

국산 조제분유의 열처리 등급에 관한 기초 연구

박 영 희

동신대학교 식품생물공학과

The Fundamental Studies of Heat Treatment Class in Domestic Infant Formula

Young-Hee Park

Dept. of Food and Biotechnology, Dongshin University, Naju 520-714, Korea

Abstract

To compare the extent of heat treatment in domestic infant formula, pH, titratable acidity, undenatured whey protein contents, HMF contents and protein-reducing substances of three commercial products (A, B, C) were measured. The pH of B products was lowest and the titratable acidity of B product was highest. The contents of undenatured whey protein per 100ml serum were 0~30mg(A products), 90~130mg(B products) and 80~90mg(C products), respectively. Distinct differences of undenatured whey protein contents according to the manufacturer and infant's stage in age could be observed. The HMF contents of tested products showed 10.9~21.5 μ mol/L and B-2 product(B products for the second stage of 5~9 month) was the highest among tested products. The protein-reducing substances showed 4.46~9.50mg $K_4Fe(CN)_6$ /100ml serum and B-2 product was the highest among tested products.

Key words: heat treatment indicator, domestic infant formula

서 론

유아에게 가장 이상적인 영양공급원은 건강한 어머니의 모유이나 불가피한 이유로 모유를 먹일 수 없는 유아를 위해 모유를 대신할 수 있는 인공영양식을 공급해 주어야 하는 필요성 때문에 우유를 주성분으로 한 조제분유가 생산, 판매되고 있다. 모유의 영양성분과 유아의 성장에 필요한 영양성분 및 생리에 관한 종합적인 연구를 통하여 조제분유의 품질은 개선되어야 한다(1). 특히 조제분유는 소비대상이 주로 신생아와 미숙아이며 유아의 평생건강을 좌우할 수 있기 때문에 지속적인 연구가 뒤따라야 한다. 또한 우유를 기초로 하는 유아식은 가열처리를 거친 우유를 사용하므로(2) 조제분유 제품에 대한 열처리의 연구는 더 좋은 분유 생산을 위해서 대단히 중요하다.

우유를 가열처리함에 따라 일어나는 화학적 조성의 변화 중 일부는 유용하고 일부는 그렇지 않으며, 고온에서 발생하는 대부분의 화학적 변화는 바람직하지 않다(3). 우유의 고온열처리가 분유의 품질에 영향을 미치는 내용을 들면 유청단백질의 열변성에 의한 불용화로 분유의 용해성이 감소되며 분유의 색이 갈색화가 일

어난다. 갈색화에 의하여 분유는 풍미 저하, 용해도 감소, pH 저하, 가용성 유당의 감소, 적정산도와 potassium ferrocyanide에 대한 환원력이 증가된다(4). 또한 유당의 carbonyl기와 lysine의 ϵ -amino기와의 Maillard반응은 분유의 예비가열, 진공농축, 건조, 저장 중에 증진되어서 이산화탄소, 유기산, maltol, furfural 등을 포함한 수 많은 화합물을 형성하므로 제품의 품질 저하를 초래한다(5,6). 한편, lysine과 carbonyl화합물과의 반응산물의 대부분은 사람과 동물에 의해 소화되지 않으며 결과적으로 Maillard반응은 유용한 lysine을 이용하지 못하게 되어 단백질의 손실을 가져와 영양면에서도 바람직하지 않다(7). 그 외 열변성으로 인해 immunoglobulin이 불활성화되며 조직이 변화하여 점도가 증가한다(3).

우유에서의 유청단백질 열변성 정도는 여러 가지 열처리 형태의 온도, 시간과 관계가 있어서 열처리를 전혀 받지 않은 상태에서는 유청단백질은 뚜렷한 형태를 갖게되며 어느 범위 수준 이상의 열에 노출될 때는 이것이 파괴되어 단백질의 특성이 변화된다고 하였다(8). 유청단백질의 변성 정도는 우유의 유청용액 중에 남아 있는 불변성 유청단백질 함량을 측정함에 따라 우유의

열처리 정도를 유추할 수 있었다(9,10). 또한 우유의 가열처리 결과 hydroxymethylfurfural(HMF) 농도가 가열처리의 강도에 따라서 증가하므로 우유 중의 HMF 정량이 우유가 받은 열처리의 평가에 이용되어져 왔다(11,12). 분유제품으로부터 pH 5.6에서 침전시켜 측정된 단백질의 환원력은 환원제인 ascorbate를 제거하므로써 얻어지므로 이것을 단백질 환원물질이라 부르며 Maillard과정의 정도를 알 수 있다(3).

현재 우리나라에서는 3개의 유업체에서 유아의 성장단계에 따라 조제분유를 제조하여 시판하고 있는데 이 제품들의 예비가열, 살균과 멸균과정에서 받은 열처리 정도에 관한 연구는 거의 없으며, 제품별로 열처리 등급의 표기를 규정해야 할 필요성이 제기되고 있다.

따라서 본 연구에서는 국산 조제분유의 열처리 정도를 파악하고 비교하고자 pH 및 적정산도, 불변성 유청 단백질 함량, HMF 함량, 단백질 환원물질 등의 지표성분을 중심으로 시도하였다. 소비자들에게 분유의 열처리 등급에 따른 그 특성을 확실하게 전달해줌으로서 제품 선택에 도움을 줄 수 있으며, 또한 국내 유가공업계가 보다 양질의 조제분유 제품들을 생산하여 외국 제품들의 개방화에 대비할 수 있도록 기초 자료를 제공하는데 연구의 목적이 있다.

재료 및 방법

재료

시료로 사용한 유아용 조제분유는 시판 중의 3개 회사 제품 중 생후 0~5개월용인 첫단계와 생후 5~9개월용인 2단계 각 3종 6개 제품을 1996년 5월에서 8월까지 구입하여 시료로 사용하였다. 시판용 분말상 조제분유는 박과 홍(13)의 방법에 따라 제조하여 모유의 수분함량과 일치하도록 조유 농도를 맞추었다. Table 1과 같

Table 1. Moisture contents in various market infant formula

Samples	Mean \pm SD ¹⁾ (%)	Indicated in the label
A-1 ²⁾	2.4 \pm 0.2	2.5
A-2	3.0 \pm 0.3	2.5
B-1	2.8 \pm 0.4	2.2
B-2	3.0 \pm 0.4	2.5
C-1	3.7 \pm 0.4	2.0
C-1	4.8 \pm 0.7	2.0

¹⁾SD: standard deviation (n=4).

²⁾A, B and C are commercial products in domestic infant formula. 1 is the first stage of 0~5 month old infant formula, and 2 is the second stage of 5~9 month.

이 수분함량이 2.4~4.8%인 분말 조제분유에 대해서는 13g을 정확히 정량하여 증류수 100ml에 녹여 수분함량이 87%인 액상 조제분유 상태로 제조하였다.

pH 및 적정산도의 측정

pH 및 적정산도는 한국식품공업협회 식품공전(14)의 방법에 따라 실시하였다. pH는 pH meter(CG 836, Schott Geräte, Germany)를 사용하여 25°C에서 측정하였으며, 적정산도는 액상 조제분유 10g에 증류수 10ml를 첨가하고 1% phenolphthalein 지시약 0.5ml를 첨가한 후 0.1N NaOH 용액으로 적정하여 이에 소요된 NaOH 양을 lactic acid 함량(%)으로 표시하였다.

불변성 유청단백질 함량 측정

시료의 불변성 유청단백질 함량은 Lechner(15)의 방법에 따라 측정하였다. 삼각플라스크에 액상 조제분유 50ml를 정확히 취한 다음 (NH₄)₂SO₄ 10g을 넣어 잘 흔들어서 녹인 후 Whatman no. 4 여과지로 여과시키고, 여과액 10ml를 취해 Pyrex 시험관에 넣어 끓는 물에서 20분간 가열시켰다. 그 후 흐르는 냉각수로 급히 냉각시켜서 생성된 단백질 침전물을 3G4 glass filter에 모은 다음 증류수로 3ml씩 5회, 에탄올로 3ml씩 2회 씻어 내고 남은 침전물을 102 \pm 1°C에서 건조시켜 얻은 무게를 불변성 유청단백질로 하여 그 함량을 구하였다.

HMF 함량 측정

HMF 표준시약(Sigma, USA)을 증류수에 녹여 1mM/L 농도로 만들어 stock solution으로 하고, 이것을 일정 농도로 희석하여 0~60 μ mol/L 농도에 대해 이중 반복 실험을 하여 HMF(5-hydroxymethylfurfural) 표준검량선을 작성하였다(Fig. 1). 회귀방정식은 $Y=0.0096X+0.01969$ 이며 상관계수는 $r=0.9996$ 이었다. 시료의 HMF 함량은 Keeney와 Bassette(11)의 비색법에 따라 측정하였다. 액상 조제분유 10ml를 뚜껑있는 시험관에 채 취하여 매일 새로 조제한 0.3N oxalic acid 용액 5ml를 가하고 끓는 물에서 60분간 가열한 후 냉각수로 상온까지 식히고 40% trichloroacetic acid 용액 5ml를 가하여 용액이 맑게 되도록 Toyo no. 6 여과지를 사용하여 여과시켰다. 여과액 4ml에 0.05M 2-thiobarbituric acid 용액 1ml를 첨가한 후 40°C 35분간 incubation하고 냉각수에서 30분간 냉각하여 Spectrophotometer(Shimadzu, Japan)를 이용하여 443nm에서 흡광도를 측정하였다.

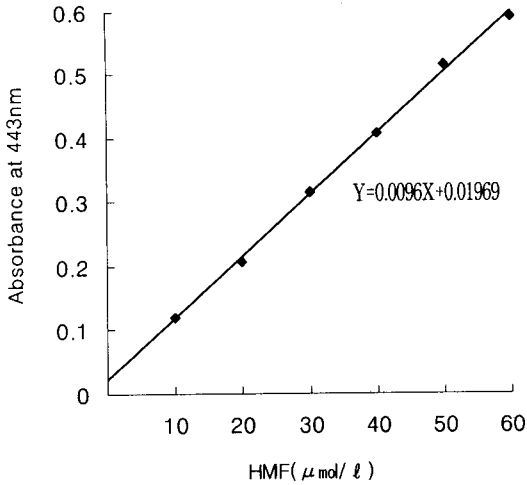


Fig. 1. HMF standard calibration curve.

단백질 환원물질의 측정

시료의 단백질 환원물질 측정은 AOAC(16)법을 변형하여 Spectrophotometer(Shimadzu, Japan)를 이용하여 610nm에서 100% Transmittance를 측정하였다 (Fig. 2). 측정된 값을 potassium ferrocyanide의 양으로 계산하기 위한 표준검량선을 구하기 위하여 0.1147g의 $K_4Fe(CN)_6 \cdot 3H_2O$ 를 1L의 증류수에 녹여 stock solution으로 제조한 다음 이 용액을 50ml 취하여 두배로 희석시켜 사용하였다(1ml=0.05mg $K_4Fe(CN)_6$). 9개의 test tube에 0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0ml씩 각각 담은 후 증류수를 넣어 총 5ml가 되도록 한 다음 저어서 완전히 섞은 후 시료에서의 방법과 동일하게 하여 표준검량선을 작성하였다(Fig. 3).

결과 및 고찰

조제분유의 pH 및 적정산도

조제분유의 pH 및 적정산도는 Table 2와 같다. 같은

Table 2. pH and titratable acidity of market infant formula

Samples	pH±SD ¹⁾	Titratable acidity(%)±SD ¹⁾
A-1 ²⁾	6.68±1.02	0.06±0.02
A-2	6.77±0.02	0.06±0.02
B-1	6.40±0.01	0.07±0.03
B-2	6.33±0.02	0.12±0.02
C-1	6.74±0.01	0.06±0.02
C-2	6.72±0.02	0.06±0.02

¹⁾SD: standard deviation (n=4).

²⁾The meanings of samples are the same as Table 1.

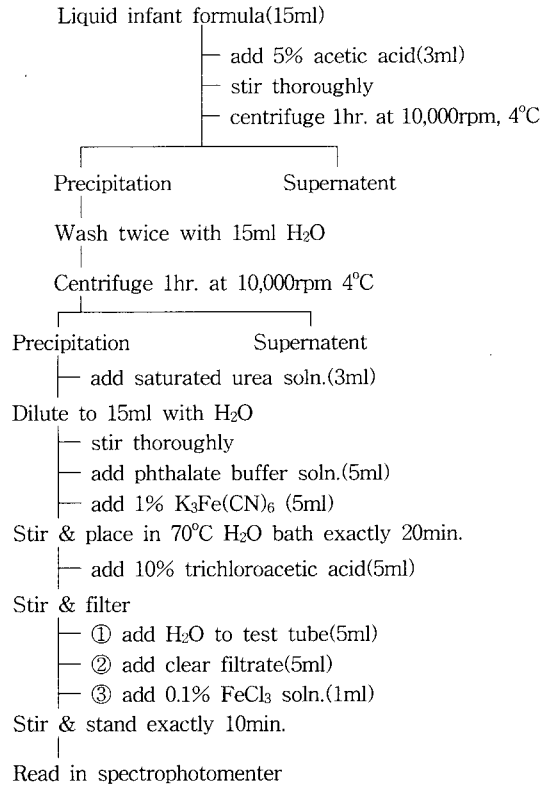


Fig. 2. Flow sheet of determination of protein reducing substances in market infant formula.

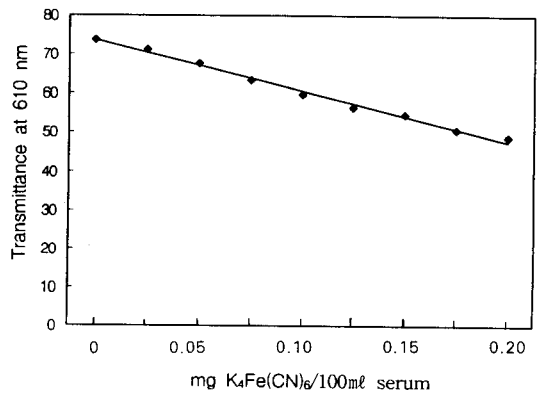


Fig. 3. $K_4Fe(CN)_6$ standard calibration curve.

회사 제품끼리는 같은 기호로 묶였으며 생후 5개월 이전 단계인 유아용은 1로, 생후 5~9개월 단계는 2로 표시하여 비교하였다. pH는 제조회사에 따라 차이를 보였는데 A제품은 6.68과 6.77, B제품은 6.40과 6.33, C제품은 6.74와 6.72로써 B제품의 경우 다소 값이 낮았다. 적정산도는 대부분 0.06%이었으며 B제품에서는 0.07

~0.12%의 값이었다. Sherbon(17)은 대부분의 우유의 pH는 6.60~6.80이며 열처리 온도와 밀접하여 열처리 온도가 올라갈수록 우유의 pH는 낮아진다고 하였으며 또한 열처리를 함에 따라 우유의 적정산도는 증가한다고 하였다. 박과 홍(18)은 시판우유의 pH를 측정된 결과 저온살균우유는 6.66, 고온살균우유는 6.68, 초고온살균우유는 6.67, 초고온멸균우유는 6.64~6.68로 보고하였다. 오래된 원료유나 특히 산도가 높은 우유는 단백질이 불안정하게 되어 분유의 용해도가 저하하고, 이 산의 작용은 농축이나 열처리에 의하여 강화되며, 또 예열시의 고온 장시간 가온, 건조온도의 지나친 고온, 건조실내의 장시간 방치 등이 지나친 가열의 원인이었다(4). 본 실험의 경우 조제분유의 pH와 적정산도 측정은 제품간에 열처리 받은 정도를 뚜렷하게 비교할 수가 있었으며 B제품에서 열처리를 가장 많이 받은 것으로 나타났다.

조제분유의 불변성 유청단백질 함량

조제분유에서 측정된 불변성 유청단백질 함량은 Table 3과 같다. 불변성 유청단백질 함량은 100ml serum 당 A제품의 경우 첫단계가 30mg, 2단계가 0mg, B제품의 경우 첫단계가 90mg, 2단계가 130mg이었고 C제품의 경우 첫단계가 80mg, 2단계가 90mg으로 제조회사와 제품의 단계간에 많은 차이를 보였다. 이들의 함량은 박과 홍(18)이 국내 시판우유에서 측정된 초고온살균유(2.0~14.8mg)와 초고온멸균유(76.8~176.8mg)의 값과 유사하였다. 또한 Lechner(15)가 보고한 초고온 처리유에서의 간접식 열처리의 함량(2~32mg)과 직접식 열처리(80~172mg)의 결과와도 유사하였다. 표준화된 우유를 예비가열할 때의 유청단백질 변성정도에 따라 분유 제품의 특성이 나타나므로 분유의 농축 전에 실시하는 살균처리는 최소한 제품에 악영향을 끼치는 세균을 파괴할 수 있는 살균효과가 있어야 한다(19). Low-heat분유는 72~74°C에서 15초간 예비가열하면 유청단

백질의 10% 미만이 변성되고(19,20), high-heat분유는 90°C에서 10~30분간의 열처리 조건하에서 예비가열하면 훨씬 많은 유청단백질이 변성된다고 하였다(21). 본 실험에서 사용된 조제분유 중 B제품의 2단계의 불변성 유청단백질은 많이 측정되었는데, 이러한 결과는 다른 열처리 지표로 측정하여 얻어진 결과들과 비교하였을 때 상이한 차이를 보였다.

조제분유의 HMF 함량

조제분유에서 측정된 HMF 함량은 Table 4와 같다. 본 실험에서는 액상 조제분유에 0.3N oxalic acid 용액을 첨가하고 100°C에서 60분간 가열처리를 함으로써 우유내에 존재하는 유리 HMF 함량과 동시에 잠재되어 있는 총 HMF 함량을 측정된 것으로 조제분유의 실질적인 HMF 함량은 원유에서의 총 HMF 값으로 측정된 6.8 μ mol/L를 빼낸 값으로 하였다. 한편 액상 조제분유의 HMF 값을 분말상으로 환산하여 μ mol/100g powder로 나타내었다. 6종의 제품에서 측정된 조제분유의 HMF 함량은 10.9~21.5 μ mol/L 범위를 보였는데 B회사의 2단계 제품에서 HMF 함량이 가장 높게 측정되었다. Renner(22)에 의하면 수분함량이 5% 이상인 분말로 된 유제품을 실온에서 저장하는 중 Maillard 형태의 갈변화반응이 일어난다고 하였으며, 분유의 HMF 함량은 우유의 예열처리(low, medium, high heat)의 정도에 따라서 영향을 받는다고 하였다(23). 분유의 건조방법 중 분무식 건조가 짧은 시간에 수행되므로써 반응이 적게 일어나고 회전식 건조분유는 훨씬 더 많은 갈변화 반응이 일어난다고 하였다(24). 따라서 이때 생성된 HMF 함량은 분무식 건조분유의 7 μ mol/100g에 비하여 회전식 건조분유는 12 μ mol/100g으로 더 높고, 구식형 회전식 건조방법을 사용했을 때는 50 μ mol/100g으로 훨씬 높게 정량되었다고 하였다(23). 본 실험의 조제분

Table 3. Contents of undenatured whey protein in market infant formula
(mg undenatured whey protein/100ml serum)

Samples	Mean \pm SD ¹⁾
A-1 ²⁾	30 \pm 5.5
A-2	0 \pm 0
B-1	90 \pm 7.5
B-2	130 \pm 7.8
C-1	80 \pm 2.5
C-2	90 \pm 3.5

¹⁾SD: standard deviation (n=4).

²⁾The samples are the same as Table 1.

Table 4. HMF values of market infant formula

Samples	Total HMF \pm SD ¹⁾	Absolute HMF ²⁾	
	(μ mol/L)	(= μ mol/L)=(μ mol/100g powder)	
A-1 ³⁾	17.9 \pm 1.6	11.1	8.5
A-2	17.7 \pm 2.1	10.9	8.4
B-1	19.5 \pm 2.0	12.7	9.8
B-2	28.3 \pm 3.1	21.5	16.5
C-1	20.9 \pm 2.5	14.1	10.8
C-2	20.9 \pm 2.0	14.1	10.8

¹⁾SD: standard deviation (n=4).

²⁾Total HMF of tested milk-total HMF of raw milk(6.8 μ mol/L).

³⁾The samples are the same as Table 1.

유의 HMF 함량은 8.4~16.5 μ mol/100g의 범위로 박과 홍(13)이 1991년 생산된 국산 조제분유를 대상으로 HMF 함량을 측정하여 얻은 16.2~33.8 μ mol/100g보다는 낮게 측정되었는데 이것은 분유 제조시 열처리 방법이 개선되어진 것으로 보인다.

조제분유의 단백질 환원물질

조제분유에서 측정된 단백질 환원물질 함량은 Table 5와 같다. 6개 제품에서 측정된 단백질 환원물질 함량은 4.46~9.50mg의 K₄Fe(CN)₆/100ml serum값으로 표시하였는데 B회사제품의 2단계에서 가장 많은 양의 K₄Fe(CN)₆/100ml serum을 보였다. HMF 함량과 ferricyanide 환원력간에는 밀접한 정의 상관관이 있으므로 이들은 분유제품의 제조와 저장 중 갈변화반응의 정도를 평가하는데 사용되어 왔는데(7), 본 실험에서 측정된 분유제품의 HMF 함량과 단백질 환원물질의 함량간에도 동일한 경향을 보였다. 한편, 불변성 유청단백질 함량과 단백질 환원물질 함량간에 있어서는 서로 부의 상관관계 경향을 나타내어야 하는데 B제품의 2단계에서 불변성 유청단백질 함량이 가장 높게 측정되었다. 이것은 분유 제품에는 표시되어 있지 않았으나 분유 제조시 다량의 불변성 유청단백질을 첨가하였기 때문에 나타난 것으로 생각된다. 박과 홍(13)은 1991년 국산 조제분유를 대상으로 유청단백질소 함량을 측정하여 American Dairy Products Institute(25)에서 제시한 열처리 등급을 기준으로 분류했을 때, A와 B제조회사의 제품은 medium-heat 등급에 해당되었고, C회사의 제품은 low-heat 등급에 해당된다고 보고한 바 있다. 본 실험에서 측정한 국산 조제분유의 여러 이화학적 지표 가운데 pH와 적정산도, 불변성 유청단백질 함량, HMF 함량, 단백질 환원물질 등이 조제분유의 열처리 등급을 파악하는데 이용될 수 있었으며 이들의 값들을 통하여 B회사의 2단계 제품이 가장 열처리를 많이 받은 것으로 나타났다. 앞으로 계속 조제분유의 구제품과 신제품들

의 열처리를 비교해 보고 영양성분의 특성을 파악하는 것이 요망되며 국내 조제분유 제조회사에는 끊임없는 연구를 계속하므로서 소비자들에게 양질의 조제분유 제품들을 줄 수 있을 것으로 기대된다.

요 약

국산 조제분유의 열처리 정도를 파악하고 비교하기 위하여 pH, 적정산도, 불변성 유청단백질 함량, HMF 함량과 단백질 환원물질 등을 측정하였다. 조제분유의 pH는 B제품의 값이 가장 낮았으며 적정산도는 B제품에서 가장 높은 값을 보였다. Serum 100ml당 불변성 유청단백질 함량은 A제품의 것이 10~30mg, B제품의 것이 90~130mg, C제품의 것이 80~90mg으로 제조회사와 유아 개월수에 따른 단계에 뚜렷한 차이가 있었다. 전 제품의 HMF 함량은 10.9~21.5 μ mol/L이었다. 그중 B제품의 2단계의 HMF 함량이 가장 많았고 제조회사에 따라 약간의 차이를 보였다. 단백질 환원물질은 K₄Fe(CN)₆/100ml serum으로 측정한 결과 모든 제품에서 4.46~9.50mg이었으며 B제품의 2단계가 가장 높은 값을 보였다.

감사의 글

본 연구는 1996년도 동신대학교 학술연구비 지원에 의해 수행된 결과의 일부로서 이에 감사드립니다.

문 헌

1. 전석락, 이필권 : 유아용 조제분유에 대한 최근의 연구 동향. 한국유가공연구, 4, 61(1986)
2. Renner, E. : The role of milk products in nutrition. *Korean Dairy Technol.*, 5, 137(1988)
3. 한국낙농공학연구센터 : 낙농식품가공학. 선진문화사, 서울, p.313(1993)
4. 한국낙농공학연구센터 : 낙농식품가공학. 선진문화사, 서울, p.609(1993)
5. Whitney, R. McL. : Proteins of milk. In "Fundamentals of dairy chemistry" 3rd ed., Wong, N. P.(ed.), Reinhold Co. Inc., New York, p.81(1988)
6. Brown, R. J. : Milk coagulation and protein denaturation. In "Fundamentals of dairy chemistry" 3rd ed., Wong, N. P.(ed.), Reinhold Co. Inc., New York, p.583(1988)
7. Burton, H. : Review of the progress of dairy science : The bacteriological, chemical, biochemical and physical changes that occur in milk at temperatures of 100~150°C. *J. Dairy Res.*, 51, 341(1984)
8. Renner, E. : *Milk and dairy products in human nutrition.* Volkswi., Verlag, Munich, p.283(1983)

Table 5. Contents of protein-reducing substances in commercial infant formula (mg K₄Fe(CN)₆/100ml serum)

Samples	Mean \pm SD ¹⁾
A-1 ²⁾	6.88 \pm 0.15
A-2	7.00 \pm 0.10
B-1	6.50 \pm 0.12
B-2	9.50 \pm 0.15
C-1	4.46 \pm 0.06
C-2	4.66 \pm 0.05

¹⁾SD: standard deviation (n=4).

²⁾The samples are the same as Table 1.

9. Mottar, J. and Naudts, M. : La gualite dulait chauffe a ultrahaute temperature comparee a celle du lait pasteurise et sterilise dans la bouteille. *Le Lait*, **59**, 476 (1976)
10. Pien, J. : Method for distinguishing between UHT milks and conventionally sterilized milks. In "*IDF monograph on UHT milk*" Bull., part V. Brussels, IDF (1972)
11. Keeney, M. and Bassette, R. : Detection of intermediate compounds in the early stages of browning reaction in milk products. *J. Dairy Sci.*, **42**, 945(1959)
12. Renner, E. : Effect of differences in technology on the organoleptic and nutritive quality of UHT milk. *Dairy Sci.*, Abstracts. **41**, 579(1979)
13. 박영희, 홍윤호 : 조제분유의 열처리 정도 비교. 한국식품과학회지, **23**, 627(1991)
14. 한국식품공업협회 : 식품공전. p.81(1990)
15. Lechner, E. : Influence of ultra high temperature sterilization on denaturation of whey proteins. *Z. Lebensm. Unters. Forsch.*, **156**, 279(1974)
16. AOAC : *Official methods of analysis*. 20th ed., Association of official analytical chemists, Washington, D. C., p.809(1990)
17. Sherbon, J. W. : Physical properties of milk. In "*Fundamentals of dairy chemistry*" 3rd ed., Wong, N. P. (ed.), Reinhold Co. Inc., New York, p.410(1988)
18. 박영희, 홍윤호 : 열처리에 따른 시판우유의 불변성 유청 단백질과 유효성 lysine 함량 변화. 한국영양식량학회지, **20**, 546(1991)
19. Hall, C. W. and Hedrick, T. I. : *Drying of milk and milk products*. 2nd ed., Avi, Westport, Conn., p.288 (1971)
20. Pallansch, M. J. : Dried products. In "*By-products from milk*" Webb, B. M. and Whittier, E. O.(eds.), Avi, Westport, Conn., p.124(1970)
21. Morr, C. V. and Richter, R. L. : Chemistry of processing. In "*Fundamentals of Dairy Chemistry*" 3rd ed., Wong, N. P.(ed.), Reinhold Co. Inc., New York, p.739 (1988)
22. Renner, E. : Storage stability and some nutritional aspects of milk powders and ultra high temperature products at high ambient temperatures. *J. Dairy Res.*, **55**, 125(1988)
23. Renner, E. : *Milk and dairy products in human nutrition*. Volksw., Verlag, Munich, p.297(1983)
24. Schulz, M. E. : *Fragen und Antworten zur Milchwirt. Technologie*. Volksw., Verlag, Munich, p.196(1967)
25. ADPI : *Standard for Grades of Dry Milk Including Methods of Analysis*. American Dairy Products Institute, Bulletin 916(1990)

(1998년 1월 10일 접수)