

Для корреспонденции

Высокогорский Валерий Евгеньевич – доктор медицинских наук, профессор кафедры биохимии и технологии продуктов животноводства Омского государственного аграрного университета

Адрес: 644008, г. Омск-8, Институтская площадь, д. 2

Телефон: (3812) 65-11-46

В.Е. Высокогорский, П.В. Веселов

Оценка антиокислительных свойств козьего и коровьего молока

Омский государственный аграрный университет
Omsk State Agrarian University

Оценена антиокислительная активность натурального коровьего и козьего молока. Охарактеризованы показатели хемилюминесцентного анализа молока. Определено содержание витамина С, а также доступных сульфгидрильных групп и активных в отношении тиобарбитуловой кислоты продуктов. Полученные результаты свидетельствуют о том, что натуральное козье молоко обладает более выраженными антиоксидантными свойствами в связи с более высоким содержанием веществ, препятствующих свободнорадикальному окислению, – витамина С и сульфгидрильных групп.

Ключевые слова: козье молоко, антиоксиданты, свободнорадикальное окисление, хемилюминесценция

Estimation of antioxidizing properties of goat and cow milk

V.E. Vysokogorsky, P.V. Veselov

In clause the results of an estimation of antioxidizing activity natural cow and goat of milk are submitted. The parameters chemiluminescence of the analysis of milk is characterized. The contents of vitamin C, and also accessible SH-groups and ТБА-active products is determined. The received results testify that natural goat of milk has more expressed antioxidizing properties, by virtue of the greater contents of substances interfering free radical to oxidation, (vitamin C, SH-groups).

Key words: goat of milk, antioxidants, free radical oxidation, chemiluminescence

Как известно [15], молоко козы более соответствует физиологическим особенностям человеческого организма, чем молоко коровы. Козье молоко отличается от коровьего более высоким содержанием белка, жира и кальция. Козье молоко, в отличие от коровьего, содержит почти в 3 раза больше витамина А и в 5 раз – аскорбиновой кислоты. В молоке козы больше витамина РР, а также кобальта (в 6 раз) и железа (в 1,5 раза) [9, 12]. Жировая фаза молока козы представлена более мелкими жировыми мицеллами, средний размер которых в козьем молоке – 2 мкм, в коровьем – 21,2–31,2 мкм. По содержанию жира козье молоко близко к коровьему, но в нем в 2 раза больше короткоцепочечных жирных кислот – масляной, капроновой, каприловой, каприновой и линолевой [4, 16], что обеспечивает ему большую биологическую ценность. При хранении молока в первую очередь окисляются полиненасыщенные жирные кислоты, уменьшается содержание жирорастворимых витаминов [1–3, 6, 10, 11, 13]. В связи с этим особое значение для сохранения биологической ценности молока имеет высокая активность антиокислительной системы.

Целью настоящего исследования было сравнение антиокислительных свойств натурального коровьего и козьего молока.

Таблица 1. Динамика изменения хемилюминесценции молока ($M \pm m$)

Вид молока	Число проб	Светосумма	Спонтанная светимость	Вспышка	Максимальная светимость
Коровье	10	10,97±0,44	6,40±0,32	10,57±0,51	1,70±0,05
Козье	10	6,08±0,14	2,67±0,13	3,68±0,19	1,05±0,01

Материал и методы

Антиокислительные свойства натурального коровьего и козьего молока изучали в пробах, полученных от здоровых животных из одной и той же природной зоны. В образцах молока определяли массовую долю жира для последующего сепарирования и нормализации обезжиренным молоком. В исследовании было использовано по 10 независимых проб коровьего и козьего молока, не подвергнутых тепловой обработке.

С помощью люминолзависимой железоиндуцированной хемилюминесценции (ХЛ) исследовали суммарную антиокислительную активность молока. Для определения параметров ХЛ использовали модельную систему, содержащую люминол в фосфатном буфере (рН 7,45), в которую вносили 0,1 мл исследуемого молока. Свечение индуцировали добавлением 1 мл 50 мМ раствора $\text{FeSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$, ускоряющего процессы перекисного окисления липидов (ПОЛ). На приборе «Хемилюминометр–ХЛ 003» в течение 10 мин регистрировали амплитуду быстрой вспышки, латентный период времени регистрации свечения от момента введения железа (Fe^{2+}) до начала развития медленной вспышки, а также амплитуду медленной вспышки (максимальную светимость) и светосумму [8].

Параллельно проводили спектрофотометрическое определение веществ, реагирующих с 2-тиобарбитуровой кислотой (ТБК) [14]. Содержание аскорбиновой кислоты (витамина С) в молоке определяли по методу Девятнина и Дорошенко [7] с использованием 2,6-дихлорфенолиндофенола. Количество доступных сульфгидрильных групп в молоке оценивали с помощью 5,5'-дитиобис-2-нитробензойной кислоты (ДТНБК) [5].

Полученные результаты были обработаны статистически с определением критерия Стьюдента и вычислением средних и стандартной ошибки среднего ($M \pm m$); различия считали значимыми при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

Полученные данные свидетельствуют о том, что параметры ХЛ натурального коровьего и козьего

молока существенно различаются (табл. 1). У коровьего молока светосумма люминесценции, спонтанная и максимальная ее светимость, а также быстрая вспышка соответственно в 1,8, 2,4, 1,6, 2,9 раза больше (во всех случаях $p < 0,001$), чем у козьего молока. При этом следует учитывать, что амплитуда быстрой вспышки прямо пропорциональна содержанию перекисных продуктов, а амплитуда максимальной светимости отражает способность липидов к перекисному окислению, т.е. равна максимально возможной интенсивности ПОЛ после введения Fe^{2+} .

Известно, что соотношение про- и антиоксидантов проявляется в продолжительности латентного периода [9], который у коровьего молока составил 18,47 с, у козьего – 22,02 с ($p < 0,05$). Более продолжительный латентный период у козьего молока может свидетельствовать о большем содержании веществ, препятствующих свободнорадикальному окислению. Данные ХЛ-анализа показывают, что коровье натуральное молоко в большей степени подвержено свободнорадикальному окислению, чем козье.

О более высокой интенсивности свободнорадикального окисления липидов свидетельствуют данные об уровне ТБК-активных субстанций. Наше исследование показало, что в коровьем натуральном молоке содержание ТБК-активных продуктов (одним из основных среди них является малоновый диальдегид – МДА) составило $3,14 \pm 0,01$ ммоль/л, а в козьем – $2,02 \pm 0,07$ ммоль/л. Существенное нарастание содержания МДА в коровьем молоке более чем на 55% ($p < 0,05$) рассматривается как один из дополнительных показателей активации ПОЛ.

Среди естественных антиоксидантов молока и молочных продуктов важную роль играют соединения, содержащие сульфгидрильные (SH) группы. Эти соединения выполняют свою антиокислительную функцию за счет подвижного атома водорода. Уровень SH-групп в козьем молоке в 3,19 раза выше (табл. 2), чем в коровьем (соответственно $480,4 \pm 3,0$ против $150,5 \pm 14,0$ мкмоль/л; $p < 0,001$)

Таблица 2. Показатели антиоксидантной активности молока ($M \pm m$)

Показатель	Коровье молоко	Козье молоко
Продолжительность латентного периода, с	18,5±0,03	22,2±0,39
Содержание витамина С, мг/100 мл	2,08±0,02	2,68±0,07
Содержание SH-групп, мкмоль/л	150,5±14	480,4±3,0

Нами установлено повышенное содержание аскорбиновой кислоты в козьем натуральном молоке по сравнению с коровьим. Полученные данные позволяют сделать вывод, что в козьем натуральном молоке процессы свободнорадикального окисления молочного жира происходят менее интенсивно, чем в коровьем. Это подтверждается наличием в козьем молоке большего количества доступных SH-групп и более высоким уровнем витамина С, а также данными, полученными с помощью ХЛ-анализа, о более высокой антиокислительной активности козьего молока, чем коровьего.

Таким образом, на основании результатов проведенных исследований можно сделать вывод, что в коровьем натуральном молоке содержится большее количество веществ, препятствующих свободнорадикальному окислению молока – витамина С, SH-групп. Об этом свидетельствуют также более высокое содержание МДА в коровьем молоке и более высокий уровень светосуммы его ХЛ. Полученные данные указывают на то, что коровье молоко подвержено более выраженному и быстрому окислению, чем козье.

Литература

1. Базарнова Ю.Г., Веретнов Б.Я. // *Вопр. питания.* – 2004. – № 3. – С. 35–42.
2. Воробьев В.В. // *Хранение и переработка сельхозсырья.* – 2008. – № 9. – С. 22–25.
3. Горбатова К.К. Биохимия молока и молочных продуктов. – 3-е изд., перераб. и доп. – СПб.: ГИОРД, 2004. – 320 с.
4. Горбатова К.К. Химия и физика молока. – СПб.: ГИОРД, 2003. – 288 с.
5. Диагностика и лечение окислительного стресса при острым панкреатите / Под ред. Д.В. Черданцева. – Красноярск, 2002. – 148 с.
6. Драчева Л.В., Кроткова Е.И. // *Пищ. пром-сть.* – 2008. – № 4. – С. 28–29.
7. Инихов Г.С. Методы анализа молока и молочных продуктов // *Справочное руководство* / Под ред. Г.С. Инихова, Н.П. Брио. – М.: Пищ. пром-сть, 1971. – 424 с.
8. Клебанов Г.И. Хемилюминесцентный метод исследования перекисного окисления липидов / Под ред. Г.И. Клебанова, В.П. Аристовой, Л.С. Толстухиной // *Совершенствование методов анализа молока и молочных продуктов. Труды ВНИМИ.* – М.: Пищ. пром-сть. – 1976. – Вып. 42. – С. 48–55.
9. Меркушева И.Н., Петриченко С.П., Кожухова М.А. // *Известия вузов. Пищевая технология.* – 2005. – № 2–3. – С. 44–46.
10. Осипов А.Н., Азизова О.А., Владимиров Ю.А. Активные формы кислорода и их роль в организме // *Успехи биол. химии.* – 1990. – Т. 31. – С. 34–41.
11. Пономорев А.Н., Мерзликина А.А. и др. // *Мол. пром-сть.* – 2008. – № 6. – С. 80–81.
12. Протасова Д.Г. // *Мол. пром-сть.* – 2001. – № 8. – С. 25–26.
13. Радаева И.А. // *Мол. пром-сть.* – 2006. – № 7. – С. 54–56.
14. Стальная Н.О. Метод определения малонового диальдегида с помощью тиобарбитуровой кислоты // *Современные методы в биохимии* / Под ред. В.Н. Ореховича. – М.: Медицина, 1977. – С. 66–68.
15. Суюнчев О.А. // *Переработка молока.* – 2006. – № 2. – С. 50–51.
16. Твердохлеб Г.В. Химия и физика молока и молочных продуктов / Под ред. Г.В. Твердохлеба, Р.И. Раманаускаса. – М.: ДеЛипринт, 2006. – 360 с.