. в 1 см³ сырого молока, и продолжительность вытекания смеси из капилляра колеблется от 12 до 58 с.

При времени от 12 до 15 с количество соматических клеток соответствовало от 90 до 200 тыс/см³, то есть в этом случае воспаление в молочной железе не наблюдалось.

Биохимические исследования. Для анализа новым способом из пробы свежеполученного молока брали 300 мкл и центрифугировали на центрифуге Eppendorf MiniSpin® plus (Германия) при 13 тыс. об/мин в течение 10 мин с мембраной-фильтром (100 КДа), чтобы отделить молекулы трипсина от жира и более крупных белков. Затем определяли активность трипсина на биохимическом анализаторе BioChem SA с использованием субстрата БАПНА [6]. Полученные результаты обрабатывали методом вариационной статистики, используя таблицы Стьюдента.

Результаты и их обсуждение

Results and discussion

В первые дни после отела у коровы выделяется из молочной железы молозиво, которое отличается по своим физико-химическим свойствам от молока. Взятое в первый день молозиво по внешнему виду отличается от полученного на третий день после отела. Данные по активности трипсина в молозиве в динамике после отела представлены в таблице 1.

Данные таблицы 1 показали, что в молозиве, полученном в первый день после отела, активность трипсина не отличается от молока контрольной группы коров. В процессе лактации на третий день активность трипсина в молозиве увеличивается с 36.6 ± 1.37 ед/л до 47.2 ± 1.60 ед/л ($p < 0.05$), то есть на 29.0%. Следовательно, в первые дни молозиво содержит большое количество иммуноглобулинов, и активность трипсина в молозиве снижается (за счет ингибиторов), чтобы не гидролизовать ценные белки молока, а в последующие дни активность трипсина линейно возрастает в молозиве для гидролиза белков молока и лучшего усвоения пептидов и аминокислот теленком.

Анализ активности трипсина в разных долях в вымени коровы указывает на их отличие, что может быть связано с разной интенсивностью секреции в молочной железе. Выполненные исследования на приборе Соматос-мини свидетельствуют о различных показателях в составе молока в начальный период лактации и позднее (табл. 2).

Анализ результатов (табл. 2) показал, что после отела, когда молочная железа коровы секретит молозиво в течение 7 суток, определение состояния железы с помощью прибора Соматос-мини не дает объективной оценки. Это связано с тем, что вязкость молозива намного отличается от молока

Таблица 1. Активность трипсина в молозиве у коровы Дикси в динамике по дням лактации.

Table 1. Trypsin activity in colostrum of cow Dixie over lactation days.

Показатель <i>Parameter</i>	Период лактации, ед/л <i>Udder quarter, U/L</i>			
	первый день после отела <i>day 1 postpartum</i>	третий день после отела <i>day 3 postpartum</i>	девятый день после отела <i>day 9 postpartum</i>	в среднем у лактирующих коров <i>mean value in lactating cows</i>
ЛЗ <i>LR</i>	37.1±3.83	40.5±1.27	49.1±3.15	34.8±1.44
ЛП <i>LF</i>	37.1±1.12	54.6±2.31	48.2±3.33	30.4±1.00
ПЗ <i>RR</i>	37.1±1.97	50.5±1.38	41.4±3.37	29.6±2.00
ПП <i>RF</i>	35.0±3.65	43.1±0.12	45.6±3.47	42.6±1.17

Примечание. ЛЗ – левая задняя доля вымени, ЛП – левая передняя доля вымени, ПЗ – правая задняя доля вымени, ПП – правая передняя доля вымени.

Note: LR – left rear quarter; LF – left front quarter; RR – right rear quarter; RF – right front quarter.

Таблица 2. Показатели прибора Соматос-мини по определению соматических клеток в молозиве коровы Дикси.

Table 2. Somatic cell count (SCC) parameters measured with the Somatos-Mini device in colostrum of cow Dixie.

№ пробы <i>Sample No.</i>	Показатель <i>Parameter</i>	Доля молочной железы <i>Udder quarter</i>			
		ЛЗ <i>LR</i>	ЛП <i>LF</i>	ПЗ <i>RR</i>	ПП <i>RF</i>
1	Продолжительность вытекания, с <i>Flow duration, s</i>	28.8	12.5	26.7	26.4
	Соматических клеток, тыс./мм ³ <i>SCC, ×10³/mm³</i>	658.0	107.5	570.8	558.3
2	Продолжительность вытекания, с <i>Flow duration, s</i>	30.9	58.0	28.6	25.2
	Соматических клеток, тыс./мм ³ <i>SCC, ×10³/mm³</i>	745.8	1500.0	649.5	503.3
3	Продолжительность вытекания, с <i>Flow duration, s</i>	26.7	35.2	30.5	24.4
	Соматических клеток, тыс./мм ³ <i>SCC, ×10³/mm³</i>	570.8	650.0	729.0	482.4
Среднее <i>Mean</i>	Продолжительность вытекания, с <i>Flow duration, s</i>	28.8±0.85	32.6±1.11	28.6±0.88	25.3±0.48
	Соматических клеток, тыс./мм ³ <i>SCC, ×10³/mm³</i>	658.0±41.8	752.0±377.0	649.8±37.90	514.7±18.82

Примечание. ЛЗ – левая задняя доля вымени, ЛП – левая передняя доля вымени, ПЗ – правая задняя доля вымени, ПП – правая передняя доля вымени.

Note: LR – left rear quarter; LF – left front quarter; RR – right rear quarter; RF – right front quarter.

во время обычной лактации, и вискозиметр показывает завышенные значения, которые не укладываются с норму (до 200 тыс/мм³). В отдельной доле расчетное количество соматических клеток достигало 1500 тыс/мм³. Данные по активности трипсина и показателям соматических клеток представлены в таблице 3.

Результаты показали, что среднее значение активности трипсина у коров с продолжительностью лактации более 100 дней составляет 34.3 ± 1.48 ед/л, а на девятый день лактации – 44.7 ± 2.02 ед/л. Это указывает на постепенное снижение активности трипсина в молоке коров в процессе лактации, хотя нельзя не учитывать

индивидуальные особенности каждого животного и состояние молочной железы. Активность трипсина в вымени неоднородна как между коровами, так и между отдельными долями. Наиболее высокие значения активности фермента регистрируются в правой передней доле (ПП), а самые низкие – в правой задней (ПЗ). У коровы Фриды междолевые различия особенно яркие, что может указывать на индивидуальные физиологические особенности или локальные факторы (например, степень кровоснабжения, местная воспалительная активность или особенности секреции молока в конкретной доле). Из показателей прибора Соматос-Мини следует, что между отдельными долями

Таблица 3. Активность трипсина и количество соматических клеток, определяемых с помощью прибора Соматос-мини в молоке у группы лактирующих коров с продолжительностью лактации более 100 дней.

Table 3. Trypsin activity and somatic cell count (measured with the Somatos-Mini device) in milk of lactating cows with lactation duration exceeding 100 days.

Показатель <i>Parameter</i>	Доля молочной железы <i>Udder quarter</i>			
	ЛЗ <i>LR</i>	ЛП <i>LF</i>	ПЗ <i>RR</i>	ПП <i>RF</i>
Фрида <i>Frida</i>				
Активность трипсина, ед/л <i>Trypsin activity, U/L</i>	28.7±2.30	26.8±4.85	21.6±0.82	47.0±3.68
Соматических клеток, тыс./мм ³ <i>SCC, ×10³/mm³</i>	186.8±41.2	151.8±142.5	148.3±4.36	177.0±3.96
Марна <i>Marna</i>				
Активность трипсина, ед/л <i>Trypsin activity, U/L</i>	37.1±2.8	30.0±4.82	36.5±2.14	38.5±0.14
Соматических клеток, тыс./мм ³ <i>SCC, ×10³/mm³</i>	149.0±1.50	132.8±13.44	122.7±5.95	119.2±10.82
Яронка <i>Yaronka</i>				
Активность трипсина, ед/л <i>Trypsin activity, U/L</i>	38.4±3.05	34.3±6.78	30.8±5.71	42.2±3.07
Соматических клеток, тыс./мм ³ <i>SCC, ×10³/mm³</i>	141.5±8.35	114.9±6.00	122.9±3.63	125.3±8.47

Примечание. ЛЗ – левая задняя доля вымени, ЛП – левая передняя доля вымени, ПЗ – правая задняя доля вымени, ПП – правая передняя доля вымени.

Note: LR – left rear quarter; LF – left front quarter; RR – right rear quarter; RF – right front quarter.

наблюдаются отличия, но в целом у всех коров значения не превышают физиологическую норму (< 200 тыс/мм³). Определение корреляции между показателями активности трипсина и количеством соматических клеток в молоке дает основание считать, что в период получения «зрелого» молока биохимический и физический способы позволяют получать аналогичные результаты, в то время как у коров в молозиве наиболее объективную оценку состояния молочной железы можно получить благодаря определению в молозиве активности трипсина.

Молозиво, которое выделяют молочные железы коровы в первые 7 суток после отела, существенно отличается от молока коров в период интенсивной лактации. В молозиве белка в 4-7 раз больше, чем в обычном молоке от коровы. Главная функция молозива заключается в передаче пассивного иммунитета теленку (IgG всасываются в кишечнике только в первые часы жизни) [7-11]. IgG противостоит бактериям и токсинам в крови и лимфатической системе, IgM обнаруживает вирусные агенты и связывается с ними в системе кровообращения, IgD и IgE устраняют посторонние вещества

из системы кровообращения и инициируют аллергические реакции. Лейкоциты стимулируют выработку интерферона, который подавляет размножение вирусов. Лактоферрин (ЛФ) – гликопротеид с молекулярной массой ~ 80 кДа и $pI \sim 9$ – связан с транспортом железа в эритроциты [12]. Он защищает организм от инфекций и раковых опухолей, оказывает противовоспалительный эффект. Лактоферрин регулирует метаболизм в костной ткани, репродуктивную функцию и развитие эмбриона, действуя как иммуномодулятор. Лактоферрин регулирует активность иммунной системы: стимулирует, когда она работает недостаточно эффективно (во время инфекций), или подавляет гиперактивные состояния (при аутоиммунных заболеваниях). Лизоцим – фермент класса гидролаз [13] – разрушает клеточную стенку бактерий и вирусный капсид.

Молозиво содержит регуляторные факторы: пролин – полипептид (PRP), или трансфер-фактор, регулирует деятельность щитовидной железы, как инициирует, так и подавляет иммунный отклик. Цитокины регулируют интенсивность и продолжительность иммунного отклика. Они обладают антивирусным и противоопухолевым эффектами. Интерлейкин-10 подавляет воспалительные процессы. Лимфокины регулируют иммунный отклик. Ангиогенин – белок, запускающий механизм интенсивного образования кровеносных сосудов в поврежденных органах (устранение нарушений при инсульте, инфаркте, ишемической болезни сердца). В молозиве содержится 8-10 мг/л ангиогенина [12-14].

Молозиво содержит больше липидов, чем зрелое молоко, что дает теленку энергию для терморегуляции. Профиль жирных кислот отличается: в молозиве меньше короткоцепочечных (C4:0, C6:0), больше пальмитиновой (C16:0), миристиновой (C14:0) и полиненасыщенных (PUFA, особенно $n-3$ и $n-6$). В зрелом молоке больше короткоцепочечных кислот [9].

В молозиве содержится меньше лактозы, чем в зрелом молоке, что профилактирует осмотический понос у теленка (у новорожденных – низкая активность лактазы). В зрелом молоке лактоза выше, она обеспечивает осмотическое давление и объем молока. Молозиво богаче минералами

для быстрого роста и костеобразования. В нем в 1.5-2 раза больше особенно Ca, P, Mg, Na, K, а также микроэлементов Cu, Fe, Zn. Состав молозива быстро меняется: уже через 3-5 дней белок падает, через 7-10 дней молозиво переходит в «переходное молоко», а к 10-14 дням приближается к зрелому. В зрелом молоке преобладают казеин и обычные сывороточные белки. После 100 дней различия с молозивом являются максимальными [11]. Определение трипсина в молозиве ранее не проводилось. В литературе имеются данные о наличии протеаз микробного происхождения, которые находятся в стенках бактерий, присутствующих в молозиве. Ранее мы определяли активность трипсина в молоке разных животных и обнаружили увеличение активности трипсина при маститах [12], что послужило основанием для разработки нового метода определения скрытых маститов у коров.

Выводы

Conclusions

1. В молоке здоровых коров содержится трипсин в активном состоянии (34.3 ± 1.48 ед/л). При этом активность трипсина в молоке имеет отличие как между разными коровами, так и между отдельными долями, что связано, по-видимому, с индивидуальными особенностями животных.

2. Молозиво, полученное от коровы в первые дни после отела, содержит в 4-7 раз больше белка, отличается по активности трипсина от зрелого молока тем, что показатель фермента превышает зрелое молоко на 37.6%. По мере продолжительности лактации активность трипсина постепенно снижается.

3. Установлена положительная корреляция между показателями активности трипсина и количеством соматических клеток, полученных путем исследования на приборе Соматос-Мини ($r = 41-56$), что позволяет считать биохимический метод определения скрытых маститов по активности трипсина перспективным способом. При этом у коров наиболее объективную оценку состояния молочной железы можно получить только благодаря определению в молозиве активности трипсина.

Список источников

1. Kitchen B.J. Bovine mastitis: milk compositional changes and related diagnostic tests. *Journal of Dairy Research*. 1981;48(1):167-188. <https://doi.org/10.1017/S0022029900021580>
2. Титов В.Ю., Фисинин В.И. *Способ ранней диагностики маститов у коров*. Патент на изобретение RU2371717 C1. Заявка № 2008104222/13 от 04.02.2008.

References

1. Kitchen B.J. Bovine mastitis: milk compositional changes and related diagnostic tests. *Journal of Dairy Research*. 1981;48(1):167-188. <https://doi.org/10.1017/S0022029900021580>
2. Titov V.Yu., Fisinin V.I. *Method for early diagnosis of mastitis in cows*. Patent RU2371717 C1. Application, No. 2008104222/13 dated February 04, 2008. (In Russ.)

3. Вертипрахов В.Г., Селионова М.И., Юлдашбаев Ю.А. и др. *Способ диагностики скрытых маститов у коров*. Патент на изобретение RU2798226 C1. Заявка № 2022121574 от 09.08.2022.
4. Sacerdote P., Mussano F., Franchi S. et al. Biological components in a standardized derivative of bovine colostrum. *Journal of Dairy Science*. 2013;96(3):1745-1754. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5928>
5. Conte F., Scarantino S. A study on the quality of bovine colostrum: physical, chemical and safety assessment. *International Food Research Journal*. 2013;20(2):925-931.
6. Вертипрахов В.Г., Грозина А.А. Оценка состояния поджелудочной железы методом определения активности трипсина в крови птицы. *Ветеринария*. 2018;(12):51-54. <https://doi.org/10.30896/0042-4846.2018.21.12.51-54>
7. McGrath B.A., Fox P.F., McSweeney P.L.H. et al. Composition and properties of bovine colostrum: a review. *Dairy Science & Technology*. 2016;96:133-158. <https://doi.org/10.1007/s13594-015-0258-x>
8. Puppel K., Gołębiewski M., Grodkowski G. et al. Composition and factors affecting quality of bovine colostrum: a review. *Animals*. 2019;9(12):1070. <https://doi.org/10.3390/ani9121070>
9. Wilms J.N., Hare K.S. Fischer-Tlustos A.J. et al. Fatty acid profile characterization in colostrum, transition, and mature milk from primiparous and multiparous Holstein cows. *Journal of Dairy Science*. 2022;105(3):2612-2630. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-20880>
10. Arslan A., Kaplan M., Duman H. et al. Bovine colostrum and its potential for human health and nutrition. *Frontiers in Nutrition*. 2021;8:651721. <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.651721>
11. Кузьмин С.В., Русаков В.Н., Синицына О.О. и др. Молозиво коров: компонентный состав, биологические свойства и практика применения. *Вопросы питания*. 2023;92(2):97-108. <https://doi.org/10.33029/0042-8833-2023-92-2-97-108>
12. Бейкер Е.Н., Бейкер Х.М., Кун Н., Кидд Р.Д. Лактоферрин: свойства и применение. *Молочная промышленность*. 2006;(2):38-39.
13. Li H., Aluko R.E. Bovine colostrum as a bioactive product against human microbial infections and gastrointestinal disorders. *Current Topics in Nutraceutical Research*. 2006;4(3-4):227-237.
14. Комолова Г.С., Тихомирова Н.А., Андреева О.И. Ангиогенин молока – активная основа лечебных средств. *Молочная промышленность*. 2007;(2):56-57.
15. Вертипрахов В.Г., Селионова М.И., Малородов В.В. и др. Активность трипсина в молоке коров повышается при маститах одновременно с экспрессией генов воспаления. *Сельскохозяйственная биология*. 2023;58(4):685-699. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2023.4.685rus>
3. Vertiprakhov V.G., Selionova M.I., Yuldashbaev Yu.A. et al. Method for diagnosing latent mastitis in cows. Patent RU2798226 C1. Application, No. 2022121574 dated August 09, 2022. (In Russ.)
4. Sacerdote P., Mussano F., Franchi S. et al. Biological components in a standardized derivative of bovine colostrum. *Journal of Dairy Science*. 2013;96(3):1745-1754. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5928>
5. Conte F., Scarantino S. A study on the quality of bovine colostrum: physical, chemical and safety assessment. *International Food Research Journal*. 2013;20(2):925-931.
6. Vertiprakhov V.G., Grozina A.A. The estimation of pancreatic functionality in chicken using tryptic activity in blood serum. *Veterinary Medicine*. 2018;(12):51-54. (In Russ.) <https://doi.org/10.30896/0042-4846.2018.21.12.51-54>
7. McGrath B.A., Fox P.F., McSweeney P.L.H. et al. Composition and properties of bovine colostrum: a review. *Dairy Science & Technology*. 2016;96:133-158. <https://doi.org/10.1007/s13594-015-0258-x>
8. Puppel K., Gołębiewski M., Grodkowski G. et al. Composition and factors affecting quality of bovine colostrum: a review. *Animals*. 2019;9(12):1070. <https://doi.org/10.3390/ani9121070>
9. Wilms J.N., Hare K.S. Fischer-Tlustos A.J. et al. Fatty acid profile characterization in colostrum, transition, and mature milk from primiparous and multiparous Holstein cows. *Journal of Dairy Science*. 2022;105(3):2612-2630. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-20880>
10. Arslan A., Kaplan M., Duman H. et al. Bovine colostrum and its potential for human health and nutrition. *Frontiers in Nutrition*. 2021;8:651721. <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.651721>
11. Kuzmin S.V., Rusakov V.N., Sinitsyna O.O. et al. Cow colostrum: component composition, biological properties and application practice. *Problems of Nutrition*. 2023;92(2):97-108. (In Russ.) <https://doi.org/10.33029/0042-8833-2023-92-2-97-108>
12. Baker E.N., Baker H.M., Coon N., Kidd R.D. Lactoferrin: properties and applications. *Dairy Industry*. 2006;(2):38-39. (In Russ.)
13. Li H., Aluko R.E. Bovine colostrum as a bioactive product against human microbial infections and gastrointestinal disorders. *Current Topics in Nutraceutical Research*. 2006;4(3-4):227-237.
14. Komolova G.S., Tihomirova N.A., Andreev O.I. Angiogenin of milk – an active basis of the medicative means. *Dairy Industry*. 2007;(2):56-57. (In Russ.)
15. Vertiprakhov V.G., Selionova M.I., Malorodov V.V. et al. Milk trypsin clear increases under bovine mastitis simultaneously with inflammation gene expression. *Agricultural Biology*. 2023;58(4):685-699. (In Russ.) <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2023.4.685rus>

Сведения об авторах

Владимир Георгиевич Вертипрахов, доктор биологических наук, доцент, заведующий кафедрой физиологии, этологии и биохимии животных, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127434, Россия, г. Москва, Тимирязевская ул., 49; vertiprahov@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3240-7636>

Анастасия Дмитриевна Ильченко, обучающаяся, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127434, Россия, г. Москва, Тимирязевская ул., 49

Вклад авторов

В.Г. Вертипрахов – создание черновика рукописи, оформление окончательной версии (доработка) рукописи, визуализация, организация исследований.

А.Д. Ильченко – проведение исследований, подготовка и создание рукописи.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 08.04.2026
Одобрена после рецензирования 17.06.2026
Принята к публикации 17.06.2026

Information about the authors

Vladimir G. Vertiprakhov, DSc (Bio), Associate Professor, Head of the Department of Physiology, Ethology and Biochemistry of Animals, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation; vertiprahov@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3240-7636>

Anastasia D. Ilchenko, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation

Contribution of the authors

V.G. Vertiprakhov – writing – original draft, writing – review & editing, visualization, project administration.

A.D. Ilchenko – investigation, writing – original draft.

Conflict of interests

The authors declare no relevant conflict of interests.

The article was submitted to the editorial office April 08, 2026
Approved after reviewing June 17, 2026
Accepted for publication June 17, 2026