

СОДЕРЖАНИЕ СОМАТИЧЕСКИХ КЛЕТОК В ЦИСТЕРНАЛЬНОМ И АЛЬВЕОЛЯРНОМ МОЛОКЕ, ФОРМИРУЮЩЕМ РАЗОВЫЙ УДОЙ КОРОВЫ

А. И. ПОРТНОЙ, М. С. МИХАЙЛОВСКАЯ

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407

(Поступила в редакцию 04.02.2021)

Существует прямая связь между количеством соматических клеток и удоями, качеством молока, качеством молочных продуктов. Повышение уровня соматических клеток связывают с изменениями в составе молока из-за снижения активности в тканях молочной железы. Негативные последствия присутствия высоких цифр соматических клеток, связаны с ухудшением сохранности и нежелательными органолептическими характеристиками молочных продуктов.

Уровень соматических клеток в молоке обусловлен как технологическими, так и физиологическими факторами. Одним из существенных физиологических факторов, обуславливающих наличие соматических клеток в молоке, является активность выведения из молочной железы отторгнутого в процессе естественного обновления эпителия. Молоко различных порций удоя может существенно отличаться по отдельным показателям, в том числе и по концентрации соматических клеток.

В статье представлены результаты исследований по выявлению закономерностей формирования уровня соматических клеток в молоке в процессе доения коров послеолотельного периода лактации. Установлено, что цистернальное и альвеолярное молоко, формирующее разовый удой коровы со средним количеством соматических клеток 187,03 тыс./см³, содержало 170,98 тыс./см³ и 190,55 тыс./см³ соматических клеток соответственно, а не входящие в состав разового удоя первые струйки и остаточное молоко, полученные ручным сдаиванием – 181,53 тыс./см³ и 249,20 тыс./см³.

Следовательно, при формировании разового удоя коровы минимальным уровнем содержания соматических клеток отличается цистернальная порция молока, а максимальным – альвеолярная. Первые струйки молока практически не имели отличий в концентрации соматических клеток от их уровня в разовом удое, а остаточное молоко по изучаемому показателю существенно превосходило другие порции.

Ключевые слова: молоко, качество, соматические клетки, корова, период лактации, процесс доения.

There is a direct relationship between the number of somatic cells and milk yields, the quality of milk, the quality of dairy products. An increase in the level of somatic cells is associated with changes in the composition of milk due to a decrease in activity in the breast tissues. The negative consequences of the presence of high numbers of somatic cells are associated with the deterioration of the preservation and undesirable organoleptic characteristics of dairy products.

The level of somatic cells in milk is determined by both technological and physiological factors. One of the significant physiological factors that determine the presence of somatic cells in milk is the activity of excretion from the breast of the rejected epithelium in the process

of natural renewal. Milk from different portions of milk yield may differ significantly in certain indicators, including the concentration of somatic cells.

The article presents the results of studies to identify patterns of formation of the level of somatic cells in milk during milking cows after the solid lactation period. It was found that cisternal and alveolar milk, forming a single milk yield of a cow with an average number of somatic cells of 187.03 thousand / cm³, contained 170.98 thousand/cm³ and 190.55 thousand / cm³ of somatic cells, respectively, and not included in the single milk yield of the first trickles and residual milk obtained by manual milking – 181.53 thousand/cm³ and 249.20 thousand/cm³.

Therefore, when forming a single milk yield of a cow, the cisternal portion of milk differs in the minimum level of somatic cells, and the alveolar portion differs in the maximum. The first trickles of milk had practically no differences in the concentration of somatic cells from their level in a single milk yield, and the residual milk in the studied indicator significantly exceeded other portions.

Key words: milk, quality, somatic cells, cow, lactation period, milking process.

Введение. Уровень развития молочного скотоводства, эффективность производства молока, во многом зависят от качества производимой и реализуемой сельскохозяйственными предприятиями продукции. Качество молока обеспечивается системой организационных и технологических мероприятий, предупреждающих причину и определяющих пути устранения возможных отклонений от нормы [1, 2].

Как известно, качество молока зависит от многих факторов и определяется множеством показателей. Некоторые из них достаточно быстро корректируются, однако такой важный показатель, как количество соматических клеток, является одним из проблемных.

Соматические клетки – это микроскопически малые образования, из которых состоят все ткани и органы организма животных. Практически во всех органах и тканях идет постоянное обновление клеток. Процесс регенерации происходит и в тканях вымени. Отторгнутые клетки из молокообразующей ткани (клетки желез) и системы протоков вымени (клетки эпителия) выделяются с молоком. Кроме того, в молоке имеются защитные клетки из крови (лейкоциты – белые кровяные тельца), которые организм мобилизует для защиты от проникших в вымя возбудителей болезни [3].

Соматические клетки молока постоянно образуются в вымени в процессе естественного старения и обновления тканей. Их присутствие в молоке является физиологически обусловленной нормой. Установлено, что в 1 мл нормального сырого коровьего молока содержится до 350 тыс. клеток, относящихся к группе «соматические», из которых около 90 % составляют отторгнутые клетки цилиндрического, плоского и кубического эпителия молочной железы, не более 8 % – полиморфноядерные лейкоциты и около 1 % – макрофаги [4].

При закупке молока у сельскохозяйственных предприятий стандарт предусматривает следующие нормы содержания соматических клеток в молоке: сорт экстра – до 300 тыс./см³, высший сорт – до 400 тыс./см³, первый сорт – до 500 тыс./см³ [5].

Присутствие в молоке значительного количества соматических клеток ведет к серьезному снижению его качественных показателей: теряется биологическая полноценность, ухудшаются технологические свойства при переработке [3, 10].

Одним из решающих факторов, влияющих на состав и свойства сырого молока, является правильное и полное его выведение из вымени коровы, поскольку молоко различных порций удоя может существенно отличаться по отдельным показателям, или, наоборот, некоторые из них являются достаточно стабильными и не изменяются в процессе доения [6].

Известно, что молоко, находящееся в вымени коровы перед доением, в зависимости от способности к удалению разделяют на две фракции: цистернальную и альвеолярную. Цистернальная фракция молока находится в цистернах вымени и сосков, а также в крупных молочных ходах. Для извлечения цистернального молока необходимо преодолеть сопротивление сфинктера соска. Альвеолярная фракция молока содержится в альвеолах, мелких и средних молочных ходах. Получить данную фракцию можно только после реализации рефлекса молокоотдачи [7, 8, 9].

Установление изменений концентрации соматических клеток в молоке в процессе доения коровы позволит существенно расширить знания о характере формирования их уровня в разовом удое и повлиять на качество производимой продукции.

Цель исследований – выявить закономерность изменения содержания соматических клеток в молоке в процессе доения коров послеродового периода лактации.

Основная часть. Научно-хозяйственный опыт по выявлению закономерности изменений уровня соматических клеток в молоке в процессе доения коров проводился в РУП «Учхоз БГСХА» Горецкого района. В качестве объекта исследований выступали новотельные коровы белорусской черно-пестрой породы 2-й и 3-й лактаций. Предметом исследований являлось молоко коров.

Для достижения поставленной цели была сформирована группа коров в количестве 10 голов. В связи с тем, что первые 3–7 дней после отела молочной железой коровы выделяется молозиво, а нормальное

молоко начинает выделяться на 5–7-й день, началом отбора проб молока для исследований принят 7-й день лактации с последующим двукратным семидневным интервалом, и завершением отбора на 30-й день.

Динамика изменений в уровне соматических клеток в молоке изучалась в пяти пробах молока, полученных в процессе разового доения коровы. Проба № 1 (первые струйки молока) отбиралась путем сдаивания из каждого соска 2–4 струек молока перед началом доения (перед надеванием доильных стаканов). Проба № 2 (цистернальное молоко) – отбиралась из порции молока, находящейся в цистернах вымени и сосков и в крупных молочных ходах, выведенной из вымени коровы за первые 60–70 с. доения [7]. Проба № 3 (альвеолярное молоко) – отбиралась из порции молока, находящегося в полостях альвеол, протоков, каналов и ходов, выведенной из вымени коровы в последующие 4–5 мин доения [7]. Проба № 4 (остаточное молоко) – отбиралась из порции молока, которое остается в вымени после машинного доения, выведенной из вымени путем ручного сдаивания после отключения доильного аппарата. Проба № 5 (разовый удой) – отбиралась после смешивания цистернальной и альвеолярной порций молока.

Определение уровня соматических клеток в разовых индивидуальных пробах молока осуществлялось в научно-исследовательской лаборатории качества молока Белорусской государственной сельскохозяйственной академии с помощью автоматического анализатора соматических клеток «DCC».

Цифровой материал, полученный в результате исследований, обработан методом вариационной статистики по П. Ф. Рокицкому с использованием программы Microsoft Office Excel. Из статистических показателей рассчитывали среднюю арифметическую (\bar{X}), ошибку средней арифметической (x) и коэффициент изменчивости (C_v). Достоверность разницы показателей определяли по критерию Стьюдента при трех уровнях значимости: * $P < 0,05$; ** – $P < 0,01$; *** – $P < 0,001$.

Содержание соматических клеток является одним из наиболее значимых показателей, характеризующих качество молока. В отличие от бактерий соматические клетки в выдоенном молоке коров не размножаются, а их количество колеблется в широких пределах.

В проведенных нами исследованиях установлена динамика уровня соматических клеток в молоке различных порций разового удоя. Изменения содержания соматических клеток в процессе доения коров послеотельного периода лактации представлены в таблице.

**Изменение количества соматических клеток в молоке коров
послеотельного периода лактации, тыс./см³**

День лактации	Номер пробы									
	1		2		3		4		5	
	$\bar{X} \pm x$	C_v	$\bar{X} \pm x$	C_v	$\bar{X} \pm x$	C_v	$\bar{X} \pm x$	C_v	$\bar{X} \pm x$	C_v
7	204,40 ± 223,64	109,41	222,50 ± 196,39	88,27	249,50 ± 219,23	87,87	293,60 ± 198,89	67,74	232,60 ± 187,16	80,46
14	208,30 ± 155,70	74,75	163,30 ± 157,30	96,32	206,30 ± 187,03	90,66	295,30 ± 215,46	72,96	197,30 ± 161,18	81,69
21	171,90 ± 168,36	97,94	167,80 ± 171,21	102,03	185,90 ± 161,98	97,64	214,90 ± 163,94	76,29	179,20 ± 165,07	92,11
30	141,50 ± 127,71	90,25	130,30 ± 135,67	104,21	140,50 ± 140,44	99,96	193,00 ± 133,67	69,26	139,00 ± 138,85	99,89
В среднем	181,53 ± 167,91	92,50	170,98 ± 163,54	95,65	190,55 ± 177,55	93,18	249,20 ± 179,80	72,15	187,03 ± 161,19	86,19

Анализируя динамику изменений уровня соматических клеток в молоке в течение изучаемого периода, было установлено, что на 7-й день лактации в сдаиваемой перед подключением доильного аппарата порции молока (проба № 1) их количество составляло в среднем 204,40 тыс./см³. К 14-му дню показатель незначительно увеличился, а на 21-й день он снизился на 36,4 тыс./см³, или 15,9 %.

На 30-й день лактации количество соматических клеток снизилось по отношению к предыдущему показателю еще на 30,4 тыс./см³ и составило 141,50 тыс./см³. В целом, с начала исследований до 30-го дня лактации, уровень соматических клеток в первых струйках молока снизился на 62,9 тыс./см³, или на 30,8 %.

Анализ результатов исследований цистернального молока (проба № 2) показал, что на 7-й день лактации количество соматических клеток составляло 222,5 тыс./см³, на 14-й день данный показатель снизился на 59,2 тыс./см³, или на 26,6 %. На 21-й день лактации существенных изменений в изучаемом показателе не произошло, а к 30-му дню лактации он снизился по отношению к началу исследований еще на 33,0 тыс./см³ и составил 130,30 тыс./см³. В целом, с начала исследований до 30-го дня лактации, уровень соматических клеток в цистернальном молоке снизился на 92,9 тыс./см³ или на 41,4 %.

Количество соматических клеток в альвеолярном молоке (проба № 3) на 7-й день лактации составило 249,50 тыс./см³, к 14-му дню оно снизилось на 43,2 тыс./см³, или на 17,3 %, к 21-му дню – еще на 20,4 тыс./см³. На 30-й день данный показатель уменьшился к предыдущему показателю еще на 45,4 тыс./см³, и составил 140,50 тыс./см³.

За весь период исследований количество соматических клеток в альвеолярном молоке уменьшилось на 109,0 тыс./см³, или 43,7 %.

Несмотря на то, что порция молока, полученная в результате ручного сдаивания коровы после отключения доильного аппарата (проба № 4), не оказывает влияния на показатели разового удоя, мы изучили динамику количества соматических клеток и в данной пробе. Было установлено, что, если на 7-й и 14-й дни лактации показатель был практически одинаковым и составил 293,60 тыс./см³ и 295,3 тыс./см³ соответственно, то к 21-му дню количество соматических клеток снизилось по отношению к началу исследований на 78,7 тыс./см³, или 26,8 %. К 30-му дню данный показатель еще снизился на 21,9 тыс./см³ и составил 193 тыс./см³. Общее снижение показателя с 7-го до 30-го дня лактации составило 93,6 тыс./см³, или 34,3 %.

Динамика количества соматических клеток в разовом удое (проба № 5) отразила динамику изменений в исследуемых порциях продукции. Так, если на 7-й день лактации показатель составил 232,6 тыс./см³, то к 30-му дню уже 139,0 тыс./см³, что на 93,6 тыс./см³ или на 40,2 % меньше.

Поскольку основной задачей исследований являлось установление закономерности изменения содержания соматических клеток в молоке в процессе доения коров, нами проанализированы отличия в данном показателе между изучаемыми порциями продукции.

На 7-й день лактации при общем количестве соматических клеток в разовом удое 232,60 тыс./см³, порции, его формирующие имели отличия между собой: цистернальное молоко содержало 222,5 тыс./см³, а альвеолярное – 249,5 тыс./см³. Проба №1 отличалась самым низким показателем – 204,4 тыс./см³, а проба № 4 самым высоким – 293,6 тыс./см³.

На 14-й день после отела количество соматических клеток в молоке в разовом удое составило 197,30 тыс./см³. В пробах №№ 1, 3 и 4 данный показатель был выше на 11 тыс./см³ (5,6 %), 9,0 тыс./см³ (4,6 %) и 98,0 тыс./см³ (49,7 %) соответственно. Уровень соматических клеток в цистернальном молоке был на 34,0 тыс./см³ (17,2 %) ниже разового удоя.

Аналогичная тенденция динамики изучаемого показателя просматривается и на 21-й день лактации. Количество соматических клеток в разовом удое молока на этом этапе исследований составило 179,20 тыс./см³. В пробах № 1 и № 2 количество соматических клеток было меньше, чем в общей пробе молока на 7,3 тыс./см³, 11,4 тыс./см³

соответственно, а в пробах № 3 и № 4 соответственно на 6,7 тыс./см³ и 35,7 тыс./см³ больше.

На 30-й день лактации количество соматических клеток в разовом удое составляло 139 тыс./см³, а в цистернальном молоке – на 8,7 тыс./см³ меньше. Количество соматических клеток в альвеолярном молоке было больше, чем в разовом на 1,5 тыс./см³. В первых струйках молока данный показатель был больше на 2,5 тыс./см³, чем в разовом удое, а в последней порции – на 54 тыс./см³.

В среднем за весь период исследований количество соматических клеток в разовом удое молока составляет 187,03 тыс./см³. В первых струйках данный показатель составляет 181,53 тыс./см³, что на 5,5 тыс./см³ меньше, чем в общей пробе. В цистернальном молоке данный показатель ниже на 16,05 тыс./см³, чем в общей пробе молока. В альвеолярном и в остаточном молоке количество соматических клеток было больше, чем в общей пробе молока на 3,52 тыс./см³ и 62,17 тыс./см³ соответственно.

Следовательно, цистернальное и альвеолярное молоко, формирующее разовый удой коровы со средним количеством соматических клеток 187,03 тыс./см³, содержало 170,98 тыс./см³ и 190,55 тыс./см³ соматических клеток соответственно, а не входящие в состав разового удоя первые струйки и остаточное молоко, полученные ручным сдаиванием – 181,53 тыс./см³ и 249,20 тыс./см³.

Высокий коэффициент изменчивости (Cv) изучаемого показателя не позволяет говорить о достоверной разнице в уровне соматических клеток между порциями молока, полученного в результате разового доения коровы, однако просматривается устойчивая тенденция его роста от начала к концу доения, с максимальной их концентрацией в остаточном молоке.

Заключение. Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что при формировании разового удоя коровы минимальным уровнем содержания соматических клеток отличается цистернальная порция молока, а максимальным – альвеолярная.

Первые струйки молока практически не имели отличий в концентрации соматических клеток от их уровня в разовом удое, а остаточное молоко по изучаемому показателю существенно превосходило другие порции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шейко, И. П. Животноводство – важная отрасль аграрного сектора Беларуси / И. П. Шейко // Научное обеспечение инновационного развития животноводства. – Жодино, 2013. – С. 3–4.

2. Портной, А. И. Управление качеством молока при интенсификации молочного скотоводства: монография / А. И. Портной, В. А. Другакова. – Горки, 2017. – 310 с.
3. Курак, А. С. Коварные соматические клетки. Как держать их «в узде»? / А. С. Курак // Белорусское сельское хозяйство. – 2013. – № 1 (129). – С. 73–76.
4. Лимин, Б. В. Санитарно-эпидемиологические аспекты безопасности сырого молока / Б. В. Лимин, И. М. Бурькина // Молочное и мясное скотоводство. – 2009. – № 4. – С. 80–81.
5. Молоко коровье сырое. Технические условия. СТБ 1598–2006. – Введ. 2006 (с изменениями от 01.09.2015 г.). – Минск: Госстандарт, 2015. – 12 с.
6. Организационно-технологические требования при производстве молока на молочных комплексах промышленного типа: республиканский регламент / И. В. Брыло, А. Н. Коршун, Ю. А. Пивоварчик и др. – Минск: РУИП «Журнал «Белорусское сельское хозяйство», 2014. – 105 с.
7. Мещеряков, В. П. кровоснабжение вымени у медленновыдаиваемых коров при выведении цистернальной и альвеолярной фракций молока / В. П. Мещеряков // Известие ТСХА. – 2013. – Вып.3. – С. 89–101.
8. Knight C. H., Hirst D., Dewhurst R. J. Milk accumulation and distribution in the bovine udder during the interval between milkings // J. of Dairy Research. 1994. – Vol. 61. – P. 167–177.
9. Pfeister H. U., Bruckmaier R. C., Blum J. W. Cisternal milk in the dairy cow during lactation and after preceding teat stimulation // J. of Dairy Research. – 1996. – Vol. 63. – P. 509–515.
10. Соматические клетки в молоке: методика определения и оборудование для анализа [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://labmoloko.ru/stati/somaticheskie-kletki-v-moloke-metodika-opredeleniya-i-oborudovanie-dlya-analiza>. – Дата доступа: 12.03.2021.