

Л. З. Шарипова, Ю. В. Щербакова, Ф. Ю. Ахмадуллина

ВЛИЯНИЕ ПАСТЕРИЗАЦИИ НА СОДЕРЖАНИЕ ВИТАМИНА С В КОРОВЬЕМ И КОЗЬЕМ МОЛОКЕ

Ключевые слова: витамин С, молоко.

В статье приведены данные по изменению содержания аскорбиновой кислоты при ряде промышленных режимах пастеризации молока: 65°C, 30 мин.; 76°C, 5 мин.; 90°C, 20 с.; 95°C, 5 мин. Для коровьего и козьего молока выявлены режимы, обеспечивающие максимально возможную сохранность витамина С

Key words: vitamin C, milk.

In the article there are data about changing vitamin C during different conditions of pasteurization: 65°C, 30 min.; 76°C, 5 min.; 90°C, 20 s.; 95°C, 5 min. Detected optimal conditions for safety vitamin C in the cow and goat milk.

Введение

Учитывая неблагоприятную экологическую ситуацию на сегодняшний день, рацион современного человека должен обязательно содержать незаменимые пищевые вещества, прежде всего витамины-антиоксиданты, так как низкая обеспеченность организма витаминами способна снижать защитные функции иммунной системы, повышать риск развития патологий различной природы, инициировать процессы канцерогенеза. Особого внимания в этом аспекте заслуживает молочное сырье, учитывая его высокую пищевую и биологическую ценность. Одним из важнейших витаминов антиоксидантной системы молока является витамин С, способный восстанавливать промежуточные радикалы, образующиеся из других антиоксидантов при свободнорадикальном окислении (например, α -токоферильный, арилоксилфлавоноидные, урацильные радикалы) Однако его термолабильность диктует необходимость оптимизации условий обработки молочного сырья, позволяющей максимально сохранить природные качества молока при обеспечении его санитарно-гигиенической надежности [1].

В связи с этим, целью работы являлось исследование влияния ряда промышленных режимов пастеризации молока (65 °С, 30 мин.; 76 °С, 5 мин.; 90 °С, 20 с.; 95 °С, 5 мин.) на содержание витамина С. В качестве объекта исследования было выбрано коровье и козье молоко. Последнее рассматривалось нами как альтернативное молочное сырье благодаря его уникальным лечебным свойствам [2,3].

Экспериментальная часть

Определение витамина С осуществляли титрометрическим методом [4]. В мерную колбу вносили 20 см³ молока и 80 см³ соляной кислоты массовой концентрации 20 г/дм³, перемешивали и фильтровали через бумажный складчатый фильтр. 10 см³ фильтрата вносили в коническую колбу вместимостью 50 см³ и титровали раствором (0,04 мг/см³) 2,6 - дихлорфенолинодофенолята натрия (2,6 ДХФФН) с установленным титром по стандартному раствору аскорбиновой кислоты (0,1 г/дм³) до слабо

- розового окрашивания, не исчезающего в течение 15 секунд.

Количество витамина С (мг/кг) определяли по формуле:

$$C = \frac{T \cdot (V - V_0) \cdot V_1 \cdot 1000}{V_2 \cdot m},$$

где Т - титр раствора 2,6 ДХФФН, мг/см³; V - объем раствора 2,6 ДХФФН, израсходованный на титрование анализируемого раствора, см³; V₀ - объем раствора 2,6 ДХФФН, израсходованный на титрование холостой пробы, см³; V₁ - общий объем раствора, см³; V₂ - объем фильтрата, взятый на титрование, см³; m - масса навески продукта, г; 1000 - коэффициент пересчета, мкг.

Для получения достоверной информации все эксперименты проводили не менее чем в трехкратной повторности. Результаты исследований были обработаны с помощью программы статистического анализа Excel. Значения критерия достоверности определяли на основе распределения Стьюдента с учетом принятого для научных экспериментов уровня значимости (р) 0,05.

Результаты и их обсуждение

Результаты по изменению содержания витамина С при пастеризации молока представлены в таблицах 1 и 2.

Согласно табличным данным, содержание аскорбиновой кислоты в коровьем и козьем молоке характеризуется большим разбросом: 3,57-11,6 мг/кг для коров и 4,95-18,9 мг/кг для коз. Наибольшее содержание витамина С в натуральном молоке для одних и тех же животных наблюдалось при преобладании в рационе животного сочных кормов (см. индексы *, **, ***, **** в таблицах). Полученные результаты хорошо согласуются с литературными данными [5, 6].

Термообработка молока приводит к значительным изменениям содержания аскорбиновой кислоты в зависимости от вида животного. Для коровьего молока (таблица 1 (данные приведены только для тех режимов, где наблюдалось не полное разрушение аскорбиновой кислоты)) можно отметить практически полную деструкцию витамина С при высокотемпературной обработке (температура более 90 °С).

Сопоставление двух менее жестких температурных режимов 65⁰С, 30 мин и 76⁰С, 5 мин показывает преобладающее влияние температурного фактора на сохранность витамина С. Установлено, при режиме пастеризации 65⁰С, 30 мин содержание аскорбиновой кислоты изменялось в пределах 20 - 59 % и 18 - 41 % для режима 76⁰С, 5 мин. Согласно литературным данным эта величина лежит в пределах более 20% [7] и 5-50 % [6] для длительной пастеризации (63 - 65⁰С в течение 30 минут).

Таблица 1 - Влияние режима пастеризации коровьего молока на содержание витамина С (мг/кг)

Режим	Донор	Витамин С, мг/кг
исходное	№1	6,37±0,10*
		11,60±0,13**
	№2	3,57±0,16*
	№3	10,00±0,11**
	№4	5,95±0,12**
		9,28±0,14**
		10,10±0,15***
	№5	7,35±0,07****
65 ⁰ С, 30 мин	№1	1,27±0,09*
		5,80±0,12**
	№2	1,77±0,07*
	№3	5,00±0,05**
	№4	2,55±0,11**
		3,48±0,06**
		5,05±0,09***
	№5	2,35±0,14****
76 ⁰ С, 5 мин	№1	1,18±0,08*
		3,48±0,10**
	№2	1,43±0,12*
	№3	3,00±0,14**
	№4	1,69±0,12**
		2,32±0,13**
		3,05±0,06***
	№5	1,90±0,08****

Для всех значений $p \leq 0,05$

* - пробы молока, взятые в зимний период; ** - пробы молока, взятые в весенний период; *** - пробы молока, взятые в летний период; **** - пробы молока, взятые в осенний период.

Авторы работ [6,8,9] объясняют глубокую деструкцию аскорбиновой кислоты не только чисто температурными факторами, но и изменяющимися окислительно-восстановительными условиями в молоке. Тепловая обработка молока приводит к денатурации белков, которая сопровождается разворачиванием полипептидных цепей с последующим освобождением ранее «скрытых» сульфгидрильных групп, обладающих восстановительными свойствами. Это приводит к снижению окислительно-восстановительного потенциала, вследствие чего витамин С может в некоторой степени защищаться от окисления.

Ужесточение режима пастеризации сопровождается взаимодействием SH-групп с образованием дисульфидных связей (S-S). При этом происходит повышение окислительно-восстановительного потенциала системы молока,

которая способствует усилению его окислительных свойств, что может привести к окислению аскорбиновой кислоты с образованием дегидроаскорбиновой кислоты. Последняя отличается повышенной термолабильностью, обуславливающей высокие потери витамина С.

Что касается козьего молока, рассматриваемого в этой работе в качестве альтернативного молочного сырья, то, обобщая данные таблицы 2, можно отметить, что в среднем концентрация витамина С в козьем молоке выше в сравнении с коровьим в 1,2 -1,5 раза.

Таблица 2- Влияние режима пастеризации козьего молока на содержание витамина С (мг/кг)

Режим	Донор	Витамин С, мг/кг
исходное	№1	7,95±0,15*
	№2	4,95±0,18*
	№3	6,50±0,12**
		6,60±0,10**
		17,00±0,12**
		18,90±0,10***
	№4	17,10±0,11***
	№5	8,20±0,08****
65 °С, 30 мин	№1	4,59±0,11*
	№2	2,34±0,12*
	№3	3,90±0,14**
		3,96±0,03**
		5,93±0,07**
		7,57±0,11***
	№4	7,64±0,10***
	№5	4,00±0,08****
76 °С, 5 мин	№1	3,67±0,05*
	№2	1,22±0,07*
	№3	1,95±0,07**
		1,98±0,13**
		7,65±0,10**
		11,52±0,11***
	№4	9,45±0,12***
	№5	5,30±0,14****
90 °С, 20 с	№1	1,37±0,09*
	№2	не обн.
	№3	1,30±0,08**
		0,82±0,09**
		8,45±0,06**
		11,56±0,12***
	№4	10,39±0,07***
	№5	5,50±0,10****
95 °С, 5 мин	№1	1,07±0,11*
	№2	не обн.
	№3	не обн.
		не обн.
		5,93±0,12**
		9,39±0,08***
	№4	7,56±0,10***
	№5	3,94±0,08****

Для всех значений $p \leq 0,05$

* - пробы молока, взятые в зимний период; ** - пробы молока, взятые в весенний период; *** - пробы молока, взятые в летний период; **** - пробы молока, взятые в осенний период.

Кроме того, в отличие от коровьего, для козьего молока характерна более высокая сохранность витамина С при ужесточении режима пастеризации. При ранее отмеченном режиме термообработки 90⁰С, 20 с и даже более жестком режиме не наблюдается полного разрушения аскорбиновой кислоты. Ее остаточное содержание изменяется в широких пределах (0-60%) в зависимости от начальной концентрации витамина С в натуральном молоке;

Интересно, что во всех опытах достоверно наблюдаются две тенденции изменения концентрации аскорбиновой кислоты в термообработанных молочных пробах в зависимости от начального содержания витамина С в козьем молоке. При концентрации витамина С в козьем молоке до 8 мг/кг повышение температуры пастеризации приводит к снижению содержания аскорбиновой кислоты в термообработанных пробах, аналогично коровьему молоку. При концентрации витамина С в козьем молоке выше 8 мг/кг зависимость остаточного содержания витамина С от режима пастеризации имеет экстремальный характер, максимум которой соответствует режимам 76⁰С, 5 мин и 90⁰С, 20 с для различных проб.

Таким образом, проведенные экспериментальные исследования позволили выявить режимы пастеризации коровьего и козьего молока, обеспечивающие максимально возможную сохранность витамина С. Установлено неоднозначное влияние условий термообработки молока на его остаточное содержание (в

зависимости от многих факторов). Для коровьего молока оптимальным режимом пастеризации является 65⁰С, 30 мин, для козьего 65⁰С, 30 мин при концентрации аскорбиновой кислоты в натуральном молоке до 8 мг/кг и 76⁰С, 5 мин и 90⁰С, 20 с при более высоких начальных концентрациях витамина С.

Литература

1. И.И. Степура, *Вопросы медицинской химии*, **38**, 4, 26-33 (1992).
2. Ю.В. Балакирева, Н.И. Анисимова, А.Р. Мухитов, Ф.Ю. Ахмадуллина, Ф.Г. Каримова, *Вестник Казанского технологического университета*, 4, 121-124 (2010).
3. Ю.В. Балакирева, Ф.Ю. Ахмадуллина, А.А. Лапин, *Вестник Казанского технологического университета*, 1, 59-56 (2009).
4. Давидюк, В.И. Профессиональный риск и сохранение здоровья женщин-маларов машиностроительного производства: Автореф. Дисс. Канд. Мед. Наук: 14.00.50 / В.И. Давидюк. – Москва, 2007 – 24 с.
5. Р.Б. Давидов, Л.Е. Гулько, Л.А.Круглова, Б.И. Файнгар, *Молоко и молочные продукты как источник витаминов*, Мир, Пищевая промышленность, 1972, 183с.
6. В.В.Ефремова, *Изменение содержания некоторых витаминов при тепловой обработке молока и его хранении*, Мир, Молочная промышленность, 1971, 56с.
7. Е.И. Симбирева, Д.А. Турусова, О.А. Гиринович, *Молочная промышленность*, 5, 71 (2005).
8. К.К. Горбатова, *Биохимия молока и молочных продуктов*, СПб, ГИОРД, 2003, 320 с.
9. К.К. Горбатова, *Химия и физика молока*, СПб, ГИОРД, 2003, 288 с.