

# 국내 시판우유의 보관방법별 품질변화에 관한 연구

정석찬 · 김계희 · 정명은 · 김성일 · 변성근 · 이득신 · 박성원 · 조남인 · 김옥경  
농림부 국립수의과학검역원

## Abstract

This study was conducted to investigate the quality changes of the UHT(ultra-high temperature), LTLT(low temperature long time) and HTST(high temperature short time) treated milk samples by storage conditions for 6 months from August 2000 to February 2001.

The UHT treated milk samples collected from 3 plants(A, B and C) were stored at 10°C and room temperature(dark and light exposure) for 6 months, and the LTLT and HTST treated milk samples(D and E) were also stored for 30 days. The UHT pasteurized milk of A, B and C plant was treated at 130°C for 2-3s, 133°C for 2-3s and 135°C for 4s, respectively. The UHT sterilized milk of A and B plant was treated at 140°C for 2-3s and 145°C for 3-4s, respectively. The LTLT milk of D plant was treated at 63°C for 30 mins, and the HTST milk of E plant was treated at 72°C for 15s. All of the raw milk samples collected from storage tank in 5 milk plants were showed less than  $4.0 \times 10^5$  cfu/ml in standard plate count, and normal level in acidity, specific gravity, and component of milk. Preservatives, antibiotics, sulfonamides and available chloride were not detected in both raw and heat treated milk samples obtained from 5 plants. One(10%) of 10 UHT pasteurized milk samples obtained from B plant and 2 (20%) of 10 from C were not detected in bacterial count after storage at 37°C for 14 days, but all of the 10 milk samples from A were detected. No coliforms were detected in all samples tested. No bacteria were also detected in carton, polyethylene and tetra packs collected from the milk plants. A total of 300 UHT pasteurized milk samples collected from 3 plants were stored at room(3°C ~30°C) for 3 and 6 months, 11.3%(34/300) were kept normal in sensory test, and 10.7%(32/300) were negative in bacterial count. The UHT pasteurized milk from A deteriorated faster than the UHT pasteurized milk from B and C. The bacterial counts in the UHT pasteurized milk samples stored at 10°C were kept less than standard limit( $2 \times 10^4$  cfu/ml) of bacteria for 5 days, and bacterial counts in some milk samples were a slightly increased more than the standard limit as time elapsed for 6 months. When the milk samples were stored at room(3°C ~30°C), the bacterial counts in most of the milk samples from A plant were more than the standard limit after 3 days of storage, but in the 20% ~30%(4 ~6/20) of the milk samples from B and C were less than the standard limit after 6 months of storage. The bacterial counts in the LTLT and HTST pasteurized milk samples were about  $4.0 \times 10^3$  and  $1.5 \times 10^1$  CFU/ml at the production day, respectively. The bacterial counts in the samples were rapidly increased to more than  $10^7$  CFU/ml at room temperature(12°C ~30°C) for 3 days, but were kept less than  $2 \times 10^4$  CFU/ml at refrigerator(10°C) for 7 days of storage. The sensory quality and acidity of pasteurized milk were gradually changed in proportion to bacterial counts during storage at room temperature and 10°C for 30 days or 6 months. The standard limit of bacteria in whole market milk was more sensitive than those of sensory and chemical test as standards to determine the unaccepted milk. No significant correlation was found in keeping quality of the milk samples between dark and light exposure at room for 30 days or 6 months. The compositions of fat, solids not fat, protein and lactose in milk samples were not significantly changed according to the storage conditions and time for 30 days or 6 months. The UHT

sterilized milk samples(A plant ; 20 samples, B plant ; 110 samples) collected from 2 plants were not changed sensory, chemical and microbiological quality by storage conditions for 6 months, but only one sample from B was detected the bacteria after 60 days of storage. The shelf life of UHT pasteurized milk in this study was a little longer than that reported by previous surveys. Although the shelf life of UHT pasteurized milk made a significant difference among three milk plants, the results indicated that some UHT pasteurized milk in polyethylene coated carton pack could be stored at room temperature for 6 months. The LTLT and HTST pasteurized milk should be sanitarly handled, kept and transported under refrigerated condition(below 7°C) in order to supply wholesome milk to consumers.

(Key Words : Milk, quality changes, Shelf-life, Storage, Bacterial count, UHT, LTLT, HTST)

## I. 서론

우유는 각종 영양소를 많이 함유하고 있어 소비자들의 선호도가 높으나 미생물이 성장할 수 있는 최적 조건을 갖추고 있으므로 우유를 실온에 보존할 경우에는 변질 및 부패하기 쉽기 때문에 냉장 보관하고 있다.

우유의 유통기간에 영향을 미치는 주요 요인으로는 원유의 미생물 오염 수준, 살균 시간과 온도, 살균 후 미생물의 재오염 여부와 정도, 살균에 저항하는 내열성미생물의 수, 살균 후 우유 보관온도 등이 있다. 특히 살균 후 2차 오염의 주요 원인은 충전기에 있다고 하였으며, 충전기를 무균적으로 관리하는 등 여러 요인을 효과적으로 차단하거나 최적 위생조건으로 처리할 경우에 살균우유는 보다 장기간 보존이 가능하다.

우리나라 우유의 살균 또는 멸균공정은 저온장시간 살균법(63~65°C에서 30분간 처리 ; LTLT, Low Temperature Long Time), 고온단시간 살균법(72~75°C에서 15초내지 20초간 처리 ; HTST, High Temperature Short Time), 초고온순간처리법(130~150°C에서 0.5초내지 5초간 처리 ; UHT, Ultra High Temperature) 또는 이와 동등이상의 효력을 가지는 방법으로 실시하도록 되어 있으며, 유크림류 등에서도와 같이 유지방 함량이 높은 유가공품의 경우에는 열처리 온도를 2~3°C를 더 높여 처리하고 있다. 이러한 우유의 가열처리 과정에서 성분의 이화학적 인 변화와 영양분 손실을 야기할 수 있으므로 우유의 품질 즉, 성분 및 영양에 미치는 영향을 최소화하면서 병원성 미생물이나 분해효소 등은 불활화시키는 가열처리 방법으로 우유의 보존성을 유지시키고 있다.

우리나라의 우유 생산을 위한 살균방법은 1970년대 초부터 LTLT나 HTST방법에서 점차 UHT처리법으로 바뀌기 시작하여 1980년대부터는 거의 대부분이 유통과정상 보존성이 좋은 UHT시스템으로 바뀌었다. UHT처리법은 높은 온도에서 짧은 시간에 가열처리함으로써 우유중의 영양소 파괴와 화학적 변화를 극소화하면서 미생물을 완전히 사멸할 수 있는 장점이 있다. UHT처리는 우유 중의 세균수를  $10^9$ 배 이상 감소시킬 수 있으며, 또한 UHT 살균 처리 후 세균이 검출되지 않았거나 원유 중의 세균 사멸율이 거의 100%에 가깝다고 보고되고 있다.

또한 우유의 영양학적 및 관능적 특성의 변화는 빛과 산소 노출 등과 관련되므로 멸균유에서는 빛과 산소를 차단하기 위하여 일반적으로 aluminium-foil로 된 팩(Tetra pack)을 사용하여 보존성을 유지하고 있다. 우유의 포장용기는 1960년대의 유리병에서 점차적으로 합성수지제인 폴리에틸렌, 종이 등으로 다양화 되었고, 우리나라는 1970년 후반부터 종이팩(carton pack) 포장용기를 사용하기 시작하였으며, 최근에는 carton pack 포장용기가 전체 포장용기의 대부분을 차지하고 있는 실정이다.

우리 나라 살균우유의 유통기간은 2002년 6월까지의 냉장(10°C 이하) 보관에서 5일로 되어 있었으며, 최근 소비자로부터 “학교 급식용의 UHT법으로 처리한 살균우유를 실온에서 약 5개월 동안 보관해도 썩지 않는다”는 논란이 있었고, 이의 원인 파악을 위해 살균우유의 장기간 실온보관에 따른 품질변화 시험의 필요성이 대두되었다. 우유는 미생

물 증식으로 인한 부패를 방지하기 위한 방법으로서 주로 냉장 보관을 실시하고 있으나 실온에서도 장기간 동안 부패하지 않는다면, 이는 우유내 미생물이 전혀 없는 멸균우유와 같은 무균 상태일 경우에 가능하다는 추론을 할 수 있다.

한편, “축산물의 가공기준 및 성분규격(국립수의과학검역원 고시)”에 의하면 제품의 유통기간 설정은 당해제품의 가공업자(수입축산물의 경우에는 가공업자가 정한 유통기간 내에서 수입자)가 포장재질, 보존조건, 가공방법, 원료배합비율 등 제품의 특성과 냉장 또는 냉동보존 등 기타 유통실정을 고려하여 위해 방지와 품질을 보장할 수 있도록 정하여야 한다고 규정되어 있다. 2001. 1. 4에 “축산물의 가공기준 및 성분규격”의 일부가 개정되어 유가공품 중 우유류의 유통기간(5일)을 유가공업자가 자율적으로 설정하도록 변경되었으며(시행일자: 2002. 7. 1.), 이 경우에 있어 앞으로 과학적이고 합리적 근거에 의하여 적정하게 유통기간을 설정하는 것이 요구되고 있는 실정이다.

일본에서 권장하고 있는 우유류의 유통기간 설정을 위한 보존시험은 제조조건이 동일한 롯데별 시료수를 5롯데 이상으로 하며, 1롯데당 보존시험에 적정한 수를 무작위로 채취하여 제품의 보관조건( $10 \pm 1^\circ\text{C}$ )에 보존하면서 예상되는 유통기한일수를 초과하지 않는 일정한 보존일(경과일)부터 시험을 실시한다. 시험은 각 롯데의 1시료에서도 세균수, 대장균군, 관능검사 등의 기준에 부적합이 나타날 때까지 실시한다. 유통기간의 설정은 시험에 제공한 롯데의 전부가 판정기준에 적합한 최종일 중 제조후의 보존일수가 가장 짧은 일수에 70%를 공급한 일수(소수점 이하는 버림)의 범위를 기준으로 제품의 편차 등도 고려하여 제조자가 품질유지가 가능하다고 정하는 기간으로 한다. 유통기간 설정 후 적정성의 확인보존시험은 1년에 4회이상(분기별), 1회당 1롯데 이상에 대하여 보존시험을 실시하여 설정한 유통기간의 적정성을 확인해야 한다.

최근 세계적으로 유업체 뿐만아니라 식품산업 전반에 걸쳐 식품을 위생적으로 생산·관리하기 위한 체계적이고 과학적인 접근방법인 HACCP제도를 도입하여 위해의 발생을 미연에 방지하는데 노력하고 있다. 그러나 이러한 식품산업의 위생관리 발전에 따른 우유의 저장기간 및 보관방법별 이화학적 및 미생물학적 품질변화에 대한 다양한 분석자료는 아직 미흡한 실정이다.

따라서 이 시험에서는 축산식품의 안전성에 대한 소비자의 신뢰확보를 위하여 국내 우유 생산업체 5개사에 대한 UHT, LTLT 및 HTST처리 살균유 및 UHT 멸균유에 대하여 처리온도와 원유의 성분규격을 조사하고, 또한 장기간 보관동안 경시적으로 보관방법에 따른 관능적, 이화학적 및 미생물학적 품질변화 비교·분석을 통하여 시판우유의 보존성을 조사하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 공시시료

국내 우유 생산업체 중 UHT처리 우유를 생산하는 3개사(A, B 및 C) 및 LTLT 1개사(D) 및 HTST 1개사(E)를 대상으로 살균우유 및 멸균우유(A 및 B사)와 시료채취 당일의 시유(whole market milk) 제조에 사용된 원유 6시료(멸균우유 제조 원유 1시료 포함)를 채취하였고, 시료를 냉장차로 운송하여 2000년 8월부터 2001년 2월까지 장기간 동안 보존성시험에 사용하였다. 우유시료는 각 업체별로 채취 당일 생산된 동일 롯데(lot) 제품을 채취하였고 또한 포장재(업체별 10시료)를 우유 충전전에 무균적으로 채취하여 시험에 사용하였다.

### 2. 보존방법 및 품질변화 조사

UHT, LTLT 및 HTST처리 우유 시료를 실험실내의 실온( $3 \sim 30^\circ\text{C}$ )에서 빛에 노출되는 장소와 암실 및 냉장( $10 \pm 1^\circ\text{C}$ ) 등 3개 group으로 나누어 각각 보관하고, UHT처리 우유는 180일 동안, LTLT 및 HTST처리우유는 30일 동안 경시적으로 관능적, 미생물학적 및 이화학적 검사를 실시하였다.

UHT처리 살균유는 보관방법별로 시료채취당일부터 1일, 3일, 5일, 7일, 10일, 15일, 20일, 30일, 45일, 60일, 90일, 120일, 150일, 180일까지 유업체별 10시료 씩 총 15회 검사를 실시하였고, UHT 멸균유(B사)는 보관방법별로 시료채취당일부터 30일, 45일, 60일, 90일, 120일, 150일, 180일까지 5시료 씩 총 8회 검사를 실시하였다. 추가적으로 A사 멸균유에 대하여 빛에 노출된 실온 조건에서 30일, 60일, 90일, 120일 보관 후 각 5시료 씩 총 4회 검사를 실시하였고 B사의 UHT처리 살균유는 실온 상태의 암소에서 20일, 30일, 45일, 60일, 90일까지 보관 후 각 10시료 씩 총 5회 검사를 추가적으로 실시하였다. 한편, LTLT 및 HTST처리 살균우유는 유업체별로 시료채취당일, 1일, 3일, 5일, 7일, 10일, 15일, 20일, 30일째에 살균방법별로 매회 5시료 씩 총 9회 검사를 실시하였다.

### 3. 관능검사

관능검사는 검사요원 3명이 색깔, 맛, 냄새 및 커드 형성 유무에 대해 성상검사 채점기준에 따라 1~5점으로 채점하였으며, 각 우유 시료는 채점한 결과가 평균 3점 이상이고 색깔, 맛, 냄새 등 각 항목별로 3점 미만이 없으며 커드가 전혀 형성되지 않은 것을 적합으로 판정하였다.

### 4. 미생물학적 검사

미생물학적 검사는 “축산물의 가공기준 및 성분규격”의 방법에 준하여 시험하였으며, 일반세균수는 표준평판 배양법(Aerobic Plate Count)으로 실시하였고 각 시료의 심진희석액을 표준한천평판배지(Standard plate count agar, DIFCO)에 접종하여 30℃에서 약 72시간 배양시킨 후  $\text{m}\ell$ 당 세균수를 산출하였다. 대장균군은 3개 시험관을 이용한 최확수(MPN : most probable number)법으로 검사하였으며, 또한 가온보존시험은 시료를 37℃에서 14일간 보존하여 포장이 팽창 또는 새는 것은 양성으로 판정하였고, 가온보존시험에서 음성인 경우에는 다시 일반세균수 검사를 실시하여 세균이 검출될 경우 세균발육시험 양성으로 판정하였다. 한편 우유의 포장재에 대한 미생물 검사는 포장재 내벽 표면의 일정 면적(50 $\text{cm}^2$ )을 습한 면봉으로 충분히 문질러 희석액(10 $\text{m}\ell$ )에 넣고 진탕한 후, 현탁액에 대한 세균수를 측정하였다.

### 5. 이화학적 검사

이화학적 검사는 “축산물의 가공기준 및 성분규격”의 방법에 따라 비중, 산도 등을 시험하였으며, 비중검사는 우유시료를 잘 섞어 실린더에 넣고 부평비중계로 측정하였으며, 우유의 온도가 15℃이외일 경우에는 우유비중보정표에 따라 보정하였다. 또한 산도검사는 우유시료 10 $\text{m}\ell$ 에 물 10 $\text{m}\ell$ 를 가하고 페놀프탈레인 시액(Merck) 0.5 $\text{m}\ell$ 를 가하여 0.1N NaOH용액으로 30초간 홍색이 지속할 때까지 적정하여 적정산도를 산출하였다.

### 6. 우유 성분 검사

원유 및 우유의 유지방, 유단백, 유당 및 무지유고형분 검사는 Milkoscan/4000 series(FOSS electric co. Denmark)를 이용하여 측정하였다. 검사기기의 정확한 결과를 얻기 위하여, 유지방은 Gerber법, 유단백은 Kjeldahl법, 유당은 HPLC법으로 보정하였다.

### 7. 잔류물질 검사

시료채취 당일의 원유 및 우유에 대하여 항생물질, 합성항균제, 보존료, 유효염소량 등 잔류물질 함유 여부를 조사하였다.

가. 항생물질 및 합성항균제

우리 나라 우유 중 잔류허용기준이 설정된 penicillin G, oxytetracycline 등 항생물질 2종, sulfadimethoxine, sulfadiazine, sulfathiazole, sulfamerazine, sulfamethazine, sulfachloropyridazine, sulfaquinoxaline 등 합성항균제 7종에 대하여 “식품공전”의 미생물학적 방법, Parallax processor(IDEXX사, USA)를 이용한 형광면역분석법 및 Charm II analyzer(Charm Science사, USA)를 이용한 미생물수용체법으로 시험하였다.

나. 보존료

sorbic acid, propionic acid, dehydroacetic acid, benzoic acid 등 4종의 보존료에 대한 검사는 “식품공전”의 방법에 따라 Column(HP FFAP 25m 0.2mm 0.33 $\mu$ m, HP Ultra-1 30m 0.2mm 0.33 $\mu$ m)을 이용, 가스크로마토그래피(HP 6890)법으로 실시하였다.

다. 유효염소량

유효염소량 분석법은 American Public Health Association의 요오드적정법에 따라 Potassium iodide(Sigma) solution(10%), Glacial acetic acid(Merck)등을 이용하여 실시하였다.

8. UHT 살균유의 실온보존에 따른 외관 및 관능 검사

UHT처리 살균유를 업체별로 100시료씩 총 300시료를 빛노출 조건의 실온(3-30 $^{\circ}$ C)에 보관하여 3개월째 업체별 각 50시료, 6개월째 업체별 각 50시료에 대해 포장의 외관에 대한 손상 여부를 확인한 후 개봉하여 우유에 대한 관능검사를 실시하고 적합한 시료에 한하여 일반세균수를 검사하여 세균 검출여부를 조사하였다.

III. 결과

국내 우유 생산업체 3개사에 대하여 UHT처리 온도와 시간 등을 조사한 결과는 Table 1과 같이 UHT살균유의 처리온도는 A사 130 $^{\circ}$ C에서 2~3초, B사 133 $^{\circ}$ C에서 2~3초 및 C사 135 $^{\circ}$ C에서 4초간이었고, UHT 멸균유 제조를 위한 처리온도는 A사 140 $^{\circ}$ C에서 2~3초, B사 145 $^{\circ}$ C에서 3~4초로서 유업체별로 처리온도와 시간은 다소 차이가 있

Table 1. Comparison of the heat treatment process and storage temperature of raw milk in milk plants

Items	UHT-pasteurized milk			UHT-sterilized milk		LTLT treated milk	HTST treated milk
	A	B	C	A	B		
Heat treatment process	plate heat exchanger	plate heat exchanger	plate heat exchanger	plate heat exchanger	plate heat exchanger	batch holding process	plate heat exchanger
Storage temperature of raw milk	5.2 $\pm$ 0.5 $^{\circ}$ C	5 $^{\circ}$ C	3 $^{\circ}$ C $\pm$ 1 $^{\circ}$ C	5.2 $^{\circ}$ C	5 $^{\circ}$ C	4 $^{\circ}$ C	5 $^{\circ}$ C
Pre-heated temperature of milk	90 $^{\circ}$ C	85 $^{\circ}$ C	72 $^{\circ}$ C	90 $^{\circ}$ C	85 $^{\circ}$ C	58.8 $^{\circ}$ C	75 $^{\circ}$ C
Heat treatment temperature of milk	130 $^{\circ}$ C, 2~3 sec	133 $^{\circ}$ C, 2~3sec	135 $^{\circ}$ C, 4sec	140 $^{\circ}$ C, 2~3sec	145 $^{\circ}$ C, 3~4sec	63 $^{\circ}$ C, 30 mins	75 $^{\circ}$ C, 15sec
Storage temperature of heat treated milk	5 $^{\circ}$ C	5.5 $^{\circ}$ C	3~4 $^{\circ}$ C	5 $^{\circ}$ C	5.5 $^{\circ}$ C	4 $^{\circ}$ C	5 $^{\circ}$ C

Table 2. Comparison of the component and quality of raw milk used in three milk plants

Test	UHT-pasteurized milk			UHT-sterilized milk	Standards
	A	B	C	B	
Bacterial count (CFU/ml)	$5.0 \times 10^4$	$5.4 \times 10^4$	$6.4 \times 10^4$	$7.5 \times 10^4$	Grade I : $< 1 \times 10^5$
Somatic cell count (SCC/ml)	$4.3 \times 10^5$	$4.6 \times 10^5$	$3.2 \times 10^5$	$4.4 \times 10^5$	Grade II : $2 \times 10^5 \sim 5 \times 10^5$
Acidity (%)	0.11	0.11	0.11	0.11	$\leq 0.18$
Specific gravity (15°C)	1.031	1.032	1.031	1.031	1.028~1.034
Milk solid non-fat (%)	8.56	8.43	8.47	8.56	$\geq 8.0$ (milk)
Milk fat (%)	3.89	3.88	3.91	3.81	$\geq 3.0$ (milk)
Milk protein (%)	3.13	3.10	3.11	3.11	
Lactose (%)	4.70	4.60	4.63	4.72	

었다. 또한 유업체별 원유 및 우유의 관리 온도는 약 5°C 전후로서 업체간 우유품질에 영향을 미칠 수 있는 온도차이는 없는 것으로 조사되었다. 한편 LTLT 살균유는 batch holding process 방식으로 63°C에서 30분간, HTST 살균유는 plate heat exchanger 방식으로 75°C에서 15초간 처리하여 제조하였다.

국내 3개 UHT처리우유 생산업체별 시험 대상 우유의 생산에 사용된 저장탱크의 원유를 채취하여 세균수검사, 체세포수검사, 비중, 산도 등 이화학적 검사와 유지방, 무지유고형분 등 유성분을 검사한 결과는 Table 2와 같다. 원유의 세균수는 약  $5.0 \times 10^4 \sim 7.5 \times 10^4$  으로써 모두 1등급이었고, 체세포수는 약  $3.2 \sim 4.6 \times 10^5$  으로 2등급 수준이었다. 원유의 산도는 0.11%, 비중은 1.031 ~ 1.032이었으며, 유지방은 3.81~3.91%, 무지유고형분 8.43~8.56%, 유단백 3.10~3.13%, 유당 4.60~4.72%으로 모두 성분규격상 기준치 이내였으며 원유의 질은 양호하였다.

유업체별 각 원유 1시료 및 시판우유 5시료에 대하여 Sorbic acid, Propionic acid, Dehydroacetic acid, Benzoic acid 등 보존료 4종, Penicillin G, Oxytetracycline 항생물질 등 2종, Sulfadimethoxine, Sulfadiazine, Sulfathiazole,

Table 3. Residues in raw milk and whole market milk

Milk	Plant	No. of tested milk (raw milk)	Residues			
			Preservatives (n=4) <sup>1)</sup>	Antibiotics (n=2) <sup>2)</sup>	Sulfonamides (n=7) <sup>3)</sup>	Chlorine (Available)
UHT pasteurized milk	A	6(1)	-	-	-	-
	B	6(1)	-	-	-	-
	C	6(1)	-	-	-	-
UHT sterilized milk	B	6(1)	-	-	-	-
LTLT treated milk	D	6(1)	-	-	-	-
HTST treated milk	E	6(1)	-	-	-	-

\* <sup>1)</sup> Preservatives : Sorbic acid, Propionic acid, Dehydroacetic acid, Benzoic acid

<sup>2)</sup> Antibiotics (standards): Penicillin G ( $\leq 0.004$ ppm), Oxytetracycline ( $\leq 0.1$ ppm)

<sup>3)</sup> Sulfonamides (standards ;  $\leq 0.01$ ppm, each) : Sulfadimethoxine, Sulfadiazine, Sulfathiazole, Sulfamerazine, Sulfamethazine, Sulfachloropyridazine, Sulfaquinoxaline

Sulfamerazine, Sulfamethazine, Sulfachloropyridazine, Sulfaquinolaxine 등 합성항균제 7종과 유효염소량 등 잔류물질 검사를 한 결과는 Table 3에서와 같이 모든 시료에서 미생물의 증식을 억제시킬 수 있는 잔류물질은 검출되지 않았다.

시판우유에 사용하고 있는 포장재에 대하여 세균 오염여부를 조사하기 위하여 우유 생산업체별로 포장재 각 10 개씩을 무작위로 채취하여 포장재의 내부 표면에 대한 일반세균수를 검사한 결과 Table 4와 같이 멸균 포장재 (Tetra pack) 뿐만 아니라 살균우유의 포장재(Polyethylene 및 Carton pack)에서도 모두 세균수 음성으로 나타났다.

UHT처리 살균우유와 멸균우유에 대하여 대장균군 검사 및 세균발육시험(37℃에서 14일 동안 보존 후 일반세균 수 검사)을 실시한 결과는 Table 5와 같다. UHT처리 살균우유의 경우 A업체는 10시료 모두 세균발육 양상으로 나타났으나 B업체는 10시료 중 1시료(10%), C업체는 10시료 중 2시료(20%)가 세균발육 음성으로 나타났으며, B업체의 멸균우유는 8시료 모두 세균발육시험 음성이었다. 또한 이들 UHT처리 우유에 대한 대장균군 검사에서 모두 음성으로 나타났다.

국내 3개 우유 생산업체의 UHT처리 살균우유(업체별 각 100시료)에 대한 실온(빛노출)에서 3개월 및 6개월 동안 보존성시험을 실시한 결과는 Table 6과 같다. 실온(3~30℃)에서 3개월 동안 보관한 유업체별 50시료 중 A업체는 외관 및 관능적으로 모두 부적합이었으나 B 및 C업체는 각 10시료(20%) 및 9시료(18%)가 관능적으로 정상인 품질을 유지하였고, 이들 시료에 대한 세균검사결과 B업체는 9시료(18%) 및 C업체는 8시료(16%)가 세균수 음성이었다. 또한 실온보관 후 6개월째 검사에서는 업체별 50시료 중 A업체는 모두 부적합이었으며, B업체는 9시료(18%) 및 C업체는 6시료(12%)가 관능검사에서 적합으로 나타났고 세균수 검사에서도 음성이었다.

3개 유업체의 UHT처리 살균우유에 대한 180일 동안 저장기간별 보관방법에 따른 색, 맛, 냄새 등 관능적 검사를 실시한 결과는 Table 7과 같다. 실온보관(빛 노출 및 암소)에 따른 관능검사 결과 A업체는 보관 3일 이후부터 부

Table 4. Bacteriological test of the packs used in whole market milk

Milk	Package	Milk plant	Detection of bacteria in pack	
			No. of tested	No. of positive
UHT-pasteurized milk	Carton	A	10	0
		B	10	0
		C	10	0
UHT-sterilized milk	Tetra	B	10	0
LTLT-treated milk	Polyethylene	D	10	0
HTST-treated milk	Polyethylene	E	10	0

Table 5. Bacteriological test of the UHT treated milk obtained from three milk plants

Milk	plant	Bacterial count <sup>1)</sup>		Coliforms	
		No. of tested	No. of negative(%)	No. of tested	No. of positive(%)
UHT-pasteurized milk	A	10	0(0)	5	0(0)
	B	10	1(10)	5	0(0)
	C	10	2(20)	5	0(0)
UHT-sterilized milk	B	8	8(100)	5	0(0)

<sup>1)</sup> The count of bacteria of sterilized milk should be zero when stored at 37℃ for 14 days.

Table 6. Keeping quality of UHT pasteurized milk stored at light exposure and room temperature<sup>1)</sup> for 3 and 6 months

Storage period	Plant	No. of tested	No. of accepted milk in sensory test	No. of negative in bacterial count
3 months	A	50	0(0%)	-
	B	50	10(20%)	9(18%)
	C	50	9(18%)	8(16%)
6 months	A	50	0(0%)	-
	B	50	9(18%)	9(18%)
	C	50	6(12%)	6(12%)
Total		300	34(11.3%)	32(10.7%)

<sup>1)</sup> Changes of room temperature : 3℃ - 30℃

Table 7. Sensory changes of the UHT pasteurized milk stored at room and refrigerator(10℃) for 180 days

Milk plants	Storage	No. of tested (per day)	Mean values of sensory score during storage periods (No. of unaccepted milk <sup>1)</sup> )														
			0 <sup>2)</sup>	1	3	5	7	10	15	20	30	45	60	90	120	150	180
A	Room temperature <sup>3)</sup>	20	NT <sup>4)</sup>	5.0 (0)	4.1 (2)	3.5 (6)	3.0 (13)	3.0 (18)	2.1 (20)	2.0 (20)	1.7 (20)	1.4 (20)	1.4 (20)	1.2 (20)	1.4 (20)	1.4 (20)	1.2 (20)
	Refrigerated	10	5.0 (0)	5.0 (0)	5.0 (0)	4.9 (0)	4.9 (0)	4.9 (0)	4.8 (0)	4.7 (1)	4.3 (3)	4.3 (2)	4.3 (2)	1.5 (10)	2.5 (8)	2.3 (10)	1.7 (9)
B	Room temperature	20	NT	5.0 (0)	4.9 (0)	4.8 (1)	4.5 (5)	4.5 (4)	4.1 (8)	4.1 (6)	3.6 (12)	3.0 (10)	2.3 (17)	2.4 (13)	3.2 (11)	2.0 (15)	1.4 (19)
	Refrigerated	10	5.0 (0)	5.0 (0)	4.0 (0)	4.9 (0)	4.9 (0)	5.0 (0)	4.9 (0)	4.8 (0)	4.6 (0)	4.5 (1)	4.0 (4)	4.2 (2)	4.3 (2)	4.2 (2)	4.1 (3)
C	Room temperature	20	NT	5.0 (0)	4.9 (0)	4.8 (1)	4.5 (2)	4.5 (6)	4.0 (10)	3.5 (8)	2.5 (16)	2.7 (18)	2.2 (18)	2.0 (18)	1.9 (18)	1.7 (17)	1.6 (19)
	Refrigerated	10	5.0 (0)	5.0 (0)	4.9 (0)	4.9 (0)	4.9 (0)	4.9 (0)	4.9 (0)	4.8 (0)	4.6 (0)	4.5 (0)	4.5 (1)	4.3 (4)	3.7 (5)	4.3 (2)	3.5 (3)

<sup>1)</sup> Unacceptable criteria : the mean value or each score is less than 3, and curd formation.

The score was estimated 1 to 5 by color, taste, off-flavour

<sup>2)</sup> Storage periods(day)

<sup>3)</sup> Changes of room temperature : 3℃ - 30℃

<sup>4)</sup> NT : not tested

적합이 나타나기 시작하여 15일 이후에는 모두 부적합으로 나타난 반면에 B 및 C업체는 보관 5일 이후부터 부적합이 나타나기 시작하여 저장 3~6개월까지도 일부 우유(약 10-30%)에서는 관능적으로 정상품질을 유지하고 있었다. 한편 냉장(10±1℃)보관에 따른 관능적 품질변화를 조사한 결과 3개 유업체 모두 저장 15일까지 정상적인 품질을 유지하였으나, A 유업체는 3개월이후 대부분 부적합을 나타낸 반면 B 및 C 유업체는 저장 6개월까지도 약 70%가 정상 품질을 유지하고 있었다.

UHT처리 살균우유에 대한 6개월 동안 저장기간별 보관방법에 따른 세균수 변화 조사결과 Table 8과 같이 실온(빛노출 및 압소) 보관에서 A 유업체는 저장 3일 이후부터 대부분이 세균수 기준치(2×10<sup>4</sup> CFU/ml이하)을 초과하



Table 8. Changes of bacterial count in UHT pasteurized milk stored at room and refrigerator(10℃) for 180 days

Milk plants	Storage	No. of tested (per day)	No. of unaccepted milk by bacterial criteria( > 2×10 <sup>4</sup> /ml )														
			0	1	3	5	7	10	15	20	30	45	60	90	120	150	180
A	Room temperature <sup>1)</sup>	20	NT <sup>2)</sup>	1	18	20	20	20	19	20	20	19	20	20	20	18	
	Refrigerated	10	0	0	0	0	0	0	2	3	4	5	7	9	7	10	9
B	Room temperature	20	NT	0	3	9	13	6	8	13	11	8	15	11	13	15	15
	refrigerated	10	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	3	2	3	3	3
C	Room temperature	20	NT	0	5	4	11	9	8	8	11	11	16	15	16	16	14
	Refrigerated	10	0	0	0	0	1	1	1	1	0	2	2	3	3	2	3

<sup>1)</sup> Changes of room temperature : 3℃ - 30℃

<sup>2)</sup> NT : not tested

여 부적합으로 나타났으나, B유업체는 저장 180일에도 20시료 중 5시료, C유업체는 20시료중 6시료가 세균수 기준치이내 였다.

또한 냉장(10±1℃) 보관시에는 저장 5일까지는 모두 세균수 기준치 이내였으나 A유업체는 저장 15일부터, B유업체는 10일, C유업체는 저장 7일부터 세균수 기준치를 초과하기 시작하였으며, 저장 180일에는 A유업체는 1시료(10%), B 및 C유업체는 각각 7시료(70%)가 세균수 기준치 이하로 나타났다.

UHT처리 살균우유에 대하여 6개월 동안 저장기간별 보관방법에 따른 산도변화를 조사한 결과 Table 9와 같이 실온보관에서 A유업체는 저장 3일 이후부터 기준치 0.18%를 초과하기 시작하여 저장 15일 이후부터 대부분이 부

Table 9. Changes of the acidity in the UHT pasteurized milk stored at room and refrigerator(10℃) for 180 days

Milk plants	Storage	No. of tested (per day)	No. of unaccepted milk by acidity <sup>1)</sup>														
			0	1	3	5	7	10	15	20	30	45	60	90	120	150	180
A	room temperature <sup>2)</sup>	20	NT <sup>3)</sup>	0	3	3	11	16	20	19	19	20	20	19	20	20	20
	refrigerated	10	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	0	3	7	10	10
B	room temperature	20	NT	0	1	1	3	5	10	8	9	8	14	13	15	14	18
	refrigerated	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	2	0	3	2
C	room temperature	20	NT	0	0	1	7	1	7	8	14	13	16	15	17	17	19
	refrigerated	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	5	2	3

<sup>1)</sup> Unacceptable criteria of acidity : > 0.18%

<sup>2)</sup> Changes of room temperature : 3℃ - 30℃

<sup>3)</sup> NT : not tested

Table 10. Changes of the sensory, chemical and microbiological quality of the UHT pasteurized milk by storage conditions

Storage plants	No. of tested	No. of unaccepted sample by milk quality during storage periods <sup>1)</sup>																
		0	1	3	5	7	10	15	20	30	45	60	90	120	150	180		
Room temperature <sup>2)</sup> (light exposure)	A	10		0	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10		
	B	10	NT <sup>3)</sup>	0	2	3	6	4	3	5	5	5	7	4	8	5	9	
	C	10		0	3	3	6	6	3	3	6	7	9	8	8	7	9	
	sub total	30	-	0	15	16	22	20	16	18	21	22	26	22	26	22	28 (93.3%)	
Room temperature (dark)	A	10		1	8	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10		
	B	10	NT	0	1	6	7	4	8	8	8	6	10	10	10	10	10	
	C	10		0	2	2	5	4	8	8	10	10	10	10	10	10	10	
	sub total	30	-	1	11	18	22	18	26	26	28	26	30	30	30	30	30 (100%)	
Refrigerated (10°C)	A	10		0	0	0	0	0	2	3	7	7	7	10	10	10	10	
	B	10		0	0	0	0	1	0	0	0	3	4	4	3	3	3	
	C	10		0	0	0	0	1	1	1	1	0	2	2	4	6	2	3
	sub total	30		0	0	0	0	1	2	3	4	7	12	13	18	19	15	16 (53.3%)
Total	90		0	1	26	34	45	40	45	48	56	60	69	70	75	67	74 (82.2%)	

<sup>1)</sup> Unacceptable criteria : default of one or more parameters in sensory(color, taste, off-flavour score and curd formation), bacterial count( $\leq 2 \times 10^4$ /ml), specific gravity(1.028 ~ 1.034), or acidity( $\leq 0.18\%$ ) test

<sup>2)</sup> Changes of room temperature(light exposure and dark) : 3°C - 30°C

<sup>3)</sup> NT : not tested

<sup>4)</sup> Retrial test for keeping quality of UHT pasteurized milk stored at room temperature in dark condition.

적합으로 나타났으나, B 및 C 유업체는 상대적으로 부적합 비율이 낮게 나타났다. 또한 냉장(10±1°C)보관시 저장 20일까지는 모두 기준치 이내였으나 저장 30일이후부터는 부적합이 서서히 증가하기 시작하였다. 한편, 저장기간에 따른 비중 및 pH등의 변화는 세균수 및 산도의 변화에 비해 상대적으로 적게 나타났다.

UHT처리 살균우유를 실온(3~30°C)에서 빛에 노출되는 장소와 빛이 없는 암실 그리고 냉장(10±1°C)보관에서 제조당일부터 6개월 동안 경시적으로 관능적, 미생물학적 및 이화학적 검사를 실시한 결과는 Table 10과 같다. 실온(빛노출) 보관에서 A 유업체는 저장 3일 이후부터 모두 성분규격·기준상 부적합으로 나타났으나, B 및 C업체는 저장 6개월까지도 일부 우유(약 10%)에서는 적합으로 나타났다. 또한 냉장(10±1°C) 보관에서 A 유업체는 저장 90일 이후부터는 모두 부적합으로 나타났으나, B 및 C 유업체는 저장 6개월까지도 약 70%가 정상 품질을 유지하고 있었다.

한편, 이 실험에서 암실보관이 빛노출 보관 보다 부패가 빨리 나타난 이유를 알아보기 위하여 UHT처리 살균우유의 포장표면에 존재하는 습기를 제거한 후 시료를 서로 분리하여 암소에서 재시험한 결과로는 저장 30일에는 10시료중 7시료(70%), 60일에는 10시료(100%), 90일에는 4시료(40%)가 적합한 것으로 나타났다.

UHT살균우유를 180일 동안 실온보관에 따른 관능적 검사에서 정상 상태가 유지된 우유에 대하여 우유성분을 조사한 결과 유지방, 무지유고형분, 유단백, 유당 등의 조성은 저장기간별로 큰 변화는 일어나지 않은 것으로 나타났다(Table 11).

UHT 처리 멸균유에 대한 180일 동안 실온(빛 노출 및 암소)과 냉장보관에 따른 관능적, 이화학적, 미생물학적 품질변화를 조사한 결과는 Table 12에서와 같이 B사의 멸균유는 저장 180일까지 성분규격·기준상 적합하였으나 저장 60일째 세균수 기준치( $2 \times 10^4$  CFU/ml 이하)를 초과하는 시료가 1에 있었다. 또한 A사 멸균유에서도 보관 120일까지 정상품질을 유지하였다.

LTLT 및 HTST 살균유의 생산에 사용된 원유에 대하여 세균수검사, 비중, 산도 등 이화학적 검사와 유지방, 무지유고형분 등 유성분검사를 실시한 결과는 Table 13과 같이 원유중의 세균수는 약  $1.3 \times 10^5 \sim 4.0 \times 10^5$  이었고, 산도는 0.11~0.12%, 비중은 1.032 ~ 1.033 이었으며, 유지방은 3.95~4.14%, 무지유고형분 8.44~8.61%, 유단백 3.15~3.25%, 유당 4.56~4.63%이었다.

LTLT 및 HTST 살균유의 냉장 및 실온(빛 노출 및 암소)보관에서 저장기간 30일동안 색깔, 냄새, 맛 및 커드형성 등의 관능검사 결과는 Table 14와 같다. 실온(12℃ ~ 30℃) 보존에서 LTLT 및 HTST 살균유는 저장 3일째 부터 모두 부적합한 것으로 나타났으나, 냉장(10±1℃) 보관시에 저장 20일부터 부적합이 나타나기 시작하였다. 또 실온 보관의 빛 노출과 암소간의 보존성 차이는 없는 것으로 나타났다.

LTLT 및 HTST 살균유의 냉장 및 실온에서 저장기간 30일 동안 세균수의 변화를 조사한 결과는 Table 15와 같다. 생산 당일의 세균수는 LTLT살균유  $3.96 \times 10^3$  CFU/ml 및 HTST살균유  $1.46 \times 10^1$  CFU/ml로 나타났으며 실온

Table 11. Changes of the components in the UHT pasteurized milk stored at room temperature for 180 days

Milk components	Changes of the component(%) in the milk during storage <sup>1)</sup>														
	0	1	3	5	7	10	15	20	30	45	60	90	120	150	180
Fat	3.94	3.93	3.94	3.93	3.92	3.91	3.93	3.94	3.93	4.01	4.03	4.21	4.06	4.11	3.86
Solid non-fat	8.41	8.42	8.41	8.44	8.43	8.43	8.47	8.47	8.51	8.52	8.55	8.52	8.60	8.72	8.87
Protein	3.09	3.09	3.09	3.11	3.11	3.11	3.11	3.13	3.15	3.18	3.13	3.16	3.16	3.19	3.28
Lactose	4.59	4.60	4.59	4.60	4.59	4.59	4.63	4.61	4.62	4.62	4.69	4.63	4.71	4.80	4.87

<sup>1)</sup> The accepted milk in sensory, chemical, microbiological tests was only tested.

Table 12. Changes of the sensory, chemical and microbiological quality by storage conditions in UHT sterilized milk for 180 days

Storage	Plants	No. of tested (per day)	Changes of milk quality by days of storage (No. of unaccepted milk <sup>1)</sup> )								
			0	30	45	60	90	120	150	180	
Room temperature <sup>2)</sup> (light exposure)	A	5	NT <sup>3)</sup>	0	NT	0	0	0	NT	NT	
	B	5	0	0	0	1 <sup>4)</sup>	0	0	0	0	
Room temperature (dark)	B	5	NT	0	0	0	0	0	0	0	
Refrigerated (10℃)	B	5	NT	0	0	0	0	0	0	0	

<sup>1)</sup> Unacceptable criteria : default of one or more parameters in sensory(color, taste, off-flavour score and curd formation  $\geq 3$ ), bacterial count( $\leq 2 \times 10^4$ /ml), specific gravity(1.028 ~ 1.034), or acidity( $\leq 0.18\%$ ) test

<sup>2)</sup> Changes of room temperature(light exposure and dark) : 3℃ - 30℃

<sup>3)</sup> NT : not tested,

<sup>4)</sup> Bacteria count :  $5.8 \times 10^5$  CFU/ml

Table 13. Comparison of the component and quality of raw milk used in two milk plants

Items	Components and quality of raw milk		Standards
	LTLT	HTST	
Bacterial count(cfu/ml)	1.3×10 <sup>5</sup>	4.0×10 <sup>5</sup>	Grade IV : > 5×10 <sup>5</sup>
Acidity(%)	0.12	0.11	≤0.18
Specific gravity(15℃)	1.032	1.033	1.028~1.034
Milk solid non-fat(%)	8.61	8.44	≥8.0 in milk
Milk fat(%)	4.14	3.95	≥3.0 in milk
Milk protein(%)	3.25	3.15	
Lactose(%)	4.63	4.56	

Table 14. Sensory changes of the LTLT and HTST pasteurized milk by storage conditions for 30 days

Storage condition	Heat treatment	No. of tested (per day)	Mean values of sensory score of the milk during storage period (No. of unaccepted milk <sup>1)</sup> )								
			0	1	3	5	7	10	15	20	30
Room temperature (light exposure) <sup>2)</sup>	LTLT	5	NT <sup>3)</sup>	5.0 (0)	4.3 (5)	2.8 (5)	2.0 (5)	1.6 (5)	1.8 (5)	1.5 (5)	1.8 (5)
	HTST	5		5.0 (0)	3.8 (5)	2.8 (5)	2.0 (5)	1.5 (5)	1.5 (5)	1.5 (5)	1.5 (5)
Room temperature (dark)	LTLT	5	NT	5.0 (0)	2.6 (5)	2.5 (5)	1.6 (5)	1.7 (5)	1.5 (5)	1.4 (5)	1.3 (5)
	HTST	5		5.0 (0)	2.4 (5)	2.3 (5)	1.8 (5)	1.4 (5)	1.3 (5)	1.3 (5)	1.3 (5)
Refrigerated (10℃)	LTLT	5	5.0 (0)	5.0 (0)	4.9 (0)	4.5 (0)	4.5 (0)	4.5 (0)	4.4 (0)	4.2 (1)	2.9 (4)
	HTST	5	5.0 (0)	5.0 (0)	4.9 (0)	4.8 (0)	4.6 (0)	4.6 (0)	4.2 (0)	3.8 (1)	4.0 (1)

<sup>1)</sup> Unacceptable criteria : the mean value or each score is less than 3, and curd formation. The score was estimated 1 to 5 by color, taste, off-flavour.

<sup>2)</sup> Changes of room temperature(light exposure and dark) : 12℃ - 30℃

<sup>3)</sup> NT : not tested

(12℃ - 30℃) 보존 시 LTLT 및 HTST 살균유 모두 저장 1일 이후부터 급격히 증가하여 저장 3일째에는 약 107 CFU/ml 수준이었다. 냉장(10℃) 보관시에는 세균수가 서서히 증가하기 시작하여 저장 7일 동안에는 세균수 기준치(2 × 10<sup>4</sup>CFU/ml) 이하로 유지되었으나 저장 10일째 이후부터는 모두 기준치를 초과한 것으로 나타났다.

LTLT 및 HTST 살균유의 냉장 및 실온에서 저장기간 30일 동안 산도변화를 조사한 결과는 Table 16과 같다. 실온 보존 우유에서는 저장 3일째에 조사 대상 시료의 50%가 산도 기준치 0.18%를 초과하였고 5~7일 이후에는 모든 시료가 부적합으로 나타났으나, 냉장(10℃) 조건에서는 저장 15~20일까지 산도 기준치 이내로 유지하였다. 그러나 저장기간 30일 동안 비중의 변화는 거의 없었다.

LTLT 및 HTST 살균유의 냉장 및 실온보관에서 저장기간 30일 동안 우유성분의 변화를 조사한 결과는 Table 17에 서와 같이 유지방, 무지유고형분, 유단백, 유당 등 일반성분의 변화는 저장기간별로 큰 차이가 없는 것으로 나타났다.

Table 15. Changes of the bacterial counts in the pasteurized milk stored at room and refrigerator(10℃)

Heat treatment	Storage conditions	No. of tested (per day)	Mean values of bacterial counts(CFU/ml) during storage period(day)								
			0	1	3	5	7	10	15	20	30
LTLT	Room temperature <sup>1)</sup>	10	NT <sup>2)</sup>	1.19×10 <sup>3</sup>	1.08×10 <sup>7</sup>	1.54×10 <sup>8</sup>	2.58×10 <sup>8</sup>	3.57×10 <sup>8</sup>	3.93×10 <sup>8</sup>	5.23×10 <sup>7</sup>	1.13×10 <sup>8</sup>
	Refrigerated (10℃)	5	3.96×10 <sup>3</sup>	1.24×10 <sup>3</sup>	6.44×10 <sup>2</sup>	8.64×10 <sup>3</sup>	6.62×10 <sup>3</sup>	9.53×10 <sup>4</sup>	4.87×10 <sup>6</sup>	7.56×10 <sup>6</sup>	5.42×10 <sup>8</sup>
HTST	Room temperature	10	NT	4.32×10 <sup>3</sup>	1.06×10 <sup>7</sup>	2.86×10 <sup>7</sup>	5.39×10 <sup>7</sup>	4.84×10 <sup>7</sup>	3.04×10 <sup>8</sup>	4.14×10 <sup>8</sup>	7.56×10 <sup>8</sup>
	Refrigerated (10℃)	5	1.46×10 <sup>1</sup>	1.44×10 <sup>1</sup>	3.20×10 <sup>1</sup>	4.74×10 <sup>1</sup>	2.78×10 <sup>2</sup>	4.58×10 <sup>4</sup>	1.71×10 <sup>7</sup>	1.69×10 <sup>7</sup>	1.99×10 <sup>7</sup>

<sup>1)</sup> Changes of room temperature(light exposure and dark) : 12℃ – 30℃

<sup>2)</sup> NT : not tested

Table 16. Changes of acidity in the pasteurized milk stored at room and refrigerator(10℃)

Heat treatment	Storage	No. of tested (per day)	No. of unaccepted milk by acidity <sup>1)</sup>								
			0	1	3	5	7	10	15	20	30
LTLT	Room temperature <sup>2)</sup>	10	NT <sup>3)</sup>	0	5	8	10	10	10	10	10
	Refrigerated	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5
HTST	Room temperature	10	NT	0	5	10	10	10	10	10	10
	Refrigerated	5	0	0	0	0	0	0	0	5	4

<sup>1)</sup> Unacceptable criteria of acidity : > 0.18%

<sup>2)</sup> Changes of room temperature(light exposure and dark) : 12℃ – 30℃

<sup>3)</sup> NT : not tested

Table 17. Changes of components in pasteurized milk stored at room and refrigerator(10℃)

Heat treatment	Milk components	Changes of components in the milk during storage <sup>1)</sup> (day)									
		0	1	3	5	7	10	15	20	30	
LTLT	Fat	3.81	3.81	3.81	3.83	3.80	3.83	3.83	3.83	3.82	NT <sup>2)</sup>
	Solid non-fat	8.61	8.61	8.61	8.81	8.63	8.58	8.59	8.53	8.53	NT
	Protein	3.26	3.26	3.26	3.44	3.28	3.24	3.26	3.22	3.22	NT
	Lactose	4.62	4.62	4.62	4.64	4.61	4.60	4.61	4.57	4.57	NT
HTST	Fat	3.92	3.92	3.92	3.87	3.91	3.92	3.92	3.92	3.94	3.93
	Solid non-fat	8.40	8.40	8.40	8.60	8.38	8.40	8.38	8.39	8.39	8.42
	Protein	3.17	3.17	3.17	3.33	3.17	3.17	3.20	3.33	3.33	3.37
	Lactose	4.51	4.50	4.50	4.53	4.48	4.50	4.45	4.35	4.35	4.33

<sup>1)</sup> Hard formation of curd had the test impossible, so such samples were excluded.

<sup>2)</sup> NT : not tested

## IV. 고찰

우리나라의 유 및 유가공품에 대한 살균 또는 멸균법의 하나인 UHT 처리는 130~150℃에서 0.5~5초간으로 규정되어 있으며, Codex에서는 140℃에서 2.3초 처리와 동등한 방법에 부합하도록 135℃~150℃범위에서 처리토록 하고 있다. 일본은 우유 등의 살균방법에서 62℃~65℃에서 30분간 가열 살균하는 것과 동등이상의 살균효과를 가지는 방법에 대한 구체적인 절차와 방법으로 연속식 초고온살균장치로 120℃~150℃에서 1초이상 3초이내로 살균하는 UHT처리 방법을 정하고 있다. 유럽에서는 UHT우유는 135℃이상에서 1초이상 가열처리한 후 무균적으로 충전·포장하고, 멸균우유(sterilized milk)는 밀봉 포장 내에서 가열 및 멸균하며, UHT우유 및 멸균우유는 30℃에서 15일 또는 55℃에서 7일간 보존 동안에 변패되어서는 아니된다고 규정하고 있다.

이상에서와 같이 우유의 살균 및 멸균온도는 국가별로 다소 차이는 있으나 135℃~150℃범위의 UHT처리하는 멸균온도로서 처리 후 무균적 충전·포장공정 유무에 따라 멸균유 또는 살균유로 구분하고 있는 실정이다. 따라서 멸균온도로 처리하는 UHT살균유는 살균후 오염을 효과적으로 차단하여 무균 상태에서 제조할 경우 멸균유에서와 같이 장기간 보존이 가능할 것으로 예측되었다.

Gruetzmacher는 충전·포장시 미생물 오염의 주요 원인은 카톤 성형기, 우유 주입부 또는 충전실의 환경 유래의 미생물이며, 우유와 직접 접촉하는 모든 면을 chlorine을 이용한 적절한 세척 처리로 종이팩 살균(75℃, 18초)처리 우유의 유효기간(7℃)을 9일에서 20.4일로 연장할 수 있었고, chlorine대신에 peroxyacetic acid를 이용한 세척 시에는 33.9일로 연장할 수 있었다고 보고한 바 있다.

본 실험에서 유업체별 포장재에 대한 일반세균 검사 결과, 모두 음성으로 나타나 포장재에 의한 2차 세균오염은 없는 것으로 나타났으며, 각 유업체별 원유 및 시료 채취 당일 검사한 우유에 대한 세균수, 비중, 산도, 체세포수(원유)등 검사결과 기준치 이내였으며, 보존료(4종), 항생물질(2종), 합성항균제(7종), 유효요소량은 검사한 모든 시료에서 검출되지 않아 방부제 역할을 할 수 있는 잔류물질은 함유되지 않았음을 알 수 있었다.

유업체별 UHT살균유에 대해 37℃에서 14일간 보존하는 가온보존시험 결과 A유업체는 모두 양성이었으나 B유업체는 10시료 중 1시료(10%), C유업체는 2시료(20%)가 음성으로 나타나 UHT살균유 중 B 및 C유업체에서는 약 10%~20% 정도가 멸균유와 같은 무균적인 상태로 제조될 수 있음을 알 수 있었다.

Gunnar등은 PE(polyethylene coated) carton 팩(pack)으로 포장된 UHT처리 우유를 실온의 암소(dark)조건에 보관시 4-5개월동안 관능적 및 미화학적으로 정상이었으며, aluminum-foil 팩으로 포장된 UHT처리 우유는 최소 6개월 이상 보존이 가능하다고 하였다.

본 실험에서는 Carton pack(polyethylene coated)으로 포장된 UHT처리 살균유의 장기간(3개월 및 6개월) 실온(빛 노출) 보존에 따른 외관 및 관능검사 결과 총 300시료 중 32시료(10.7%)가 관능검사에 적합하면서 세균수 음성이 나타나 종이팩에 포장된 UHT 살균유의 경우에도 일부는 6개월 이상 장기 보존이 가능한 것으로 나타났다. UHT 살균유의 경우 업체별 및 동일 롯트(lot) 내에서도 개체별 보존성 차이가 크게 나타나는 것으로 보아 UHT처리 온도 및 시간과 살균후 충전 공정에서의 2차 오염 여부가 장기간 저장에 있어 부적합의 가장 큰 요인으로 생각되었다.

상기의 결과로 보아 UHT법으로 133~135℃에서 2~3초간 처리 후 2차적인 세균 오염이 없을 경우 무균적으로 생산이 가능하며, 동일 롯트(lot)내에서 무균적으로 생산된 일부 우유는 실온에서도 6개월 동안 보존이 가능한 것으로 사료된다.

우유는 냉장보존시에 7℃ 또는 그 이하에서 생육하는 저온세균의 증식으로 우유의 풍미변화를 가져오며, 이러한 균이 생산하는 protease나 lipase등의 내열성효소의 작용으로 우유의 풍미와 보존성에 큰 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. UHT처리 우유는 가열처리 과정에서 세균은 모두 사멸되었다 하더라도 일부 내열성이 강한 저온세균

효소가 잔존하여 우유의 gel화를 일으키거나, 단백질, 지방 등을 분해하여 제품의 품질저하를 초래할 수 있다. 또한 Wilson은 UHT 멸균유에 대한 보존성 실험에서 4℃저장의 경우 저장기간이 길어질수록 침전되는 큰 단백질 입자가 증가한다고 하였다. 한편 우유의 저장중의 카제인과 웨이단백질의 중합정도는 UHT처리에 의한 변화보다 더 크다는 보고도 있다.

3개 유업체의 polyethylene으로 coating된 carton pack 포장 UHT 살균유에 대해 저장조건에 따른 관능검사, 세균수, 비중, 산도 등 품질변화 검사결과 실온(빛 노출)보관에서 A유업체의 시료는 저장 3일째부터 모두 부적합이었으나 B유업체와 C유업체는 A유업체에 비해 부적합 시료가 적었고, 저장 180일까지도 각각 1시료(10%)가 성분규격상 적합하였다. 또한 냉장(10℃) 보관에 따른 6개월 동안 품질변화를 조사한 결과에서도 A유업체는 저장 90일째부터 모두 부적합으로 나타났으나, B 및 C유업체는 저장 6개월까지도 70%가 정상품질을 유지하였다. 이러한 업체간 품질 변화의 차이가 크게 나타난 것은 UHT처리 온도와 시간, 그리고 살균후 포장 · 충전시의 위생상태 등의 차이에 기인한 것으로 사료된다.

Gunnar등은 PE(polyethylene coated) carton 팩(pack)으로 포장된 UHT처리 우유를 실온의 암소(dark)에 보관시에는 관능적, 이화학적으로 유통기간(shelf life)이 4 - 5개월이었고, aluminum-foil 팩으로 포장된 UHT처리 우유는 최소 6개월 이상 보존이 가능하다고 하였다. 그러나 실온의 빛에 노출된 장소에 보관한 시험에서는 PE carton팩 우유는 2주부터 이취(off-flavour)가 나타나기 시작하였고, aluminum-foil팩 우유는 8주부터 이취가 나타나기 시작하였음을 보고한 바 있다. 이는 빛과 산화에 의해 이취가 촉진되었을 것으로 추정하였다.

하지만, 이 실험에서는 UHT처리 살균우유에 대한 실온에서의 암소와 빛 노출을 비교한 결과 암소에 보존한 UHT우유가 빛 노출에 보존한 우유에 비하여 보존 60일 이후부터 부적합 비율이 높았다. 이는 시험당일 채취한 냉장상태의 시료를 서로 밀착한 상태로 이중 포장하여 암소에 보관함으로써 우유 포장재의 외부 표면에 존재하고 있던 습기에 의해 포장재가 손상되어 부패가 촉진되었을 것으로 추정되었다. 따라서 우유 시료의 포장재 표면의 습기를 제거하고, 밀착시키지 않은 상태에서 보관한 재시험한 결과에서는 90일까지도 40%가 적합한 것으로 나타나 빛 노출과 암소보관에 따른 보존성에는 큰 차이가 없는 것으로 판단되었다.

우유의 미생물수가  $2 \times 10^6$ /ml 이상이면 관능검사에서 이상이 나타나는 것으로 알려져 있으며, 살균우유의 세균수 기준치는 일본(17)의 경우  $5 \times 10^4$ CFU/ml, 호주는  $5 \times 10^4 \sim 10^5$ CFU/ml이며, 한편 EU는 살균유(pasteurized milk)에서  $5 \times 10^4 \sim 5 \times 10^5$ CFU/ml로 규정하고 있다.

이 실험에서 세균수, 관능, 산도, 비중 등 성분 규격 중 부적합의 사유로서 세균수 기준치( $2 \times 10^4$ CFU/ml 이하)가 가장 민감하게 나타났으며, 다음으로 산도와 관능적 변화가 세균수 증가에 비례하여 부적합이 나타나기 시작하였으나 비중은 부적합의 척도로서 적절하지 않은 것으로 평가되었다. 특히 커드가 생기지 않는 시료에 대해 세균수 기준치에서 부적합인 경우에도 우유의 관능검사(색, 맛, 냄새)에서는 이상이 없는 경우가 전체적으로 9.1%나 되었고, 또한 냉장(10℃)보관에서 7일~30일동안 세균수 기준치 초과로 부적합으로 나타난 14시료중 10시료는 관능적 및 이화학적 검사에서 정상으로 나타나 우리나라에서 현재 규정하고 있는 세균수 기준치( $2 \times 10^4$ CFU/ml 이하)를 외국에서와 같이  $5 \times 10^4 \sim 5 \times 10^5$ CFU/ml으로 개정하는 방안에 대해 재평가되어야 할 것으로 사료된다.

한편 채취 당일 실시한 우유의 성분 검사에서는 유지방 3.94%, 유단백 3.09%, 유당 4.59%로 우리나라 우유 조성의 범위 이내였다. 저장기간 별 유성분 검사는 시료수가 한정되어 있어 정확한 분석을 하기에 어려움이 많았으나, 6개월 동안 보존에 따른 관능적, 이화학적, 미생물학적 검사 결과 정상 상태가 유지된 우유의 경우, 유지방, 무지유 고형분, 유단백, 유당 등의 일반성분은 정상우유의 성분과 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 다만, 60일 이후 성분 검사 결과치가 완만하게 증가한 것은 수분 증발로 인한 상대적 증가인 것으로 판단된다.

김 등은 UHT처리 살균유에 대한 5℃ 저장중의 저온세균수 조사에서 10일째 108/ml로 증가하였고, 25℃에서는 2일째에 1010CFU/ml로 증식하였다고 보고하였으며, 또한 김 등은 냉장보존 5일째까지는 법적기준치인  $2 \times$

$10^4$ /ml 이하였으나 6일째에는  $8 \times 10^4$ /ml로 증가하였다고 보고한 바 있다.

이에 비하여 본 실험에서는 UHT처리 살균유의 보존성이 다소 양호하게 나타난 것은 우리나라에서도 HACCP의 도입 등으로 인해 전반적인 우유 품질 향상에 기인한 것으로 사료되며, 이러한 보존성 및 품질 향상은 유통기간 자율화에 대비할 수 있을 것으로 판단된다. 그러나 아직도 우유시료 개체별로 품질 변화의 차이가 크고 냉장보관시에도 업체별에 따라서는 7일, 10일 또는 15일째부터 세균수 부적합 시료가 일부 나타나는 것으로 보아 유통기간 자율화에 앞서 철저한 위생관리가 필요한 것으로 생각된다.

우유는 세균 증식에 있어 중요한 수분, 단백질, 탄수화물, 비타민, 무기질 등을 함유하고 있어 미생물이 성장할 수 있는 이상적인 조건을 가지고 있기 때문에 원유에 존재하는 병원균 및 부패균을 사멸시켜 제품의 저장성을 향상시키고 우유를 변질시킬 수 있는 효소를 파괴하기 위해 살균공정을 실시하고 있다. 이러한 가열 살균과정에서 우유의 이화화학적 변화와 영양성분의 손실을 가져 올 수 있다. 우리나라에서는 과거 저온장시간 살균법(LTLT: Low Temperature Long Time)이나 고온단시간살균법(HTST; High Temperature Short Time)에서 점차 초고온순간처리법(UHT; Ultra high temperature)으로 바뀌기 시작하여 1980년대 부터는 거의 대부분이 유통과정상 보존성이 좋은 UHT처리법을 주로 이용하고 있으나 우유의 열처리 조건이 우유의 품질 즉, 성분 및 영양에 미치는 영향에 대하여 논쟁이 분분하여 왔다.

HTST 살균법은 우유를 연속적으로 열 교환기를 통과시킴으로써  $72 \sim 75^\circ\text{C}$ 에서 15~20초간 단시간에 가열시키는 방법으로 우유를 연속적으로 살균 처리할 수 있으며, 다른 살균방법인 LTLT법은 holding pasteurization이라 하며, 일반적으로 batch식의 살균장치를 사용하여 중간에 열수 또는 증기를 통하는 것에 의하여 우유를  $63 \sim 65^\circ\text{C}$ 에서 30분간 가열 살균하는 방법이다. 이들 LTLT 및 HTST법의 살균율은 약 99%이상 인 것으로 알려져 있다.

우유로부터 사람에게 전염될 수 있는 인수공통전염병균을 완전히 사멸시키고 대부분의 부패성 미생물을 사멸시키면서 UHT법에 비해 우유 본래의 풍미를 살리고 영양 파괴가 적은 LTLT 및 HTST살균법을 이용한 제품이 국내에도 시판되고 있으나 이에 대한 저장기간 및 보관방법에 따른 관능적, 이화학적 및 미생물학적 품질 변화에 관한 연구는 미흡한 실정이다.

우리나라의 “축산물의 가공기준 및 성분규격”에서 정하고 있는 우유에 대한 살균법으로서 LTLT 및 HTST는 각각  $63 \sim 62^\circ\text{C}$ 에서 30분간,  $72 \sim 75^\circ\text{C}$ 에서 15초 내지 20초간 처리하는 것이다. Codex는 우유의 최소 살균(Pasteurization) 조건을  $72^\circ\text{C}$ 에서 15초(continuous flow pasteurization) 또는  $63^\circ\text{C}$ 에서 30분(batch pasteurization)과 동등한 살균효과를 가지는 방법 적용을 권장하고 있고, 다만, 크림의 살균 최소 조건은  $75^\circ\text{C}$ 에서 15초(10-20% 유지방),  $80^\circ\text{C}$ 에서 15초(20%이상 유지방), 그리고  $65^\circ\text{C}$ 에서 30분(batch)을 권장하고 있다. 일본의 우유 제조방법 기준에서는  $62^\circ\text{C}$  내지  $65^\circ\text{C}$ 에서 30분간 가열 살균하거나 또는 이와 동등이상의 살균효과를 가지는 방법으로 가열 살균할 것으로 규정하고, 이와 동등이상의 살균효과를 가지는 방법에 대한 구체적인 절차와 방법으로 연속식 고온단시간 살균장치로  $72^\circ\text{C}$ 이상에서 15초이상 살균하는 방법(HTST) 등을 정하고 있다. 아울러 EU에서는 살균유(pasteurized milk)는 HTST법인  $71.7^\circ\text{C}$ 이상에서 15초이상으로 가열처리하거나 또는 동등이상의 살균효과를 가지는 방법으로 처리토록 규정하고 있다.

일반적으로 내열성 미생물이  $10^3$  CFU/ml 이하로 함유된 생유를 HTST처리 살균유는  $4^\circ\text{C}$ 에서 38일간,  $7^\circ\text{C}$ 에서 24일간 보존이 가능하며, 내열성 미생물이  $10^4 \sim 10^5$  CFU/ml 함유된 생유를 동일 방법으로 열처리한 살균유는  $8^\circ\text{C}$ 에서 9일간 보존이 가능한 것으로 알려지고 있다.

이 실험에서는 미생물이 약  $10^5$  CFU/ml 수준으로 함유된 원유로 HTST 및 LTLT 살균유를 제조하였다. 이 살균유는  $10^\circ\text{C}$ 에서 저장 10일째에 성분규격상 부적합 시료가 나타나기 시작하였으나, 생산 당일의 우유 중 약  $101 \sim 10^3$  CFU/ml 수준의 세균이 검출되고 있어 실온보관에서는 저장 3일째에 모두 부적합으로 나타났다.

우유의 저장 온도가  $5^\circ\text{F}$  증가할 때 저장 기간(shelf-life)은 약  $\frac{1}{2}$ 로 감소한다고 알려져 있고, 우유의 저장 기간 연



장에 중요한 요인 중 하나가 7℃ 이하로 관리하는 것인 만큼 우유의 안전성 확보를 위하여 생산, 유통 및 가정에서 보관 온도를 7℃ 이하로 관리하는 것은 매우 중요하다. 이와 관련하여 권 및 최는 현재 0~10℃로 되어있는 보관기준을 7℃ 이하로 규정을 개정할 필요가 있다고 하였으며, 소매점에서는 여름에 온도가 15℃ 이상까지도 올라갈 수 있는 개방형 냉장 전시대 보다는 7℃ 이하에서 온도를 유지할 수 있는 냉장 전시대를 사용하는 것이 바람직하다고 하였다.

한편 LTLT 및 HTST 살균유의 유성분은 유지방 3.81% ~ 3.92%, 유단백 3.17% ~ 3.26%, 유당 4.51% ~ 4.62%로서 우리나라 시유의 우유 조성인 유지방 2.81% ~ 3.99%, 유단백 2.42% ~ 4.00%, 유당 4.42% ~ 5.09%의 범위를 벗어나지 않았으며(16), 저장기간에 따른 유성분 변화조사에서는 유지방, 무지유고형분, 유단백, 유당 등의 일반성분은 정상우유의 성분과 큰 변화는 없는 것으로 나타났다. 이는 HTST 살균유는 저장기간과 온도의 변화에 따라 유지방을 비롯한 다른 유성분에는 큰 변화를 나타내지 않았다는 보고와 일치하였다.

LTLT와 HTST처리 살균유는 잔존 미생물수의 증가로 부패될 가능성이 있으므로 품질 유지에 어려움이 있으며, UHT 처리 살균우유에 비하여 상대적으로 보존기간이 짧은 것은 LTLT 및 HTST처리 후 우유중 미생물의 오염 수준이 생산 당일에 약 101 ~ 103 CFU/ml로 높기 때문으로 추정되므로 우유의 안전한 소비를 위하여 생산에서부터 소비에 이르기까지 철저한 냉장온도(7℃이하) 보관 관리가 중요한 것으로 사료된다.

## V. 참고문헌

1. Frank, H : Milk quality, Blackie Academic & professional, London, pp. 2-162, 1995.
2. Gruetzmacher, TJ and Bradley, RL : Identification and control of processing variables that affect the quality and safety of fluid milk. *J. Food Prot.*, 62(6), 625-631, 1999.
3. David, AS and Norah, FS : Principles and Practices for the safe processing of foods. Butterworth Heinemann, Oxford, pp. 21-444. 1994.
4. Elliker, PR : Shelf-life of food product. *Am. Dairy Rev.*, 30, 80-81, 1968.
5. Choi, HG and Shin, KS : Studies on the bacterial contamination of milk to different packages and storage temperatures, *Kor. J. Vet. Publ. Hlth*, 10(1), 1-9. 1986.
6. Robert, TM : Standard methods for the examination of dairy products. American Public Health Association, Washington DC, pp. 451-456, 1993.
7. Codex : Proposed draft definitions of heat treatments of milk and cream(at step 3). pp. 1-10, 1999.
8. Official Journal of the European Communities : Council Directive 92/46/EEC of 16 June 1992 laying down the health rules for the production and placing on the market of raw milk, heat treated milk and milk-based products, pp. 1-32, 1992.
9. Gunnar Ryssta, Anne Eboesen, Jan Eggestad : Sensory and chemical quality of UHT-milk stored in paperboard cartons with different oxygen and light barriers. *Food Additives and Contaminants*, 15(1), 112-122, 1998.
10. Kessler, HG : Food engineering and dairy technology. published by Kessler, VA and Freising, FR. Germany, pp. 1- 275, 1981.
11. Burton, H : An analysis of the performance of an ultra-high-temperature milk sterilizing plant. *J. Dairy Res.*, 25, 338-343, 1958
12. Evans, DA, EL, Lachman and Warren Litsky : Some observation on the bacteriological keeping quality of milk processed by high temperature with A 0.6second holding time. *J. Milk Food Tech.*, 26, 332-336, 1963.
13. Punch, JD, JC, Olson and EL, Thomas : Psychrotropic bacteria. III. Population levels associated with flavour and physical changes in milk. *J. Dairy Sci.*, 48, 1179-1182, 1965
14. Adams, DM, JT, Barach and ML, Speck : Heat resistant proteases produced in milk by psychrotrophic bacteria. *J. Dairy*

Sci., 58, 828-834, 1975.

15. Robinson, RK : Dairy Microbiology Vol. 1. Applied Science Publishers Ltd. London and New Jersey, p.78-79, 1981.
16. Wilson, HK and EO, Herried : Photomicrographs of milk protein particles. J. Dairy Sci., 44, 552, 1961
17. Andrews, AT : Properties of aseptically packed UHT milk. J. Dairy Res., 42, 89-99, 1975.
18. Wilbey RA : Estimating shelf-life, Int. J. Dairy Technology, 50, 64-67, 1997.
19. Freeman, TR, Navati, NV and Glenn, WE : Faster enumeration of psychrophilic bacteria in pasteurized milk. *J. Milk Food Technol.*, 32, 408-409, 1964.
20. Janzen, JJ, Bodine, AB and Bishop, JR : Effects of package temperature and days of storage on the flavour score of processed milk. *J. Food Prot.*, 44, 455-458, 1981.
21. Barnard, SE : Flavor and shelf-life of fluid milk. *J. Milk Food Technol*, 37, 346-349, 1974.
22. 국립수의과학검역원 : 축산물의 가공기준 및 성분규격(국립수의과학검역원 고시 제 2000-20호), pp.1-260, 2001.
23. 식품의약품안전청 : 식품공전(시약청고시 제 2000-18호) 별책, pp. 1-475, 2000.
24. 일본 후생성 : 食品衛生小六法, 식품위생법, 平成13年版, 新日本法規出版株式會社, pp. 1847, 2000.
25. 동경현미경원 : 유제품, 식육제품등의 기한표시 가이드라인 집; 우유등의 일자표시(기한표시) 설정을위한 가이드라인(일본 전국우유협회), pp 3-6, 1997.
26. 정석찬, 김계희, 정명은, 김성일, 변성근, 이득신, 정승교, 박성원, 전기석, 이길홍, 조남인, 이홍길, 김옥경. LTLT 및 HTST처리 살균우유의 보관방법별 품질변화에 관한 연구. 2001. 한국수의공중보건학회지, 25(4) : 221-227.
27. 정석찬, 김계희, 정명은, 김성일, 변성근, 정승교, 전기석, 문진산. 국내 시판우유의 보관방법별 품질변화에 관한 연구 II. UHT처리 우유의 미생물학적 및 이화학적 변화. 2001. 한국수의공중보건학회지, 25(3) : 201-208
28. 정석찬, 김계희, 정명은, 김성일, 변성근, 이득신, 박성원, 조병훈, 이명현, 신만섭, 이길홍, 조남인, 이홍길, 김옥경. 국내 시판우유의 보관방법별 품질변화에 관한 연구 I. UHT처리 우유의 실온보관에 따른 보존성조사. 2001. 한국수의공중보건학회지, 25(3) : 193-199
29. 정동효 : 식품살균론, 대광서림, pp. 17-267. 1990
30. 정충일 : 생유의 냉장저장중 저온 세균증식과 가열처리에 의한 생화학적 유질변화에 관한 연구. 성균관대학교 박사 학위 논문, pp. 1-77, 1986.
31. 강일수, 이진희, 이수원 : 국내 살균유의 품질비교에 관한 연구. 한국낙농학회지, 17(2), 161 ~ 166, 1995.
32. 김현옥 : 낙농 및 식품미생물학. 선진문화사, pp. 211- 312, 1993.
33. 김종우 : UHT 처리우유의 보존성에 관한 연구. 한국낙농학회지, 4(3), 175-180, 1982.
34. 김종우, 조성구 : 시유의 보존성. 한국축산학회지, 23(6), 478~484, 1981.
35. 이용규, 김용성, 홍윤호 : 열처리방법에 따른 우유의 이화학적 변화에 관한 연구. 전남대학교 논문집(농·수산편), pp. 45-56, 1985.
36. 권우혁, 최석호 : 열처리 방법과 저장온도에 의한 시유의 세균수, 저장가능기간 및 가용성 유청단백질의 변화. 한국낙농학회지, 20(2), 133 ~ 142, 1998.
37. 이명재 외: 국산 시유의 이화학적 성질에 관한 연구. 한국낙농학회지, 5(1), 14-21, 1983.
38. 김성숙, 김미숙, 도재철, 윤무조, 이창우, 박희주, 신대길, 정종식 : 시유의 보존기간 및 온도에 따른 일반 유성분 및 산가의 변화. 한국가축위생학회지, 23(2), 165 ~ 170, 2000.