

열처리를 달리한 시유의 저장중 품질 변화

권순하 · 안정좌 · 곽해수*
세종대학교 식품공학과

Quality Changes in Various Heat-treated Market Milks during Storage

Soon-Ha Kwon, Jung-Jwa Ahn, and Hae-Soo Kwak*
Dept. Food Science and Technology, Sejong University

ABSTRACT

This study was carried out to investigate changes of microbiological and sensory properties in various heat-treated market milks (LTLT, HTST, and UHT milks) stored at 10°C during 15d. Titratable acidity (TA) increased with storage, while pH tended to decrease. During the initial 9d, no difference was found in TA, however, after 9d, it was slightly higher in HTST and UHT milks than that in LTLT milk. In LTLT and HTST milks, total viable cells and psychrotrophs were dramatically increased during storage. In addition, coliform and pathogenic bacteria were found at 12 and 15d. In UHT milk, total viable cells were found only at 15d. In sensory evaluation, LTLT and HTST milks developed a negligible off-flavor until 9d. At 12d, it became stronger in HTST milk than that in LTLT milk. In UHT milk, off-flavor was detected at 9d and increased rapidly thereafter. The degree of off-flavor was little higher in HTST and UHT milks, compared with that of LTLT milk after 9d storage. These observations indicated that LTLT and HTST milks may not be microbiologically acceptable after 5d, while off-flavor was not detectable until 9d. In comparison, UHT milk keeps a good quality in microorganism until 15d, however, it may not be accepted in sensory aspect after 9d storage.

(Key words: market milk, shelf-life, microbial count, sensory analysis.)

I. 서론

우유는 영양학적으로 이상적인 반면 미생물이 오염되면 이들의 번식에도 가장 적합하기 때문에

위생적인 처리가 매우 중요하다. 우유로 만들어지는 모든 유제품은 원유 또는 살균유에 존재하는 미생물에 의하여 추가 오염될 수 있는데, 시유에서 나타나는 미생물들은 열처리에도 사멸되지 않고 살아있는 내열성 미생물과 우유의 포장 용

기와 공기로부터의 2차 오염 등으로 구분될 수 있다. 살균시유의 미생물학적 검사는 제품의 품질 검사와 품질 유지에 중요하며 시유는 주로 내냉성균과 내열성균의 수에 의하여 품질을 평가할 수 있다. 또한 대장균군은 살균에 의하여 파괴되기 때문에 오염의 정도를 결정하는데 이용된다.

원유에 내재하는 여러 미생물을 사멸시키기 위한 열처리 방법은 일반적으로 LTLT, HTST, UHT 방법이 이용되고 있으며, 우리나라에서는 거의 대부분 UHT 방법을 이용하지만, 최근 LTLT, HTST 처리방법을 이용하여 고가 시유로 시판되는 우유도 증가되고 있다. 이들 방법으로 처리하기 위해서는 원유의 미생물적인 측면에서 양질이어야 한다.

지난 1993년 6월부터는 총세균수와 체세포수에 의한 원유 등급제를 도입하여 유대 차등 지급을 실시하게 되어 원유 등급제 실시때의 1등급 원유가 23.0%이었던 것이 1994년 12월에 68.9%로⁽¹⁾, 1995년 6월에는 63.1%⁽²⁾, 1998년에 83%로⁽³⁾ 획기적인 향상을 보여 매우 고무적이다. 이와 같이 위생적인 원유의 생산이 증가되면 낙농 선진국에서와 같이 시유의 유효기간을 현재보다 연장할 수 있을 것이다. 따라서 본 실험에서는 열처리를 달리한 시유를 수거하여 저장중 미생물의 상태와 관능 검사의 변화를 조사함으로써 시유의 유효기간 연장 가능성을 관찰하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 시 료

시판되고 있는 저온장시간(LTLT) 열처리시유 2개, 고온단시간(HTST) 열처리시유 2개와 초고온순간(UHT) 열처리시유 2개 회사 제품(생산후 1일 된 것)을 수거하여 저장실험을 위해 생산일로부터 1일째를 저장 0일로, 16일째를 저장 15일로 정한 후, 저장 0, 5, 9, 12, 15일째에 잔존하는 여러 종류의 미생물 검사와 관능 검사에 사용하였다.

2. 적정산도 및 pH의 측정

pH는 pH meter (Dong-Woo Medical System, Seoul)를 사용하여 측정하였고, 적정산도는 AOAC⁽⁴⁾ 방법을 변형하여 측정하였다. 즉 17.6g의 시료를 취하여 phenolphthalein 용액 0.5ml를 가한 후, 0.1N NaOH로 적정하여 그 소모량으로 산도를 계산하였다.

3. 미생물 검사

1) 총균과 내냉성 미생물

채취한 시료는 Standard Plate Count agar를 사용하여 총균수는 30℃에서 72시간 배양후에 산정하였다. 내냉성 미생물수는 7℃에서 10일간 배양한 후 산정하였다⁽⁵⁾.

2) 병원성 균

병원성 균수는 SS agar (Difco)와 MacConkey agar를 사용하여 37℃에서 24시간 배양한 후 집락을 계측하였다.

3) 포자 형성균

포자 형성균수⁽⁶⁻⁸⁾는 80℃ 항온수조에서 10분간 열처리한 시료를 Starch Milk agar (Plate Count agar+1% 탈지 분유 +1%의 10% soluble starch)에 37℃에서 48시간 배양한 후 산정하였다.

4) 대장균군

대장균수는 Desoxycholate agar를 사용하여 37℃에서 24시간 배양한 후 집락을 계측하였다.

4. 관능적 특성 평가

우유의 관능적 품질 특성은 다시료 비교검사법(multiple comparison test)으로 평가되었으며, 저장기간 0일인 우유를 기준시료로 제시하였다. 시료를 10℃로 한 다음, 무작위로 추출된 세자리 숫자를 표시하고 매번 제시순서를 달리하여 칸막

이가 있는 개인 검사대에 제시하였다. 패널요원에게는 입을 행글 수 있도록 물을 담은 컵과 빨을 수 있는 컵을 제공하였다. 패널요원은 관능검사 경험이 많은 8명으로 구성되었고, 본 실험에 앞서 훈련과정을 통해 평가할 항목에 관해 충분히 이해시킨 후 평가에 임하도록 하였다. 관능 평가는 기준시료와 같을 경우에는 0점, 기준시료보다 이취의 강도가 높아질수록 1~5점으로 표기하도록 한 후, SAS[®]를 이용하여 분산분석 하였다. 또한 저장기간별 평균과 열처리가 다른 시유간의 유의성 검증은 최소유의차 검증으로 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 적정산도 및 pH의 변화

저장기간 중 발생 가능한 우유의 품질 변화를 관찰하기 위해 열처리가 다른 시유의 적정산도 및 pH의 변화를 Fig. 1과 2에 나타내었다. Fig. 1

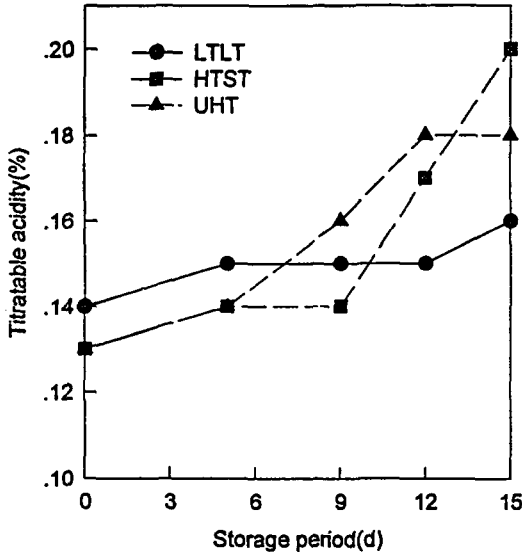


Fig. 1. Changes of titratable acidity in three different heat-treated market milks* during 15d storage at 10°C.

*Market milks used were processed 1 day before.

에서 알 수 있듯이 모든 처리유에서 적정산도는 저장기간이 증가함에 따라 높게 나타났다. LTLT 처리유의 경우, 저장 0일째 (생산일로부터 1일 경과)에 0.14에서 15일째에 0.16으로 완만한 증가를 보인 반면, HTST 처리유와 UHT 처리유의 적정산도는 0.13 (저장 0일째)에서 0.18~0.20으로 LTLT 처리유의 적정산도보다 빠른 증가를 나타내었다. pH의 변화는 모든 처리유에서 큰 차이없이 저장 기간이 길어질수록 완만하게 감소하는 경향을 나타내었다.

2. 저장에 따른 미생물의 변화

열처리 방법이 다른 시료들을 0~15일간 10°C에서 저장하면서 나타난 총 미생물수의 변화는 Fig. 3과 같다. LTLT와 HTST 처리유는 저장 0일째 (생산일로부터 1일 경과)에 3.3×10^2 cfu/ml과 5.0×10^3 cfu/ml로 나타났고, 5일째 (생산일로부터 6일 경과)에는 LTLT 처리유에서 2.

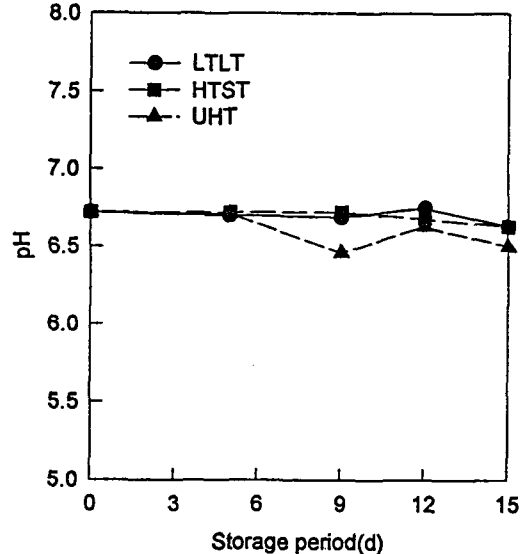


Fig. 2. Changes of pH in three different heat-treated market milks* during 15d storage at 10°C.

*Market milks used were processed 1 day before.

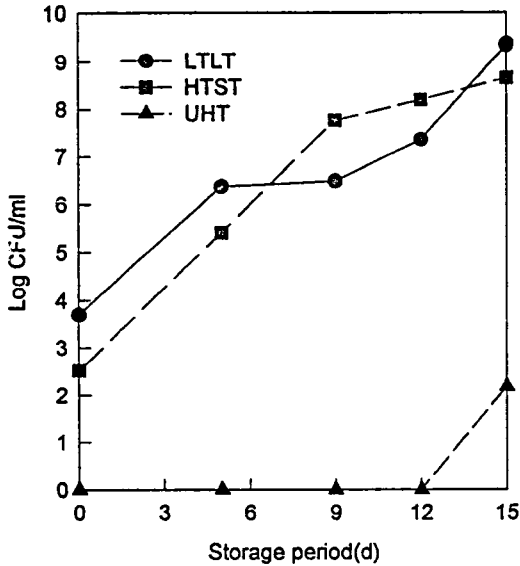


Fig. 3. Change of total bacteria counts in three different heat-treated market milks* during 15d storage at 10°C.

*Market milks used were processed 1 day before.

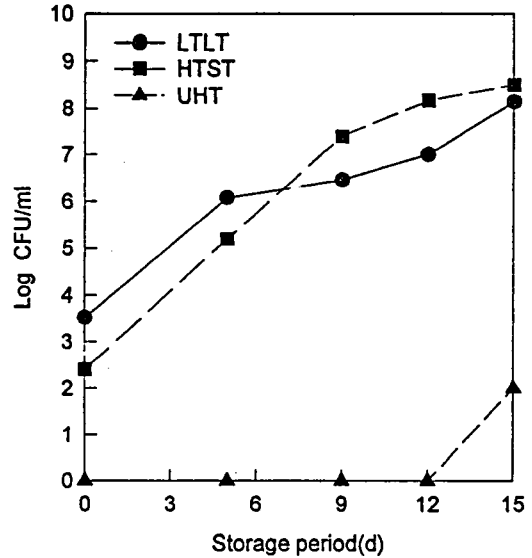


Fig. 4. Change of psychrotrophic bacteria counts in three different heat-treated market milks* during 15d storage at 10°C.

*Market milks used were processed 1 day before.

4×10^6 cfu/ml, 그리고 HTST 처리유에서 2.6×10^5 cfu/ml로 증가하였다. 두 시유에서의 총 미생물수나 저장기간동안의 증가 경향은 거의 유사하였고 저장 15일까지 계속적으로 증가하여 LTLT 처리유에서는 2.3×10^9 cfu/ml, HTST 처리유의 경우는 4.6×10^9 cfu/ml로 많은 미생물이 존재함을 알 수 있었다. 이에 반해 UHT 처리유의 경우, 저장 0일부터 12일째까지 전혀 검출되지 않았고 15일째에 미미한 증가를 보이면서 1.0×10^2 cfu/ml 을 나타내어 LTLT와 HTST 처리유에서의 결과보다 매우 적은 양의 균이 검출되었다. 또한 10°C에서 보존한 HTST 살균유에서는 저장 12일째부터 응고 및 변패현상⁽¹⁰⁾을 관찰할 수 있었다.

내냉성 미생물수의 변화를 보면 (Fig. 4), LTLT 처리유는 저장 0일째에 3.3×10^3 cfu/ml로 높았고 지속적인 증가로 저장 5일째에 $1.2 \times$

10^6 cfu/ml, 9일째에 2.9×10^6 cfu/ml, 12일째에 1.0×10^7 cfu/ml로 나타났다. HTST 처리유의 내냉성 미생물의 변화 또한 LTLT와 같이 저장 초기인 0일째부터 9일째까지 급속한 증가 경향을 나타냈고, 저장 12~15일에는 완만한 증가를 보였다. UHT 처리유에서는 총 미생물수의 변화와 유사하게 저장기간 15일째에만 측정되었으며 수치 또한 1.0×10^2 cfu/ml로 LTLT 처리유나 HTST 처리유보다 상당히 적음을 알 수 있었다. 원유내 내냉성 미생물수는 주로 원유의 저장 온도, 저장 기간에 따라 영향을 받으며⁽¹¹⁾, 안 등의 실험에서는 냉장 온도 (7°C)에서 저장한 원유의 경우, 내냉성 미생물수가 4일간의 저장기간동안 꾸준히 증가함을 보였다.⁽¹²⁾ 내냉성 미생물의 성장과 효소의 활성화에 의한 유단백질의 변화는 냉장 온도하의 우유와 유제품의 품질 유지에 있어서 매우 중요하다. 대부분의 원유는 내열성 단

백질 분해효소와 그 효소를 생산할 수 있는 내생성 미생물을 포함하므로⁽¹³⁾, 이에 의한 오염으로 원유와 살균유는 냉장 온도에서 보관하더라도 시간이 지나면 부패하며⁽¹⁴⁾, 내생성 미생물수가 높을 때 살균유의 유통기간이 단축되고, 지방과 단백질 분해하여 쓴맛 등의 이취를 생성하게 된다고 알려져 있다⁽¹⁵⁾.

Table 1은 3가지 종류의 열처리에 의한 시유를 생산후 1일이 경과한 것을 0일로하여 15일동안 10℃ 보존시 병원성 균과 포자형성균의 변화를 나타낸 것이다. 10℃에서 저장 9일째까지 병원성 세균수는 모든 처리유에서 검출되지 않았다. 저장 12~15일째에 LTLT 처리유에서는 $2.9 \times 10^2 \sim 6.3 \times 10^2$ cfu/ml, 그리고 HTST 처리유에서는 $2.1 \times 10^2 \sim 2.6 \times 10^4$ cfu/ml로 비교적 많이 검출되었지만, UHT 처리유에서는 15일간의 보존기간동안 전혀 검출되지 않았다. 포자형성균수의 경우는 모든 처리유에서 15일째까지 검출되지 않았다.

10℃ 저장시 대장균수의 결과는 (Table 2) LTLT 처리유에서 0~9일까지 검출되지 않았으나, 12일째에 6.7×10^2 cfu/ml 그리고 15일째에 7.8×10^4 cfu/ml로 급격한 증가를 보였다. HTST 처리유의 경우는 9일째에 처음으로 검출되기 시작하여 (7.0×10^3 cfu/ml) 12, 15일로 저장기간이 길어지면서 검출되는 대장균수도 증가하는

Table 2. Changes of coliform counts in three different heat-treated market milks during 15d storage at 10℃¹ (cfu/ ml)

Storage period(d)	Coliform		
	LTLT	HTST	UHT
0	- ²	-	-
5	-	-	-
9	-	7.0×10^3	-
12	6.7×10^2	8.0×10^3	-
15	7.8×10^4	3.7×10^4	-

¹ Means of 3 replications. Market milks used were processed 1day before.

² Not detected.

경향을 나타내었다. 이 결과는 저장 5일째까지는 법적기준 2군을 초과하지 않았으며, 소량 잔존해 있었을 대장균수가 저장일수의 경과됨에 따라 급격히 증가함을 알 수 있었다. UHT는 저장 15일째까지 전혀 검출되지 않았다.

본 실험에서 측정된 미생물의 변화를 1992~1993년에 걸쳐 1년간 실시한 (unpublished data) 실험결과와 비교해 보면, 원유 등급제의 도입 이후에도 총 미생물수나 내생성 미생물의 감소가 뚜렷하게 나타나지는 않은 것으로 보여진다. 그 이유는 원유 등급제의 도입으로 집유시 1등급 원유의 양이 획기적으로 증가한 것은 사실이나 (평

Table 1. Changes of microbial counts in three different heat-treated market milks during 15d storage at 10℃¹ (cfu/ ml)

Storage period(d)	Pathogenic			Spore-forming		
	LTLT	HTST	UHT	LTLT	HTST	UHT
0	-	-	-	-	-	-
5	- ²	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-
12	2.9×10^2	2.1×10^2	-	-	-	-
15	6.3×10^2	2.6×10^2	-	-	-	-

¹ Means of 3 replications.

Market milks used were processed 1day before

² Not detected

균 82.98%), 집유과정 중에 소량의 저급 우유가 혼입되어 전체 우유의 저질화를 유발하는 경우와 운반시 탱크 로리의 세척관리나 온도 유지의 불량에 기인한 것으로 추정된다. 유처리장 입고시 1등급 원유는 전체의 34.38%로 급격히 감소한다고 보고되었다⁽³⁾.

이상의 결과에서 HTST와 LTLT 처리유에서는 저장 기간이 증가함에 따라 대부분의 측정항목수가 증가하는 경향이 관찰되었다. 따라서 유통기한의 설정을 가공업자가 임의로 결정할 수 있는 현실에서 LTLT나 HTST 살균유의 유통기한의 연장에는 세심한 주의가 필요하다고 사료된다. LTLT나 HTST 처리에 비해 UHT 처리는 미생물학적인 측면에서 본다면 우유의 유통 기간을 연장시킬 수 있다고 사료된다.

3. 저장에 따른 관능적 변화

열처리를 달리한 세종류의 시유를 10°C에서 15 일동안의 저장하면서 이취의 변화를 측정된 결과는 Table 3에 나타나 있다. 각 처리유별로 저장 기간에 따른 변화를 보면 (알파벳 소문자로 유의적 차이 표기), LTLT와 HTST 처리유에서는 0일부터 9일까지의 이취의 변화는 유의적으로 차이를 보이지 않았으며 ($p>0.05$), 9일 이후부터 차이를 보이기 시작하였다. UHT 처리유의 경우에는 9일부터 이취의 발생이 초기 (저장 0일)와 비교해 차이를 보였으며, 지속적인 증가를 나타

내 15일에는 심한 이취를 나타내었다. 각 저장기간마다 처리 방법에 따른 이취의 발생을 비교해 보면 (알파벳 대문자로 유의적 차이 표기), 0일부터 5일까지는 세 처리유 사이에 차이를 보이지 않았으며, 9일에 UHT 처리유의 이취 발생이 급속히 증가해 LTLT나 HTST 처리유에 비해 유의적 증가를 보였다. 12일째에는 HTST 처리유가, 그리고 15일째에는 UHT 처리유가 다른 처리유에 비해 이취가 유의적으로 높게 나타났다. UHT 처리유에서 이취의 발생이 뚜렷한 것은 단 시간이지만 높은 온도로 살균하는 UHT 처리시 발생할 수 있는 유단백질의 변화에 기인한 것으로 보여진다. 또한 적은 수의 냉냉성 미생물에 의한 지방과 단백질의 분해로 유발된 쓴맛에 의한 것으로도 사료된다⁽¹⁴⁾. 위의 결과들을 보면 LTLT와 HTST 처리유는 9일까지, 그리고 UHT 처리유는 5일까지의 저장 기간이 관능적인 면에서 가능한 것으로 사료된다.

IV. 요약

본 실험은 저온장시간(LTLT), 고온단시간(HTST) 그리고 초고온순간(UHT) 열처리한 시유를 사용하여 저장기간에 따른 시유의 미생물수와 이취의 변화를 조사함으로써 살균방법이 품질에 미치는 영향을 조사하였다. 시유의 생산일로부터 1일째를 저장 0일로 하여 0, 5, 9, 12, 15 일까지 10°C에서 저장한 시료의 미생물수를 측정

Table 3. Means of off-flavor scores of three different heat-treated market milks during 15 d storage at 10°C¹

	Storage period(d)				
	0	5	9	12	15
LTLT	0.25 ^{aA}	0.25 ^{aA}	0.75 ^{aA}	2.13 ^{aB}	2.81 ^{aB}
HTST	0.18 ^{aA}	0.88 ^{bA}	0.69 ^{aA}	4.38 ^{bC}	3.50 ^{aB}
UHT	0.06 ^{aA}	0.25 ^{aA}	2.44 ^{bB}	3.06 ^{aB}	4.31 ^{bC}

¹ Means of 8 replications. Means not followed by the same captical letter in the same row differ significantly from one another ($P<0.05$).

Means not followed by the same small letter in the same column differ significantly from one another ($P<0.05$).

Market milks used were processed 1day before.

한 결과, LTLT 처리유 경우 총 미생물수는 저장 0일째에 5.0×10^3 cfu/ml에서 저장 5일째 2.4×10^6 cfu/ml로 급격한 증가를 보였으며 저장 15일까지 계속적인 증가를 보여 2.3×10^9 cfu/ml에 달하였다. 냉냉성 미생물은 3.3×10^3 cfu/ml (저장 0일째)에서 1.2×10^6 cfu/ml (저장 5일째)로 총 균수와 거의 유사한 경향을 보였다. HTST 처리유의 경우 10℃에서 총균수는 저장초기 5.0×10^3 cfu/ml (0일)에서 4.6×10^9 cfu/ml으로 증가하였다. 냉냉성 미생물 또한 급격한 증가 추세를 보였다. 대장균과 병원성 균수는 LTLT와 HTST 처리유 모두에서 저장 12일 이후에 나타나기 시작하였다. UHT 처리시유의 경우는 저장 15일째에 적은 수의 미생물만이 검출되었다. 위 실험의 결과, 원유를 LTLT와 HTST로 처리한 시유는 저장 중 함유된 미생물의 증가를 보였으며, 10℃ 저장시 5일째부터 보사부규정인 일반세균 2.0×10^4 cfu/ml을 상회하는 수치를 나타내어 원유의 질에 있어서 시유에 내재하는 미생물이 중요함을 시사하였다. 저장기간에 따른 이취의 변화는 LTLT와 HTST 처리유에서는 12일째부터 유의적 차이를 보이기 시작한 반면, UHT 처리유의 경우에는 9일째에 이취의 발생이 급속히 증가하는 것을 나타내었다. 따라서 본 실험의 결과를 토대로 미생물학적인 면으로는 UHT 처리유의 품질이 저장 9일까지 큰 변화가 없으나, 관능적인 면으로는 이취의 발생으로 인한 품질 저하가 유발된다고 사료된다. 그러나 LTLT와 HTST 처리유의 경우는 반대의 양상을 보였다. 따라서 미생물적인 면과 관능적면 모두를 감안한다면 현재의 유통기간 5일이 LTLT나 HTST 처리유에게는 적합한 것으로, UHT 처리유에게는 5일 이상도 가능하리라 사료된다.

V. 참고문헌

1. 낙농편람 : 농림수산부. p.132 (1995).
2. 최현식, 남은숙, 강현미, 정충일 : 낙농지도가 원유의 위생적 품질에 미치는 영향. 한국낙농학회지 20(1), 45 (1998).

3. 박종수, 장문백, 박승용, 윤종택 : 한국 낙농산업의 현황과 문제점. 한국낙농학회 창립 20주년 기념 대토론회, p.9 (1998).
4. Official methods of analysis, 14th ed. AOAC, Arlington, VA (1984).
5. Bodyfelt, F. : Heat resistant psychrotrophs affect quality of fluid milk. Dairy Record, 81, 96 (1980).
6. Brown, K. and Gaze, J. : High temperature resistance of bacterial spores. Dairy Ind. Int., 53, 37 (1988).
7. Cox, W. A. : Problems associated with bacterial spores in heat-treated milk and dairy products. J. Soc. Dairy Technol., 28, 59 (1975).
8. Stone, D. L. and Evans, G. F. : Comparison of methodology for the determination of bacterial spore numbers in skim milk powder. New Zeal. J. Dairy Sci. & Technol., 21, 139 (1986).
9. SAS User's Guide : Statistics. SAS Institute Inc., Cary, NC. (1986).
10. Allen, J. C. and Joseph, G. : Deterioration of pasteurized milk on storage. J. Dairy Res., 52, 469 (1985).
11. Thomas, S. B. : Sources, incidence and significance of psychrotrophic bacteria in milk. Milchwissenschaft, 21, 270 (1966).
12. 안난규, 김선기, 곽해수, 박정남, 김현욱 : 원유의 내열성 단백질 분해효소를 생성하는 냉냉성 미생물에 관한 연구. 한국낙농학회지, 15(3), 188 (1993).
13. Gregory, K. Z. K. : Extracellular protein profile of *Bacillus cereus* strains. J. Food Prot., 53(7), 608 (1990).
14. Smith, T. L., Mull, L. E., Lane, C. B., and Baggott, A. J., Jr. : Keeping quality of milk exposed to high temperature as experienced during transport on automobiles. J. Milk Food Technol., 35, 588

(1972).
15. 신용국, 박혜수, 김종우 : 원유에 내재하는

내생성 미생물의 분리 및 동정. 한국낙농학
회지, 15(2), 87 (1993).