

## НАУЧНЫЕ ОБЗОРЫ И СООБЩЕНИЯ

## SCIENTIFIC REVIEWS AND REPORTS

DOI: 10.12731/2658-6649-2022-14-5-368-391

УДК 619

ОСОБЕННОСТИ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА  
МОЛОЗИВА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

*О.В. Кашиарная, Т.С. Ермилова,  
В.А. Сафонов, А.Е. Черницкий*

*Молозиво и переходное молоко – наиважнейшие источники питания в первые дни жизни теленка. В это время оно же выступает практически единственным источником макро- и микроэлементов для новорожденного. В научной литературе накопление сведений о минеральном составе молозива коров идет медленно, поскольку больший интерес научного сообщества обращен к изучению особенностей биохимического, в частности, глобулинового состава.*

***Цель.** Изучение и систематизация доступных в научной литературе сведений о содержании минеральных элементов в молозиве крупного рогатого скота и возможного влияния на здоровье телят.*

***Материалы и методы.** В статье представлен обзор показателей содержания различных минеральных элементов в молозиве животных, по имеющимся результатам исследований и опытов отечественных и зарубежных учёных. Литературные материалы получены из наукометрических баз Elibrary, РИНЦ, Web of Science, Scopus и с помощью системы поиска Google Scholar.*

***Результаты и заключение.** Установлены некоторые закономерности влияния времени, прошедшего после отёла, на содержание в молозиве макро- и микроэлементов. Отличия в имеющихся данных касательно минерального состава молозива коров объясняются, в том числе, разными технологиями содержания скота, отличающимися составами кормов, а также породной принадлежностью животных и многими другими факторами.*

***Ключевые слова:** обзор; молозиво; молоко; минеральные элементы; телята; крупный рогатый скот; биохимический состав; биохимия*

*Для цитирования.* Кашарная О.В., Ермилова Т.С., Сафонов В.А., Черницкий А.Е. Особенности минерального состава молозива крупного рогатого скота // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2022. Т. 14, №5. С. 368-391. DOI: 10.12731/2658-6649-2022-14-5-368-391

## PECULIARITIES OF MINERAL COMPOSITION OF BOVINE COLOSTRUM

*O.V. Kasharnaya, E.S. Ermilova,  
V.A. Safonov, A.E. Chernitskiy*

*Colostrum or transitional milk is the most important source of nutrition within the first days of a calf's life. It is the only source of macro and micro elements for newborns. The accumulation of data in scientific publications on the mineral content of bovine colostrum is slow because the researchers primarily focus on the peculiarities of biochemical, in particular, globulin composition.*

**Aim.** *To study and systematize available scientific published data on the content of mineral elements in bovine colostrum and its possible influence on calve health.*

**Materials and Methods.** *The article contains the review of the composition of various mineral elements in the colostrum of animals based on the results of the studies and experiments of Russian and foreign scientists. Publications were searched for in scientific databases Elibrary, RSCI, Web of Science, Scopus, and a search engine Google Scholar.*

**Results and Discussion.** *The authors established certain consistency in the influence of time from the delivery on the content of macro and micro elements in the colostrum. The differences in the mineral content of bovine colostrum are explained by various technologies of cattle handling that differ by the species of animals and other factors.*

**Keywords:** *review; colostrum; milk; mineral elements; calves; cattle; biochemical composition; biochemistry*

**For citation.** *Kasharnaya O.V., Ermilova E.S., Safonov V.A., Chernitskiy A.E. Peculiarities of Mineral Composition of Bovine Colostrum. Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture, 2022, vol. 14, no. 5, pp. 368-391. DOI: 10.12731/2658-6649-2022-14-5-368-391*

Молозиво или colostrum – это секрет молочной железы, который появляется в последние дни беременности и продолжает выделяться в тече-

ние нескольких первых дней после родов. Его образование свойственно всем самкам животных млекопитающих, в том числе и для человека. На его качество и состав влияет большое количество как внешних факторов, например, состав кормов и воды, геологические данные, так и генетический потенциал животного, его физиологическое состояние, вид и порода и так далее [7, 10].

В данной статье рассмотрены имеющиеся в научной литературе данные по макро- и микроэлементному составу молозива разных видов животных, а также выполнено сравнение данных показателей.

### **Материалы и методы**

Для написания обзорной статьи использовались научные труды отечественных и зарубежных исследователей и научных коллективов, представленные в рецензируемых периодических научных изданиях и сборниках трудов научных конференций, семинаров и симпозиумов, материалы диссертационных работ и авторефератов. Материалы получены из наукометрических баз Elibrary, РИНЦ, Web of Science, Scopus и с помощью системы поиска Google Scholar. В обзоре представлены показатели молозива и молока клинически здоровых животных различных пород крупного рогатого скота и некоторых других животных, используемых в сельском хозяйстве.

### **Результаты**

Согласно литературным источникам, термин «молозиво» означает секрет, выделяемый только при первой дойке после отёла [1]. Секрет, молочной железы, полученный при последующем доении, называют переходным молоком. Оно носит такое название, поскольку его состав и свойства со временем плавно приближаются к показателям цельного молока [16], что представлено в таблице 1.

Продолжительность молозивного периода у животных разных видов колеблется в пределах 5 – 15 дней, например, у коров он длится от 7 до 10 дней, а у кобыл – от 4 до 5. Органолептически молозиво имеет вид густого вещества жёлтого цвета и солёного на вкус, чем разительно отличается от другого секрета молочной железы – молока, имеющего белый цвет, сладковатый вкус и не такую тягучую консистенцию. Кроме отличий во внешних признаках существует разница в составе, свойствах и назначении [7, 9, 18].

Основной целью выпаивания молозива и молока телятам заключается в переводе их с плацентарного на энтеральное питание [2, 17, 18]. Весьма

вероятно, что этим обуславливается тот факт, что молозиво первой дойки по своему составу более сходно с такой жидкостью организма, как кровь, нежели с молоком. Ведь пребывая в утробе матери, питание плода происходит за счёт её крови. После рождения поступление питательных веществ обеспечивает молозиво, которое имеет близкий состав и характеристики. С течением времени, прошедшего после отёла, и плавным изменением состава и свойств секрета «от молозива к молоку» организм детёныша привыкает к новому типу питания и пищи [3, 19].

Таблица 1.

**Изменение состава секрета молочной железы от молозива к цельному молоку (В.И. Сироткин, 1987)**

Наименование вещества	Молозиво	Молоко				Цельное
		Переходное				
		Через 1 сутки	Через 2 суток	Через 3 суток	Через 10 суток	
Сухое вещество, %	30,25	17,5	14,1	13,56	12,5	12,8
Белки, %	23,1	7,1	4,9	4,7	4,1	3,2
Жиры, %	5,02	4,18	4,1	4,08	3,66	3,7
Минеральные вещества, %	1,4	1,01	0,93	0,82	0,8	0,7

Поскольку молозиво и молоко являются первыми и, на начальном этапе постнатального развития организма, единственными источниками поступления необходимых для роста и развития веществ они имеют весьма богатый состав [4, 13, 15].

Известно, что плацента коров в виду особенностей своего строения препятствует прохождению антител матери к плоду. Именно благодаря данному факту в крови новорождённых телят отсутствуют специфические антитела, обеспечивающие устойчивость к различным патогенным факторам окружающей среды [18, 21]. Этим объясняется широкая распространённость среди них респираторных, желудочно-кишечных заболеваний и большой падеж в раннем возрасте. Молозиво и обеспечивает телят этими столь важными для становления естественного иммунитета антителами. Таким образом, за счёт иммунитета сформированного в организме матери в ходе пассивной иммунизации, телёнок приобретает свой собственный иммунитет, защищающий его на начальном этапе развития от болезнетворной микрофлоры [8, 17, 27, 29, 34].

Помимо перехода к внешнему питанию и иммуномоделирующей функции молозиво стимулирует перистальтику кишечника, очищая его

от мекония, оказывает угнетающее действие на размножение патогенной и благоприятствует росту нормальной микрофлоры в пищеварительной системе, а также обеспечивает организм необходимым количеством энергии для ускоренного роста. Исследования доказали, что новорождённые, которым в первые полтора часа жизни выпоили молозиво, обладают наилучшими темпами роста и практически невосприимчивы к заболеваниям молодняка, наблюдаемым у телят, своевременно не получивших первую порцию молозива [7, 10, 17].

Выполнение вышеперечисленных функций возможно благодаря присутствию в молозиве белков, в том числе иммуноглобулинов и ферментов, жиров, углеводов, витаминов и минеральных веществ, которые можно подразделить на макро- и микроэлементы. Главной особенностью минерального состава молозива является не только его разнообразие, но и высокая концентрация этих минералов [15, 21].

Без минеральных веществ невозможно формирование клеток и тканей, синтез ферментов и гормонов и осуществление самого минерального обмена. Находящиеся в молозиве минералы имеют вид ионов металлов и солей неорганических и органических кислот в молекулярном и коллоидном состоянии. Неорганические соли представлены хлоридами и фосфатами, а цитраты – соли органических кислот входят в состав буферных систем молозива и мицелл казеина, кроме того, необходимы для развития бактерий, продуцирующих ароматические вещества [11].

Все минеральные вещества предназначены для поддержания постоянного водно-солевого баланса организма, кислотно-щелочного равновесия и осмотического давления в тканях. Синтез таких значимых жидкостей организма, как кровь, желудочный сок, слюна, желчь тоже не обходится без участия минералов. Они участвуют в формировании костной ткани и оказывают влияние на деятельность желез внутренней секреции.

Макроэлементы в основном представлены солями неорганических кислот, большую часть которых составляют средние и кислые соли фосфорной кислоты. Недостаток одного или нескольких макро- и микроэлементов приводит к развитию специфических состояний, или дисэлементозов, образующих особую группу внутренних незаразных болезней животных, называемых эндемическими [6, 14]. Несмотря на то, что минеральные вещества требуются человеку и животным в относительно незначительных количествах, они имеют важное значение для нормального функционирования организма. Восполнение их запасов происходит извне, то есть они поступают с кормом и водой. И первые, и вторые в равной степени важ-

ны, разница заключается лишь в количестве суточного потребления. Так микроэлементами принято считать те, нормальное потребление которых в сутки не превышает 200 мг. Они содержатся в молозиве в виде ионов металлов и входят в состав многих ферментов, активизируют или ингибируют их действие, могут быть катализаторами химических превращений веществ [7, 14, 21, 33].

Качество молозива зависит от многих факторов: от генетического потенциала коровы-матери, условий ее содержания и кормления, времени года, соблюдения оптимального срока сухостойного периода и т.д. На его состав также влияют вышеуказанные и многие другие причины. Содержание минеральных веществ в молозиве имеет прямую зависимость от времени, прошедшего после отёла, что отражено в таблице 2. Из данных таблицы видно, что общее количество всех минералов постепенно снижается и на десятые сутки лактации уже почти идентичен их количеству, содержащемуся в цельном молоке [7, 31].

Изменение состава и свойств молозива происходит постепенно, что объясняется постепенным переходом к молоку. Принято считать, что выделение молозива не превышает 10 дней, однако молоко первого месяца лактации называется «переходным» отличается от нормального низкими технологическими и вкусовыми характеристиками. Такое молоко более пригодно для вскармливания его телятам и его используют для переработки [1, 4, 11].

Таблица 2.

**Динамика содержания минеральных веществ в 1 кг секрета  
молочной железы коров (В.И. Сироткин, 1987)**

Наименование секрета	Молозиво							Переходное молоко						Цельное молоко
	1	4	8	12	24	48	72	120	144	168	216	240	360	
Часы после отёла	1	4	8	12	24	48	72	120	144	168	216	240	360	720
Минеральные вещества, %	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7

В коровьем молозиве, как и в молоке, имеется большое количество минеральных веществ. Однако, в первом их количество в 1,5 – 1,7 раза выше, чем во втором, и в процентном отношении составляет 1,2 – 1,4%. Данный показатель снижается к 10-му дню лактации до 0,87%, в цельном молоке их содержание не превышает 0,74% [4, 7]. Подробные динамические изменения минерального состава молозива и молока представлены в таблице 3.

Таблица 3.

**Минеральный состав молозива и молока коров**

Наименование элемента	Содержание в молозиве (А.П. Калашников, 1985)	Содержание в молозиве (С. Кехо, 2007)	Содержание в молозиве (Дж.Х.Б. Рой, 1982)	Содержание в молоке (В.Я. Лях, 2008)	Содержание в молоке (Дж.Х.Б. Рой, 1982)
<b>Макроэлементы</b>					
Кальций, г/кг	1,6	4,7	2,5	1,2	1,24
Фосфор, г/кг	1,4	4,4	2,31	0,95	0,95
Магний, г/кг	0,2	0,7	0,38	0,14	0,13
Калий, г/кг	1,3	2,8	1,35	1,46	1,43
Натрий, г/кг	0,9	1,0	0,67	0,5	0,63
Хлор, г/кг	1,9	-	1,15	1,1	1,15
Сера, г/кг	1,0	2,5	-	0,29	-
<b>Микроэлементы</b>					
Железо, мг/кг	9,6	5,33	-	0,67	-
Медь, мг/кг	0,67	0,34	-	0,12	-
Цинк, мг/кг	13,5	38,1	-	4	-
Марганец, мг/кг	0,13	0,1	-	0,06	-
Кобальт, мг/кг	0,03	-	-	0,008	-
Йод, мг/кг	0,26	-	-	0,04	-

Таблица 3 отражает результаты исследований минерального состава молозива и молока коров отечественных и зарубежных учёных. Данные содержания минералов в молоке не имеют существенных отличий. Результаты исследований молозива зарубежных авторов демонстрируют более высокие показатели относительно некоторых макроэлементов. Содержание кальция и фосфора, согласно А.П. Калашникову, практически в 3 раза ниже, чем в результатах представленных С. Кехо, и на 56% ниже данных Дж. Рой. Количество магния меньше в 3,5 и почти в 2 раза. Содержание серы в результатах Сильвии Кехо выше в 2,5 раза, чем у отечественных авторов [7, 9, 30].

Имеются различия и в микроэлементном составе: данные советских учёных относительно содержания железа и меди почти в два раза выше, чем у зарубежных авторов, но количество цинка ниже в 2,8 раз.

В российской общедоступной литературе имеются сведения об отсутствии существенных различий в минеральном составе молозива, полученного в разные сезоны года [4]. Однако, результаты анализов, опубликованных Яном Мичинским в 2017 г, и представленных в таблице 4

очевидна зависимость количества минеральных веществ в молозиве и от сезона отёла.

Таблица 4.

**Содержание минеральных веществ в молозиве коров в зависимости от сезона года (Я. Мичинский, 2017)**

Минеральные вещества	Период отёла	После отёла			
		1 ч	8ч	3д	5д
Са, мг/л	Летний	3450±20,70	3120±18,3	2108±17,10	2040±20,20
	Зимний	3650±61,69	2910±23,14	1808±22,11	1720±13,47
К, мг/л	Летний	1330±2,93	1430±2,43	1580±2,22	1740±5,92
	Зимний	1680±4,03	1620±2,3	1651±2,73	1670±3,17
Mg, мг/л	Летний	290±0,23	187±0,04	160±0,21	120±0,04
	Зимний	350±0,35	199±0,07	147±0,29	110±0,02
Na, мг/л	Летний	560±0,78	683±0,62	648±0,45	600±0,09
	Зимний	680±0,95	671±0,84	622±0,74	530±0,64
Zn, мг/л	Летний	22±0,13	10±0,26	7±0,29	6±0,012
	Зимний	25±0,23	11±0,25	8±0,28	6±0,012

В то же время на минеральный состав молозива оказывает влияние порядковый номер родов. Это подтверждается недавними исследованиями минерального состава молозива молочных коров джерсейской породы, отобранного спустя 9:04±3:32ч после отела (таблица 5) [35].

Таблица 5.

**Минеральный состав молозива коров в зависимости от порядкового номера отела (A. Valdecabres, N. Silva-del-Rio, 2022)**

Минеральный элемент	Число отелов			
	2	3	4	5 и более
Кальций, ммоль/л	56,82±2,82	60,44±2,66	59,34±3,95	49,78±2,53
Фосфор, ммоль/л	45,97±2,25	45,31±2,25	43,13±3,41	35,85±1,91
Магний, ммоль/л	13,57±0,64	14,30±0,62	13,90±0,96	12,54±0,54
Натрий, ммоль/л	40,14±2,42	37,55±2,44	34,97±3,68	37,17±2,08
Калий, ммоль/л	37,90±1,21	38,61±1,22	36,87±1,86	33,21±1,04
Цинк, мкмоль/л	277,49±21,87	275,69±22,78	271,44±32,80	265,67±19,17
Железо, мкмоль/л	14,18±0,67	12,51±0,69	13,48±1,05	10,93±0,59
Медь, мкмоль/л	3,25±0,24	3,84±0,26	3,09±0,39	3,14±0,21

В литературных источниках имеются сведения о количестве отдельных минералов в молозиве лошади и козы. Секрет данных видов животных весьма бедный, что очевидно из данных, приведённых в таблице 6.

Таблица 6.

**Минеральный состав молозива лошади и козы**

Наименование минерала	Лошадь (В.Г. Скопичев, 2008)				Коза (С. Багве, 2015)
	Среднее значение	1 день	3 день	5 день	
Кальций, г/кг	0,21	0,25	0,21	0,17	0,65
Фосфор, г/кг	0,16	0,18	0,16	0,14	0,36
Калий, г/кг	0,21	0,28	0,2	0,17	3,38
Натрий, г/кг	-	-	-	-	1,44
Сера, г/кг	-	-	-	-	0,2
Йод, мг/кг	0,004	0,006	0,004	0,0005	-

Общее содержание золы в молозиве кобылы колеблется от 0,5 – 0,6%, а в молоке 0,3 – 0,4%, когда у коров этот показатель достигает 1,4%. Содержание отдельных элементов также значительно ниже, так количество кальция выше в 6,4 раза, фосфора – в 8,7, калия – в 6,2 [18].

Немногом больше по количеству минеральных элементов от кобыльего молозива отличается молозиво овец. Количество кальция и фосфора в нём также не велико, а значения уровня содержания калия и натрия даже превышают уровень содержания данных элементов в коровьем молозиве [24].

Наиболее значимый макроэлемент как молозива, так и молока – это кальций. Физиологическая и биохимическая роль кальция для животных, особенно новорожденных, исключительно велика, так как он участвует в процессе окостенения хрящевой пластинки – метафиза, представляющего собой сегмент трубчатых костей. Именно благодаря этому хрящевому образованию со временем происходит увеличение кости в длину у молодняка. Процесс окостенения и рост происходит со стороны эпифиза и завершается формированием целостной кости [3, 14].

Кроме этого, он выполняет ряд других функций. Его соли играют важную роль в сердечной деятельности, коагуляционном процессе крови, терморегуляции, понижая температуру тела, ещё минерал повышает резистентность к инфекционным заболеваниям. Некоторые авторы описывают его антиоксидантное действие и положительное влияние на обмен веществ, посредством нейтрализации неблагоприятного действия избытка калия, натрия и магния [27, 29].

Поступление в организм кальция у новорождённых происходит энтеральным путём, поэтому важно обращать внимание на количество других минеральных составляющих, входящих в его питание. Натрий, калий и витамин D, содержащиеся в молозиве оказывают благоприятное воздей-

ствии на усвоение кальция и его отложение в костях. Однако особая роль в этом процессе отводится фосфору. Нормальный фосфорно-кальциевый обмен возможен при поступлении этих элементов в соотношении 1:1,5. Нарушить обмен и поспособствовать развитию рахита у молодняка может недостаток меди, йода и марганца [8, 14].

Кальций присутствует в молозиве в трёх формах: как ионизированный кальций, в виде кальция, связанного с белком – казеином в коллоидной форме и большая его часть, около двух третьих части, входит в состав цитратов и фосфатов кальция. В силу того, что в молозиве кальций содержится в легкоусвояемой форме, и наличествуют все вышеперечисленные минералы и витамин холекальциферол, оно обеспечивает не только поступление кальция в организм телёнка, но и его полноценное усвоение [13, 15].

Колебания содержания кальция и фосфора представлены в таблице 7.

Таблица 7.

**Содержание кальция и фосфора в молозиве коров (Р.Б. Давидов, 1969)**

Дни лактации после отёла	Первый удой	1	2	3	4	5	6
Кальций, мг/л	2150	1630	1630	1560	1550	1540	1440
Фосфор, мг/л	1820	1790	1420	1340	1310	1290	1250

В организме фосфор расходуется при строительстве костных структур, нервных и других тканей, также участвует в сокращении мышечных волокон. В молозиве он находится в минеральной форме в виде фосфатов и органической в составе казеина, фосфолипидов, фосфорных эфиров углеводов, ряда коферментов, нуклеиновых кислот и прочих соединений [6, 19].

Из данных таблицы видно, что максимальная концентрация в молозиве фосфора и кальция регистрируется в первую дойку – 2150 мг/л и 1820 мг/л соответственно. В секрете второго удоя содержание кальция значительно ниже, происходит его спад примерно на 24%, в сравнении с предыдущим показателем. В следующие дни лактации наблюдается его постепенное снижение от 8 до 5% каждый день [4].

Резкое сокращение количества фосфора отмечается уже на второй день – 20%, затем с каждым новым удоем его содержание уменьшается до 3% в сутки.

Результаты исследований, представленных Я. Мичинским, показывают зависимость насыщенности кальцием молозива коров не только от номера дойки, но и от сезона отёла. Из данных таблицы 4 очевидно, что в летний период концентрация кальция в молозиве выше в среднем на 280 мг/л [22].

В формировании новых тканей молодого организма особо значимую роль играет натрий. Не многим больше 25% от его общего количества входит в состав костей скелета, остаток распределяется по жидкостям и мягким тканям, среди которых присутствует и желчь, способствующая пищеварению [6]. Вдобавок натрий оказывает влияние на возбудимость нервной системы, скелетной мускулатуры и сердечной мышцы. В силу того, что он влияет на водный баланс, его недостаточное поступление приводит к уменьшению воды в тканях живого организма. В результате у молодняка появляется вялость и стремление лизать различные предметы, также начинается отставание в росте и развитии [2].

В молозиве коров натрия почти в два раза больше, чем в молоке. Его содержание равно 0,9 г/кг, в молоке же его имеется только 0,5 г. Согласно данным зарубежных учёных летом его количество на 0,04–0,08 г выше, чем в зимний период [7]. Молозиво ламы первой дойки содержит мало натрия – 0,36 г/л. Со временем происходит его увеличение, и на 4 день этот показатель равен 0,4 г/л, в цельном молоке лам его концентрация равна 0,42 г/л [28]. У коров же, напротив, идёт его постепенное снижение (табл. 8).

Антагонистом натрия является калий, следствием повышения концентрации первого макроэлемента является снижение количества второго. Нормальное усвоение калия возможно только в том случае, если его содержание выше натрия примерно в три раза. Он также участвует в новообразовании клеток, а его достаточное поступление обеспечивает хорошую перевариваемость пищи и повышает обмен веществ. Отложение калия происходит в мышечной ткани, а недостаток приводит к появлению судорог. Молодые животные с дефицитом этого макроэлемента постоянно потягиваются [2].

Калий и натрий входят в состав молозива в виде солей, представленных легко растворимыми хлоридами, фосфатами и цитратами. Их роль для физиологии новорождённых велика, так как хлориды натрия и калия поддерживают осмотическое давление молозива и крови телёнка [8]. Фосфаты и карбонаты данных макроэлементов входят в состав буферных систем секретов молочной железы, а их фосфаты и цитраты способствуют расщеплению трудно усваиваемых солей кальция и магния, что облегчает их усвоение.

В среднем молозиво коров содержит до 1,3 г/кг калия, а в молоке его содержание несколько выше – 1,46 г/кг, что в точности соответствует правильному соотношению поступления натрия и калия для их отложения в организме новорождённого [7, 15].

Таблица 8.

**Минеральный состав молозива и молока ламы (М. Мёслер, 2021)**

Наименование минерального элемента	Молозиво					Молоко
	Среднее значение	1	2	3	4	
P, г/л	1,85	2,51	1,94	1,8	1,64	1,16
Ca, г/л	1,71	1,96	1,55	1,6	1,48	1,23
Mg, г/л	0,29	0,6	0,19	0,21	0,36	0,15
Na, г/л	0,37	0,36	0,37	0,43	0,4	0,42
K, г/л	1,26	1,28	1,26	1,34	1,2	0,98
S, г/л	1,31	2,1	1,1	1,04	0,87	5,40
Fe, мг/л	0,79	0,88	0,68	0,72	0,79	1,28
Cu, мг/л	0,48	0,48	0,49	0,64	0,78	0,14
Zn, мг/л	5,12	7,2	5,62	3,83	3,41	3,07
Se, мкг/л	117	189	104	113	87,1	21,4
Si, мг/л	1,15	1,78	1,12	1,14	1,07	0,66
Mo, мкг/л	8,6	9,35	7,4	8,7	7,5	4,5
Va, мкг/л	656	1006	658	661	431	582
Al, мкг/л	42	29	44,2	52,8	38,6	762
Co, мкг/л	2,59	6,76	1,92	2,12	0,85	0,5
Ni, мкг/л	7,3	8,42	6,53	6,86	6,12	5,25
Tl, мкг/л	0,11	0,14	0,12	0,09	0,08	0,12
Pb, мкг/л	1	0,97	1,23	0,98	1	4,81
U, мкг/л	0,04	0,01	0,08	0,06	0,04	0,17
Cd, мкг/л	0,06	0,1	0,07	0,06	0,05	0,3
Sn, мкг/л	0,8	0,8	0,6	0,83	0,82	2,93
As, мкг/л	0,6	0,65	0,6	0,7	0,55	1,11
Mn, мкг/л	17,2	15,2	19,3	17,7	17,3	93,7
B, мкг/л	159	171	147	143	164	150
Li, мкг/л	1,31	1,64	1,48	1,33	1,35	12,5

Уровень содержания магния в молозиве приравнивается к 0,2 г/кг, когда в молоке коров его – 0,14 г/кг по данным отечественных учёных [7, 4]. Он, как и кальций, необходим в формировании костей, но при этом является его антагонистом. Так, при избыточном поступлении этого минерала из организма больше выделяется кальция. Ещё магний служит строительным компонентом мышц, около 40 % от его количества, имеющегося в организме, распределяется в мягких тканях и жидкостях, большая же часть находится в костях, в том числе и зубы [6, 19]. Новорождённым магний

необходим для роста и развития, нормальной жизнедеятельности микрофлоры рубца, а также он выполняет иммуномоделирующую функцию. Освобождение пищеварительного тракта от мекония происходит благодаря послабляющему действию этого минерала, оказывающего благотворное действие на перистальтику кишечника [8]. При недостаточном поступлении магния с пищей этот дефицит компенсируется за счёт костей. В результате у молодняка развивается тетания, они отстают в росте и развитии и становятся малоподвижными [17, 18].

В исследованиях, проведённых Я. Мичинским, в молозиве коров первой дойки в зимний период содержание магния выше на 0,06 мг/л, чем в летний. В молозиве второго удоя эта разница составляет 0,01 мг/л, а через три дня после отёла концентрация магния на 0,01 мг/л летом больше, чем зимой. Ежедневно показатель уровня данного минерала в секрете коров сокращается от 25 до 30% [22, 25].

По данным А.П. Калашникова, лидирующее положение по количеству среди всех других минералов, входящих в состав молозива, принадлежит хлору. Содержание его в секрете коров достигает 1,9 г/кг, когда кальция, согласно его исследованиям, содержится 1,6 г/кг. Кроме того, в общедоступной литературе имеются сведения о повышении содержания хлоридов на 25 – 30% при поражении вымени маститом [4, 7, 11].

Данный макроэлемент в чистом виде представляет собой удушливый газ зеленовато-жёлтого цвета, но в соединении с другими минеральными элементами необходим для построения многих органов и тканей. Большая часть хлора, находящегося в теле животного, приходится на кожный и волосяной покровы, а именно до 60 % от его общего количества. Остальная часть входит в состав почек, лёгких, селезёнки, крови, слюны и хрящей. Основная его задача заключается в нормализации секреции соляной кислоты желудка [23, 27]. От этого зависит качество и количество выделяемого желудочного сока, что в свою очередь отражается на степени переваривания пищи и её усвоения.

Сера, являющаяся постоянной составной частью практически всех белков организма, имеется в минеральном составе молозива в количестве 1,0 г/кг по А.П. Калашникову [7], в данных С. Кехо её в 2,5 раза больше [30]. Она также участвует в образовании гормонов, особенно инсулина, и витамина тиамина, и в энергетическом обмене. Молозиво лам содержит в два раза больше этого компонента, а именно 2,1 г/л. Резкое снижение его концентрации происходит уже на вторые сутки до 1,1 г/л, а затем отмечен плавный переход до 0,87 г/л [28].

В минеральный состав молозива входят не только вышеперечисленные макроэлементы, но и наличествует большое количество микроэлементов, без участия которых невозможен синтез металлоферментов новорождённого и его полноценное развитие, так как они оказывают влияние на регуляцию онтогенеза. Особая роль отводится меди и цинку, поскольку потребность в этих металлах у молодняка выше, чем у взрослых особей. Микроэлементы в составе молозива по большей части представлены, как составляющие части того или иного фермента. Так, например, железо входит в состав пероксидазы, а медь – церуллоплазмина [17, 18].

Находящийся в составе молозива цинк в основном входит в состав ферментов. К таковым можно отнести щелочную фосфатазу и некоторые пептидазы, также является активатором протеиназы ингибитором рибонуклеазы. Соли цинка замедляют свёртывание крови, рост дифтерийных микробов и бактерий паратифа и тифа, повышают активность витаминов группы В. Наряду с вышеуказанным, цинк участвует в дыхательных и обменных процессах, входит в состав инсулина [6].

Его показатели в секрете первого удоя коров неоднозначны по данным разных авторов. Тем не менее они сходятся в одном: максимальная концентрация в секрете молочной железы регистрируется сразу после отёла, затем его количество снижается и снова медленно возрастает к концу лактационного периода [4, 11].

Согласно исследованиям Я. Мичинского, молозиво коров в зимнее время богаче цинком на 10-13%, в сравнении с летним сезоном. Резкий спад количества более, чем в 2 раза, регистрируется уже на вторую дойку через 8 часов после отёла и составляет 10 мг/л летом и 11 мг/л зимой [22]. По данным отечественных авторов концентрация цинка в молозиве равна 13,5 мг/кг, а в молоке – 4 мг/кг [4, 7, 21].

Молозиво и молоко ламы гораздо беднее на содержание цинка. Среднее значение показателя содержания цинка за молочивный период составляет 5,12 мг/л, в молоке ещё меньше – 3,07 мг/л [28].

Конкуренцию за всасывание в кишечнике цинку составляет медь. Эти элементы взаимно антагонистичны, и переизбыток одного подавляюще действует на усвоение другого [32]. Тем не менее медь имеет особое значение для новорождённого [8]. Одна из её важнейших функций – участие в процессах кровообразования, и в этом она не может быть заменена другими элементами. Она участвует в превращении железа в такую форму, которая делает его доступным для создания гемоглобина; способствует переносу железа в костный мозг и ускоряет образование эритроцитов [18].

Таким образом, без меди железо не может усваиваться организмом и оказывать нормальное физиологическое действие. Медь участвует в обмене веществ и благотворно влияет на рост животных и на их размножение. Кроме того, является составной частью практически всех тканей организма, содержание этого микроэлемента в печени колеблется в зависимости от возраста животного. Так, запасы ее в печени у новорожденных телят в 6-10 раз выше, чем у взрослых животных. У беременных животных содержание этого микроэлемента в крови значительно повышается. Медь из крови матери поступает в организм плода, откладывается главным образом в его печени и расходуется после рождения животного [8].

Советские исследователи установили, что средняя концентрация меди в молозивный период равняется 0,67 мг/кг, а в молоке коров – 0,12 мг/кг, что значительно выше, чем по результатам иностранных учёных – 0,34 мг/кг [7, 31, 30].

Немаловажным микроэлементом для новорождённых детёнышей является железо. Его первоочередная задача – это участие в образовании гемоглобина и эритроцитов. В молозиве железо содержится в виде свободных ионов и входит в состав лактоферрина – железосвязывающего гликопротеина, особого белка, структурно и функционально соответствующего трансферрину крови [6, 14, 18]. Данный белок плазмы выполняет транспортную и связывающую функции в организме. При недостаточном поступлении железа у животных развивается тяжёлое физиологическое состояние, называемое анемией, или малокровием.

Железо входит в состав молозива в количестве 9,6 мг/кг по А.П. Калашникову, зарубежные источники сообщают – 5,33 мг/кг, что на 44,4% ниже. В молоке коров его концентрация составляет 0,67 мг/кг. Значительное уменьшение его количества регистрируется уже в первую декаду после отёла [4, 5, 7].

Молозиво ламы в первый день содержит 0,88 мг/л железа, на второй день происходит уменьшение количества примерно на 22%, затем оно начинает увеличиваться на 5,8 – 7% ежедневно. В зрелом молоке содержание равно 1,28 мг/л, что в 1,6 раз выше, чем в среднем за молозивный период [28].

Марганец крайне необходим для нормального роста и развития животных. Он улучшает усвоение жира и белка, ускоряет процессы кроветворения, участвует в окислительно-восстановительных процессах, тканевом дыхании и синтезе костных структур. С наличием его в организме связано биологическое действие витаминов В, Е, С и некоторых минеральных веществ, в том числе железо, кальций и фосфор. Марганец в составе фер-

ментов влияет на функции эндокринных органов, а также на белковый, углеводный и липидный обмены [6, 16].

Недостаток марганца в организме приводит к серьезным расстройствам обменных процессов, происходит задержка формирования и роста молодняка, что вызвано нарушением процессов окостенения, и костяк у молодняка развивается неправильно [2].

В составе молозива у коров марганца содержится 0,13 мг/кг, а в молоке вполонину меньше – 0,06 мг/кг [5, 7]. По сравнению с этими показателями секреты молочной железы ламы значительно беднее. Его максимальная концентрация в молозиве регистрируется на второй день – 0,019 мг/л, а затем незначительно снижется до десятого дня лактации, примерно 2 – 2,5 % в сутки. Со второй декады после родов его содержание увеличивается до 0,131 мг/л к середине лактации, а к концу снова снижается до уровня 0,076 мг/л [28].

В организме животных кобальт выполняет разнообразные функции. Он, как и медь, необходим для образования крови, оказывает влияние на обменные процессы [17]. Главное его назначение относится к деятельности пищеварительной системы. У представителей жвачных животных он обеспечивает нормальное усвоение питательных веществ корма и деятельность микрофлоры рубца. Микроорганизмы желудочно-кишечного тракта используют его при синтезе витамина цианокобаламина, содержание в котором кобальта составляет 4 – 5%. Этот микроэлемент угнетающе действует на ряд патогенных микроорганизмов пищеварительной системы и повышает активность пенициллина и биомицина. К его положительным свойствам относится и повышение усвояемости витаминов А, Е, С [32].

В молозиве коров содержание кобальта составляет 0,03 мг/кг, а в молоке – 0,008 мг/кг, что гораздо больше, чем у ламы – 0,0025 и 0,0005 мг/л соответственно [4, 7, 28].

Важнейшая роль йода в обмене веществ связана с тем, что он является неотъемлемой частью гормонов, вырабатываемых щитовидной железой – тироксин, дийодтирамин, трийодтирамин. Он повышает обмен веществ в организме, усиливает возбудимость центральной нервной системы, активизирует половую функцию, влияет на развитие волосяного покрова. При дефиците йода нарушается деятельность щитовидной железы, что влечёт за собой разрастание её тканей и образуется «энзоотический зоб». В организме при этом нарушается обмен веществ, рост и развитие молодняка прекращается [2, 18].

Содержание его в молозиве составляет 0,26 мг/кг, что в 6,5 раз превышает его количество в молоке коров – 0,04 мг/кг [4, 30].

Селен является важным микроэлементом для формирования иммунитета новорожденных, антиоксидантной защиты организма и многих реакций с участием ферментов. У молочных коров голштинской породы содержание микроэлемента в молозиве в первый день после отела приближается к 35 мкг/кг, затем постепенно понижается – на 7 день после родов его содержание сокращается на 60%. Известно, что дефицит селена негативно сказывается на обмене йода [26, 36].

### **Заключение**

В последнее время благодаря внедрению новых технологий и средств особое внимание уделяется изучению содержания макро- и микроэлементов в молозиве и молоке, а также влиянию их на организм новорождённого. Не смотря на неоднозначность и скудность имеющихся в научной литературе сведений о минеральном составе молозива, отечественные и зарубежные источники сообщают о высокой концентрации минералов в нём по сравнению с молоком.

Отличия в имеющихся данных касательно минерального состава молозива коров объясняются разными технологиями содержания скота, отличающимися составами кормов, воды, а также пород животных и многими другими факторами. Обобщая полученные результаты, настоящее исследование способствовало установлению определённых пределов колебаний для этих показателей, хотя разница по отдельным минеральным элементам в разных литературных источниках оказывается довольно существенной.

### ***Список литературы***

1. Ваттио Н.М. Выращивание телят молочного направления. Техническое руководство по производству молока. Висконсин: Международный институт по исследованию и развитию молочного животноводства им. Бабкока, 1997. С. 10.
2. Ваттио М. Выращивание телят молочного направления. Орел: Труд, 2006. 142 с.
3. Голиков А.Н., Пашутин Г.В. Физиология сельскохозяйственных животных. М.: Колос, 1980. 480 с.
4. Давидов Р.Б. Молоко. М.: Колос, 1969. 327 с.
5. Качество молока / Лях В.Я., Харитонов В.Д., Садовая Т.Н., Шоков Н.Р., Шепелева Е.В. СПб.: ГИОРД, 2008. 208 с.
6. Колесов А.М. Эндемические болезни животных (болезни, свойственные данной местности). М.: Колос, 1968. 288 с.

7. Лебедько Е.Я. Молозиво. СПб.: Лань, 2020. 132 с.
8. Логинов А.А. Обмен веществ между плодом и матерью. Минск: «Беларусь», 1966. 124 с.
9. Малашко В.В., Кузнецов Н.А. Молозиво. Иммуноглобулины молозива. Качество и нормы скармливания молозива новорожденным телятам: методические рекомендации. Гродно: Гродненский гос. аграрный университет, 2009. 73 с.
10. Нативное и ферментированное коровье молозиво как компонент продуктов функционального назначения / Головач Т.Н., Козич О.Г., Асафов В.А., Танькова Н.Л., Исакова Е.Л., Мяленко Д.М., Харитонов Д.В., Курченко В.П. // Физиологические, биохимические и молекулярные основы функционирования биосистем: тр. Белорус. гос. ун-та. 2014. Т. 9, Ч. 2. С. 224-235.
11. Панфилов Н.Е., Федотов В.П. Животноводом о молоке. Мн.: Ураджай, 1981. 111 с.
12. Писаренко Н.А. Молозиво, его состав, свойства и значение для новорождённых телят. Ставрополь: Издательство Ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства, 2004. 19 с.
13. Ростова Н.Ю., Жуков А.П. Физико-химические свойства молозива новорожденных коров разных генотипов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2012. № 1. С. 106-109.
14. Самохин В.Т. Профилактика нарушений обмена микроэлементов у животных. М.: Колос, 1981. 144 с.
15. Сидоренко С.В. Физико-химические свойства и состав молозива коров в зависимости от их возраста и уровня продуктивности // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства, сборник научных трудов. Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству. Горки, 2010. С. 360-366.
16. Сироткин В.И. Выращивание телят; нормирование кормления; системы содержания. М.: Астрель, 1987. 125 с.
17. Скопичев В.Г. Частная физиология: В 2-х ч. Ч. 1. Физиология продуктивности. М.: КолосС, 2006. 311 с.
18. Скопичев В.Г. Частная физиология. В 2-х ч. Ч. 2. Физиология продуктивных животных. М.: КолосС, 2008. 555 с.
19. Технологические и физиологические аспекты выращивания высокопродуктивных коров / Смунев В.И., Славецкий В.Б., Мотузко Н.С., Брыло И.В., Разумоский Н.П., Пахомов И.Я. Витебск: УО ВГАВМ, 2014. 312 с.

20. Технология получения и выращивания здоровых телят / Смунев В.И., Мотузко Н.С., Лапотентов А.М., Разумовский Н.П., Ганущенко О.Ф., Мацинович А.А. Витебск: УО ВГАВМ, 2017. 248 с.
21. Физико-химические показатели молозива и молока коров при применении продуктов биотехнологического производства / Лоретц О.Г., Белооков А.А., Горелик О.В., Асенова Б.К., Гумеров А.Б. // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2018. №11. С. 23-29.
22. Basic and mineral composition of colostrum from cows in different ages and calving period / Miciński J., Pogorzelska J., Beisenov A., Aitzhanova I., Shaikamal G., Dzięgelewska-Kuźmińska D., Miciński B., Sobczuk-Szul M. // J. Elem. 2016. No. 22(1). pp. 259-269. DOI: 10.5601/jelem.2016.21.2.1159
23. Blair R. Nutrition and feeding of organic cattle. Boston: CAB International, 2021. 231 p.
24. Bovine colostrum: an emerging nutraceutical / Bagwe S., Tharappel L.J., Kaur G., Buttar H.S. // J Complement Integr Med. 2015. No. 12 (3). pp. 175-185. DOI: 10.1515/jcim-2014-0039
25. Christiansen S., Guo M., Kjeldsen D. Chemical composition and nutrient profile of low molecular weight fraction of bovine colostrum // International Dairy Journal. 2010. No. 20(9). pp. 630-636. DOI: 10.1016/j.idairyj.2009.12.005
26. Colostrum and milk selenium, antioxidative capacity and immune status of dairy cows fed sodium selenite or selenium yeast / Salman S., Dinse D., Khol-Parisini A., Schafft H., Lahrssen-Wiederholt M., Schreiner M., Scharek-Tedin K., Zentek J. // Archives of animal nutrition. 2013. Vol. 67. Iss. 1. pp. 48-61. DOI: 10.1080/1745039X.2012.755327
27. Composition and factors affecting quality of bovine colostrum: A review / Pupel K., Gołębiewski M., Grodkowski G., Słószarz J., Kunowska-Słószarz M., Solarczyk P., Łukasiewicz M., Balcerak M., Przysucha T. // Animals. 2019. Vol. 9. p. 1070. DOI: 10.3390/ani9121070
28. Concentrations of Fat, Protein, Lactose, Macro and Trace Minerals in Alpaca Colostrum and Milk at Different Lactation Stages / Mößler M., Aichner J., Müller A., Albert T., Wittek, T. // Animals. 2021. No. 11(7). p. 1955. DOI: 10.3390/ani11071955
29. Ingvarstsen K.L., Moyes K. Nutrition, immune function and health of dairy cattle // Animal. 2013. No. 7 (s1). pp. 112-122.
30. Kehoe S.I., Jayarano B.M., Heinrichs A.J. A Survey of bovine colostrum composition and colostrum management practices on Pennsylvania dairy farms // Journal of dairy science. 2007. No. 90 (9). pp. 4108-4116. DOI: 10.3168/jds.2007-0040

31. Klimes J., P. Jagos, J. Bouda, S. Gajdusek. Basic qualitative parameters of cow colostrum and their dependence on season and postpartum time // *Acta vet. Brno*. 1986. No. 55(1-2). pp. 23-39.
32. Lonnerdahl B. Bioavailability of copper // *American Journal of Clinical Nutrition*. 1996. No. 63(5). pp. 821S–829S.
33. Mercury and methylmercury in surface waters of arid and humid regions, and the role of humic acids in mercury migration / Safonov V.A., Danilova V.N., Ermakov V.V., Vorobyov V.I. // *Periodico Tche Quimica*. 2019 Vol. 16. No. 31. C. 892-902.
34. On-farm diagnosis of latent respiratory failure in calves / Chernitskiy A., Shabunin S., Kuchmenko T., Safonov V. // *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*. 2019. Vol. 43. No 6. pp. 707-715. DOI: 10.3906/vet-1810-37
35. Valldecabres A., Silva-del-Rio N. First-milking colostrum mineral concentrations and yields: Comparison to second milking and associations with serum mineral concentrations, parity, and yield in multiparous Jersey cows // *J. Dairy Sci*. 2022. Vol. 105. No. 3. pp 2315-2325. DOI: 10.3168/jds.2021-21069
36. Ventsova I., Safonov V. The role of oxidative stress during pregnancy on obstetric pathology development in high-yielding dairy cows // *American Journal of Animal and Veterinary Sciences*. 2021. Vol. 16. No. 1. P. 7-14. DOI: 10.3844/ajavsp.2021.7.14

### References

1. Vattio N.M. *Vyrashchivaniye telyat molochnogo napravleniya. Tekhnicheskoye rukovodstvo po proizvodstvu moloka* [Raising dairy calves. Technical guide for milk production]. Wisconsin: Babcock International Dairy Research and Development Institute., 1997.
2. Vattio M. *Vyrashchivaniye telyat molochnogo napravleniya* [Raising dairy calves]. Orel: Trud, 2006, 142 p.
3. Golikov A.N., Pashutin G.V. *Fiziologiya sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh* [Physiology of farm animals]. M.: Kolos, 1980, 480 p.
4. Davidov R.B. *Moloko* [Milk]. M.: Kolos, 1969, 327 p.
5. Lyakh V.Y., Kharitonov V.D., Sadovaya T.N., Shokov N.R., Shepeleva E.V. *Kachestvo moloka* [Milk quality]. St. Petersburg: GIORД, 2008, 208 c.
6. Kolesov A.M. *Endemicheskiye bolezni zhivotnykh (bolezni, svoystvennyye dannoy mestnosti)* [Endemic animal diseases (diseases peculiar to the area)]. M.: Kolos, 1968, 288 p.
7. Lebedko E.Y. *Molozivo* [Colostrum]. St. Petersburg: Lan', 2020, 132 p.
8. Loginov A.A. *Obmen veshchestv mezhdu plodom i mater'yu* [Metabolism between fetus and mother]. Minsk: Belarus, 1966, 124 p.

9. Malashko V.V., Kuznetsov N.A. Molozivo. *Immunoglobuliny moloziva. Kachestvo i normy skarmlivaniya moloziva novorozhdennym telyatam: metodicheskiye rekomendatsii* [Colostrum immunoglobulins. Quality and norms of feeding colostrum to newborn calves: guidelines]. Grodno: Grodno state agricultural university, 2009, 73 p.
10. Golovach T.N., Kozich O.G., Asafov V.A., Tankova N.L., Iskakova E.L., Myalenko D.M., Kharitonov D.V., Kurchenko V.P. *Fiziologicheskkiye, biokhimicheskkiye i molekulyarnyye osnovy funktsionirovaniya biosistem: trudy Belorus. gos. universiteta* [Physiological, biochemical and molecular bases of functioning of biosystems: Proceedings of Belarusian state university]. 2014. vol. 9, part 2, pp. 224-235.
11. Panfilov N.E., Fedotov V.P. *Zhivotnovodam o moloke* [For livestock breeders about milk]. Minsk: Uradzhay, 1981, 111 p.
12. Pisarenko N.A. *Molozivo, yego sostav, svoystva i znacheniyeye dlya novorozhdonnykh telyat* [Colostrum, its composition, properties and significance for newborn calves]. Stavropol: Publishing House of the Stavropol Research Institute of Animal Husbandry and Forage Production, 2004, 19 p.
13. Rostova N.Y., Zhukov A.P. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Proceedings of the Orenburg State Agrarian University]. 2012. no 1, pp. 106-109.
14. Samokhin V.T. *Profilaktika narusheniy obmena mikroelementov u zhivotnykh* [Prevention of metabolic disorders of microelements in animals]. M.: Kolos, 1981, 144 p.
15. Sidorenko S.V. *Aktual'nyye problemy intensivnogo razvitiya zhivotnovodstva, sbornik nauchnykh trudov* [Actual problems of intensive development of animal husbandry]. Book of proceedings. Gorki: Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for animal husbandry, 2010, pp. 360-366.
16. Sirotkin V.I. *Vyrashchivaniye telyat; normirovaniye kormleniya; sistemy soderzhaniya* [Raising calves; rationing of feeding; containment systems]. M.: Astrel, 1987, 125 p.
17. Skopichev V.G. *Chastnaya fiziologiya: V 2-kh ch. Ch. 1. Fiziologiya produktivnosti* [Private physiology: In 2 parts. Part 1. Physiology of productivity]. Moscow: Kolos, 2006, 311 p.
18. Skopichev V.G. *Chastnaya fiziologiya. V 2-kh ch. Ch. 2. Fiziologiya produktivnykh zhivotnykh* [Private physiology: In 2 parts. Part 2. Physiology of productive animals]. Moscow: Kolos, 2008, 555 p.
19. Smuney V.I., Slavetsky V.B., Motuzko N.S., Brylo I.V., Razumosky N.P., Pakhomov I.Ya. *Tekhnologicheskkiye i fiziologicheskkiye aspekty vyrashchivaniya*

- vysokoproduktivnykh korov* [Technological and physiological aspects of growing highly productive cows]. Vitebsk: UO VGAVM, 2014, 312 p.
20. Smunev V.I., Motuzko N.S., Lapotentov A.M., Razumovsky N.P., Ganuschenko O.F., Matsinovich A.A. Tekhnologiya polucheniya i vyrashchivaniya zdorovykh telyat [Technology for obtaining and growing healthy calves]. Vitebsk: UO VGAVM, 2017, 248 p.
  21. Loretts O.G., Belookov A.A., Gorelik O.V., Asenova B.K., Gumerov A.B. *Kormleniye sel'skokhozyaystvennykh zivotnykh i kormoproizvodstvo* [Feeding farm animals and fodder production]. 2018, no. 11, pp. 23-29.
  22. Miciński J., Pogorzelska J., Beisenov A., Aitzhanova I., Shaikamal G., Dziegielewska-Kuźmińska D., Miciński B., Sobczuk-Szul M. *J. Elem.*, 2016, no. 22(1), pp. 259-269.
  23. Blair R. *Nutrition and feeding of organic cattle*. Boston: CAB International, 2021, 231 p.
  24. Bovine colostrum: an emerging nutraceutical / Bagwe S., Tharappel L.J., Kaur G., Buttar H.S. // *J Complement Integr Med*. 2015. No. 12 (3). pp. 175-185.
  25. Christiansen S., Guo M., Kjelden D. *International Dairy Journal*, 2010, no. 20(9), pp. 630-636.
  26. Salman S., Dinse D., Khol-Parisini A., Schafft H., Lahrssen-Wiederholt M., Schreiner M., Scharek-Tedin K., Zentek J. *Archives of animal nutrition*, 2013, vol. 67, iss. 1, pp. 48-61.
  27. Pupel K., Gołębiewski M., Grodkowski G., Słószarz J., Kunowska-Słószarz M., Solarczyk P., Łukasiewicz M., Balcerak M., Przysucha T. *Animals*, 2019, vol. 9, p. 1070.
  28. Mößler M., Aichner J., Müller A., Albert T., Wittek, T. *Animals*, 2021, No. 11(7), p. 1955.
  29. Ingvarsten K.L., Moyes K. *Animal*, 2013, No. 7 (s1), pp. 112-122.
  30. Kehoe S.I., Jayarano B.M., Heinrichs A.J. *Journal of dairy science*, 2007, no. 90 (9), pp. 4108-4116.
  31. Klimes J., P. Jagos, J. Bouda, S. Gajdusek. *Acta vet. Brno*, 1986, no. 55(1-2), pp. 23-39.
  32. Lonnerdahl B. *American Journal of Clinical Nutrition*, 1996, no. 63(5), pp. 821S-829S.
  33. Safonov V.A., Danilova V.N., Ermakov V.V., Vorobyov V.I. *Periodico Tche Quimica*, 2019, vol. 16, no. 31, pp. 892-902.
  34. Chernitskiy A., Shabunin S., Kuchmenko T., Safonov V. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 2019, vol. 43, no. 6, pp. 707-715.
  35. Valldcabres A., Silva-del-Rio N. *J. Dairy Sci.*, 2022, vol. 105, no. 3, pp 2315-2325.

36. Ventsova I., Safonov V. *American Journal of Animal and Veterinary Sciences*, 2021, vol. 16, no. 1, pp. 7-14.

### **ДАнные ОБ АВТОРАХ**

**Кашарная Ольга Владиславовна**, аспирант

*Астраханский государственный университет*

*ул. Татищева, 20А, Астрахань, 414056, Российская Федерация*

*olga.i.karat@yandex.ru*

**Ермилова Татьяна Сергеевна**, аспирант

*Астраханский государственный университет*

*ул. Татищева, 20А, Астрахань, 414056, Российская Федерация*

*tatjana-br94@yandex.ru*

**Сафонов Владимир Александрович**, д.б.н., заведующий совместной научно-исследовательской лабораторией фундаментальных и прикладных проблем биогеохимии и ветеринарной медицины Волго-Каспийского региона Астраханского государственного университета и Института геохимии и аналитической химии им. В. И. Вернадского

*Астраханский государственный университет*

*ул. Татищева, 20А, Астрахань, 414056, Российская Федерация*

*safonovbio@gmail.com*

**Черницкий Антон Евгеньевич**, д.б.н., старший научный сотрудник лаборатории болезней органов воспроизводства, молочной железы и молодняка сельскохозяйственных животных

*Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии*

*ул. Ломоносова, 114Б, г. Воронеж, 394087, Российская Федерация*

*cherae@mail.ru*

### **DATA ABOUT THE AUTHORS**

**Olga V. Kasharnaya**, Postgraduate Student

*Astrakhan State University*

*20A, Tatishcheva Str., Astrakhan, 414056, Russian Federation*

*olga.i.karat@yandex.ru*

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3402-2729>*

**Tatyana S. Ermilova**, Postgraduate Student

*Astrakhan State University*

*20A, Tatishcheva Str., Astrakhan, 414056, Russian Federation*

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8251-8545>*

**Vladimir A. Safonov**, Doctor of Biological Sciences, Head of the Joint Research Laboratory of Fundamental and Applied Problems of Biogeochemistry and Veterinary Medicine of the Volga-Caspian Region of the Astrakhan State University and the Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry named after A.I. V. I. Vernadsky

*Astrakhan State University*

*20A, Tatishcheva Str., Astrakhan, 414056, Russian Federation*

*safonovbio@gmail.com*

*SPIN-code: 5110-8671*

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5040-6178>*

**Anton E. Chernitsky**, Doctor of Biological Sciences, Senior Researcher, Laboratory of Diseases of the Reproductive Organs, Mammary Gland and Young Animals

*All-Russian Research Veterinary Institute of Pathology, Pharmacology and Therapy*

*114B, Lomonosov Str., Voronezh, 394087, Russian Federation*

*cherae@mail.ru*

*SPIN-code: 3776-3502*

*ResearcherID: C-6746-2013*

Поступила 12.04.2022

После рецензирования 25.04.2022

Принята 10.05.2022

Received 12.04.2022

Revised 25.04.2022

Accepted 10.05.2022