

牛乳와 乳製品의 品質保存을 爲한 低溫 管理

Chilling Control of Milk and its Products for quality retention

李 聖 甲
Lee, Seong Kap

1. 머리말

우리 나라의 우유와 유제품의 생산량은 제품의 종류에 따라 차이가 있으나 평균적으로 해마다 20% 이상의 증가를 가져와 국민 1인당 연간 23kg(1986)에 이르고 있다.

그러나 이러한 증가율은 선진국의 우유소비량과 비교하면 상당히 높은 것이다. 선진각국의 우유 소비량은 약간의 증감 경향을 보이는데 비하여 우리 나라에서는 계속 증가되고 있는데 이는 식생활이 점점 서구화되어 가고 있어 우유와 유제품들은 앞으로도 당분간은 계속해서 소비량이 증가될 것은 의심의 여지가 없다고 보여진다. 현재 우리 국민 1인당 소비량은 세계 주요선진국과 비교해보면 우유는 약 1/10, 버터, 치즈 등의 제품에서는 아직 비교가 되지 않을 정도로 적은 양에 지나지 않고 있다. 더구나 식사 내용에

서 주식인 쌀의 소비는 해마다 감소되고 반대로 부식 특히 육류, 낙농제품과 같은 동물성 식품의 섭취가 증가일로에 있어 서서히 서구식의 식사형태로 접근되어 가고 있다.

우유와 유제품의 처리 가공법은 원료우유를 가열살균하거나(음용우유), 더욱 농축시키거나(연유), 건조시키거나(분유), 또는 동결시키거나(아이스크림) 또는 일부의 생유성분을 분리가공(버터, 탈지유)하기도 한다. 기타 젖산발효(요구르트, 유산균음료) 시키거나 효소와 유산균을 이용하여 유고형분을 굳혀 숙성(치즈)시키기도 하고 또 젖산, 알콜발효(큐미스, 케이퍼, 젓술) 가공이용하기도 한다.

이와같이 우유와 유제품에 함유된 성분은 그 종류에 따라 좌우되며 생유에서 이행되는 많은 종류의 유기물질을 함유하고 있기 때문에 연유나 분유를 제외하고는 상온에 보존시키게 되면 재차 미생물이 증식되어 변패를 초래하거나 효

表 1. 년도별 우유와 유제품 생산량

단위 : 톤

년 도	생 우	시 유	유 음 료	발 효 유	분 유	연 유	버 터	치 즈
1981	513	280	93	83	31	2.4	1.2	0.12
1982	576	350	77	104	25	1.2	1.3	0.14
1983	712	448	77	116	28	1.1	1.6	0.18
1984	841	531	85	127	29	1.2	2.0	0.29
1985	1,006	648	93	147	33	1.4	2.8	0.48

농림수산부 : 낙농관계자료(1986)

* 産業應用技術士(食品製造加工), 國立安城農業專門大學教授, 農學博士.

소작용에 의하여 영양성분이 분해되어 이취(異臭)를 내기도 하고, 끈중이 생겨 제품이 오염되기도 하고, 또 공기의 산화작용이나 광선의 작용을 받아 품질이 떨어지게 된다. 이와같은 작용을 받는 경우에는 단순히 풍미나 영양가치의 저하에 따른 식품학적 가치를 상실하는 것만이 아니고, 경우에 따라서는 유해세균의 오염이 원인이 되어 중대한 위생사고를 일으키게 되기도 한다.

일반적으로 여러가지 많은 식품중에서도 우유나 유제품은 냉장보관하는 것이 상식화되어 있다. 음용우유나 크림(Cream) 등 액상(液狀) 유제품은 위생상의 안전성을 보장하기 위하여 옛날부터 보냉(保冷)이 법적(10°C 이하)으로 의무화되어 왔다.

그러나 우유나 유유제품을 선풍 보냉시키더라도 본질적으로 일정기간의 품질 유지에는 효과가 있으나 일정기간이 지난 후에는 미생물 특히 저온세균이 이 기간에 증식되거나 기타 효소(酵素) 작용이나 유지방(亂脂肪)의 산화에 의해서도 변질하게 된다.

또한 냉정한 것을 냉동시키면 미생물이나 효소 등의 영향은 완전히 방지할 수 있으나 이것을 해동(解凍)시키면 외관(外觀)이나 조직 등의 품질이 현저하게 불량하게 된다. 우유와 유제품 중에서 냉장에 적당한 것으로는 생유(生乳), 음용우유(시유), 크림, 발효유, 유산균음료, 치즈 등이 있고 냉동에 적당한 것으로는 아이스크림(Ice Cream)류를 비롯하여 장기저장의 버터(butter), 농축유 등이 있다. 일반적으로 연유(煉乳)나 분유(粉乳)류는 품질보존상 냉장이나 냉동보관의 필요성은 인정되나 경제적 이유로서 보통 적용치 않고 있으나 역시 저온(低溫)에 보존하는 것이 여러가지 면에서 상품수명을 연장시키는 방안이 되고 있다.

2. 生牛乳의 保冷

가) 우유의 냉각, 보냉의 필요성

생우유는 모든 유제품의 주원료가 되기 때문에 그 품질은 즉 유제품의 품질을 좌우하게 된다.

양질(良質)의 생유를 생산하는데 필요불가결(必要不可缺)한 조건으로서 청결(淸潔)한 환경에서 착유(搾乳)하여 곧바로 보냉(保冷) 시키는 일이다. 생유에 함유되어 있는 성분들은 가장 완전한 영양가치를 갖고 있어 외부에 생존하고 있는 미생물한테도 최상의 배지(培地)가 됨으로 착유후의 취급시 이들 미생물들의 오염증식으로 산(酸)의 생성이나, 풍미(風味) 저하나 내열성(耐熱成)이 상실되지 않은 원료를 사용하지 않으면 안된다.

생유는 착유직후 젖소가 건강체인 이상, 세균수는 극히 적으나 일단 외기(外氣)에 노출(露出)시키면 먼저 젖꼭지(乳頭)에서 약간 오염(汚染)이 되고 착유자의 손가락 착유기(機器)나 낙하세균(落下細菌)에서 다시 집유소(集乳所)로의 수중에 약간씩 오염되어(표 2) 단일 급냉(急冷)

표 2. 각 오염원의 세척액내의 미생물 수

순 위	오 염 원	세척액 ml 당 미생물수
1	각종 기구	10만~100만
2	소의 몸과 젖통	1000만~10만
3	목부의 손	100~300
4	공 기	40~50
5	세척된 착유기	1~10

을 시키지 않으면 이들오염세균수는 급증하게 된다. 표 3에서 유온(乳溫)과 저장시간별 세균수의 변화를 보면 생유의 생산상태는 청결정도에 따라 차이가 있으나 어떠한 경우라도 유온(乳溫)을 낮게 하는 것만이 세균 증식의 억제에 효과가 크다. 표 4에서 겨울철 생유의 저장방법에 따른 세균수의 변화를 저온유(착유후 일차 신속히 예냉한 것)와 고온유(착유후 예냉없이 방치하여 자연 냉각한 것)로 처리하여 시험한 성적을 보면 고온유쪽이 저온유쪽보다 어떠한 경우에서도 세균증가율이 큰 것을 확인할 수 있다 또 여름철은 물론 겨울철에도 생유를 냉각기나 수도수 기타의 방법으로 냉각시키는 것이 우유의 신선도 유지에 크게 기여하는 것을 알 수 있다.

그리하여 유질(乳質)의 저하를 방지하려면 우선 청결한 상태에서 착유하여 35°C 전후의 유온을 신속하게 적어도 1시간 이내에 4°C 이하

표 3. 각종 조건에서 생산한 우유중의 세균증식과 온도와의 관계

생산상태	저장온도 °C	저장 후의 세균수 (SPC)/ml				
		0	24시간	48시간	72시간	96시간
젖소, 환경 기구류모두 청결	4.4	4,300	4,100	4,600	8,400	19,000
	10.0	4,300	14,000	130,000	5,730,000	39,400,000
	15.5	4,300	1,600,000	33,000,000	33,000,000	960,000,000
젖소, 청결 환경기구류 불결	4.4	39,000	88,000	120,000	190,000	1,100,000
	10.0	39,000	180,000	830,000	1,800,000	13,000,000
	15.5	39,000	4,500,000	99,000,000	630,000,000	1,400,000,000
젖소, 환경 기구류모두 불결	4.4	140,000	280,000	540,000	750,000	850,000
	10.0	140,000	1,200,000	14,000,000	26,000,000	41,000,000
	15.5	140,000	25,000,000	640,000,000	2,400,000,000	5,300,000,000

표 4. 저장방법별 생유중의 세균수(24시간 저장)

저장방법	乳溫別	저장온도		우유온도		우유중의 세균수 (1ml 중)		
		최고 °C	최저 °C	착유직후 °C	24시간후 °C	착유직후	24시간 후	증가비율 (직후 1.0로)
수조 (cooler 부착)	低	7.9	5.2	14.8	6.2	29,000	23,000	×0.8
	高	7.9	4.8	28.9	5.7	19,000	41,000	×2.1
수조 (수도수)	低	12.5	10.2	15.0	10.8	30,000	47,000	×1.6
	高	13.5	10.6	29.2	11.0	25,000	200,000	×8.0
공기온도	低	8.2	3.5	14.6	6.9	24,000	37,000	×1.5
	高	9.9	4.0	29.2	10.4	27,000	800,000	×13.9

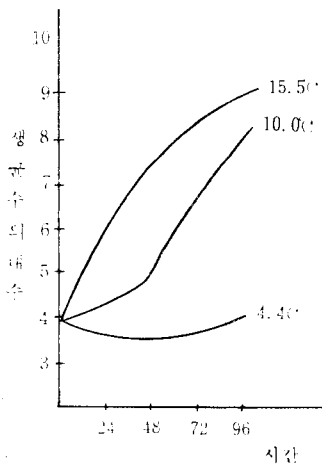


그림 1. 생유의 경시적 세균수 증가와 온도와의 관계

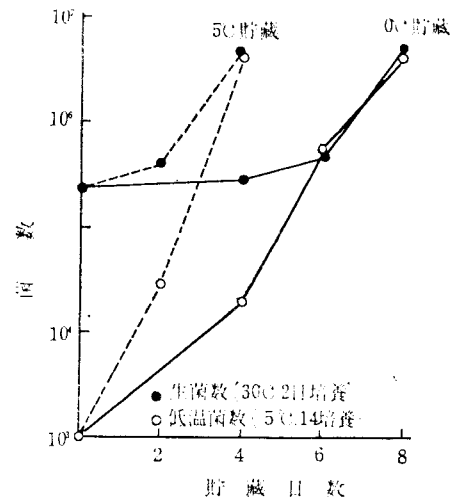


그림 2. 생유 보병시 세균수의 변화

까지 생각시키는 것이 절대 필요하다. (그림 1)
 더욱 충분히 생각시키면 생유중 세균이 우유
 처리에 있어서 가열에 대한 감수성(感受性)이 높
 아져 사멸(死滅)이 쉽게 되어 최대의 살균효과

를 얻게 된다. 그러나 여기에 하나의 문제가 있
 는데 즉 생우유는 아무리 적정조건하에서 보병
 시키더라도 유질(乳質)은 조금씩 저하가 일어나

게 되며(그림 2) 그 원인은 주로 저온균(低溫菌)의 증식(增殖)과 활동 때문이다.

이같은 현상은 생유를 0°C에서 보존시켜도 세균의 증식을 완전하게 억제시킬 수는 없다. 극단적으로 생유를 동결(凍結)시키면 세균의 증식 현상은 정지되나 동결피해에 의한 물리적 악영향(惡影響)으로서 지방구(脂肪球)의 파괴, 단백

질의 불용화(不溶化) 등 생유의 본질적 특성이 해동후 상실하게 된다.

국제낙농연맹(IDF 7)에서는 저균(低菌)의 정의로서 세균의 생육에 관계없이 7°C에서 생육되는 것으로 대표적인 것은 Pseudomonas屬, Achromobacter屬, Alcaligenes屬 및 B. Coliform 등이라고 하였다. (표 5)

표 5. 주요 호냉성 미생물의 저온에서의 세대기간(시간)

미생물	온도 °C	0	4~5	14~15	20	30~32
Clostridium 61		—	—	9	5	3.5
Bacillus W 25		23	8.5	6	3	2.5
Pseudomonas fluorescens		35	—	2	1.5	0.85
Enterobacter aerogenes		37.7	12.2	2.2	1.3	0.8
Achromobacter		—	5.3	1.8	1.4	1.6

나). 냉각방법

전술한 바와같이 생유의 품질유지를 위하여는 착유후 신속히 온도를 낮추어 출고때까지 10°C 이하로 더욱 좋게는 5°C 이하에서 보관 냉장하는 것이 불가결한 일이다. 근래 우유의 품질을 현저하게 향상시키게 주원인 냉각능력이 우수한 설비가 급속하게 보급된 때문이다.

1) 乳溫을 신속하게 저하시키는 방법

착유직후의 우유온도는 젖소체온과 같은 35°C 전후로서 이것을 milk can에 넣어 냉각시키면서 착유가 완료될 때까지의 1~2 시간은 그대로 실온에 방치해 두는일이 많다. 이러한 우유관(牛乳觀)을 수조(水槽)에 침지(浸漬)시켜도 水溫에 가깝게 되기까지 2~3시간이 걸려 도합 3~5시간정도는 유온(乳溫)이 높은 상태로 있어 생유의 신선도가 저하하게 된다. 따라서 이러한 현상을 방지하기 위하여 이전에는 교반봉(攪拌棒)으로 통안의 유온을 균일하게 낮게하는데 사용하였으나 최근에는 수도수 또는 냉각수를 순환시키는 간이(簡易) 냉각기가 사용되고 있다. 그러나 이러한 냉각기는 순환되는 수온(水溫)이하로 유온을 내려야 함으로 장시간 생유를 보존할 때는 유질의 저하가 초래된다. 무엇보다도 35°C 정도의 생유를 가능한한 신속히 15°C 전후로 온도를 내리는 것이 우유의 품질유지를 위해 필요하다.

(가) 수류식(水流式) 교반냉각기

그림 3과 같이 수도전(水道栓)에 연결시킨 나선상(螺線狀)의 냉각관내를 냉수로 순환시켜 관내의 생유를 냉각시키고 다시 수압(水壓)을 이용하여 pipe line을 회전하여 생유를 교반시키고 최후에 순환시킨 물을 乳缶의 외측을 통하여 낙하시킨다. 생유는 관의 내외(內外)에서 냉각되기 때문에 합리적이다.

(나) 표면 열교환냉각기

생유를 유관에 넣기전에 냉각하는 것으로서 다음과 같은 형식이 있다.

(1) Bucket Milker 용 표면열교환냉각기

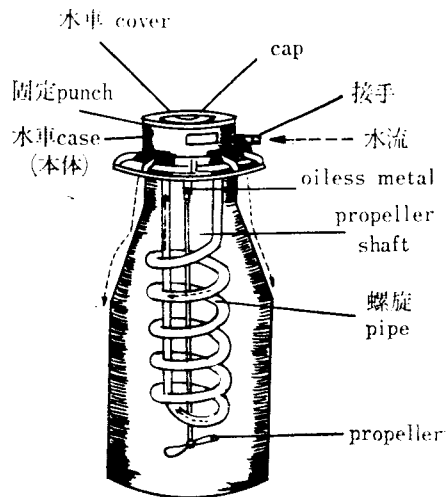


그림 3. 수류식 교반냉각기

냉수가 통하는 pipe 를 판상(板狀)에 배열시켜 수도전(栓)에 연결하던가 또는 소형 pump 로 압송(壓送)시킨 냉각수가 pipe 내를 순환하게 된다. 생유를 상부의 Hopper 에 올려 판상의 pipe 표면을 통과 낙하하는 사이에 냉각되어 최후에 우유관(缶)으로 들어가게 된다.

(2) 파이프·라인, 밀커(pipe line milker)

용 표면열교환 냉각기

냉각수가 통하는 pipe 를 나선상으로 배열시켜 Dropping Cooler 에서 냉각된 물이 수조로 부터 소형펌프로 의해 압송(壓送)된다. milk pipe 로 연속적으로 보내지는 생유가 원유(原乳)입구로부터 pipe 표면을 통과 낙하하는 사이에 냉각된 원유출구에서 乳缶에 들어간다. (그림 4)

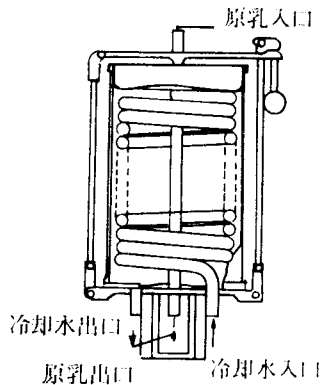


그림 4. pipe line 용 표면 열교환 냉각기

2) 보관냉장(保管冷蔵)법

생유의 보관냉장은 옛날에는 전적으로 유수(流水) 샘물(湧水) 우물물(井水) 등이 사용되었으나 이같은 방법으로는 풍부한 냉수가 없는 경우 특히 여름철에 유온을 필요한 10°C 이하로 보존하는 것은 불가능하고 겨울에도 역시 단기간의 보냉이외에는 실용성이 못된다. 이때문에 냉각기로 unit cooler 나 bulk cooler 의 보급이 급속하게 이루어 졌다.

(가) 뉴닉트 쿨러(unit cooler)

수조의 물을 펌프로 흡인(吸引)시켜 냉각기에서 냉각 재차 이물을 수조로 반송(返送)시키는 것으로 Thermostarter 에 의하여 5~8°C 의 수온을 항상유지하여 유관을 이 수조에 침지하여 보냉시키는 것이다(그림 5). 냉각탱크를 수조내에 직접투입하여 moter 로 screw 를 회전시켜 수

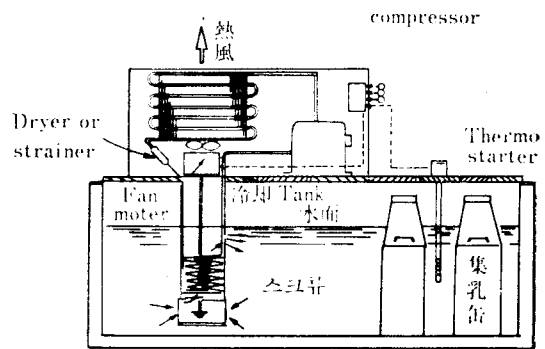


그림 5. Dropping Cooler(적빙식)의 모색도

조내의 물을 그림과 같이 환류(還流)로 냉각하는 것이 냉각효율이 좋다. 소규모 낙농가에서의 사용이 효과적이고 중규모 이상에서는 bulk cooler 를 이용하는 것이 좋다.

(나) 벌크·쿨러(Bulk cooler)

이 Cooler 는 대형의 냉각능력을 가져 단시간에 고온의 생유를 4°C 전후로 냉각할 수 있어 세균의 증식이 적어 비교적 장기간을 저유(貯乳)하는 경우 효과적이다.

그러나 bulk Cooler 를 적용하려면 사양두수(飼養頭數)가 비교적 많고 더우기 착유 과정이 bucket milker, Bulk cooler 의 병설(併設)은 불균형이 되어 pipe Line, bulk cooler 의 조합이 바람직하다. 또 bulk cooler 를 사용하는 농가가 하나로 통합될 수 있는 지역내에서의 집유가 탱크로리(Tanklorry)를 실시하는 것도 효과적이다. 벌크쿨러(bulk Cooler)로 우유텁크를 냉각시키는 방법은 직접법(직랭식)과 간접법(제빙식)으로 대별된다.

(1) 직접법

그림 6과 같이 우유텁크의 저부(底部)에 있는 증발(냉각)기에 의하여 생유를 직접냉각하는 방법이다.

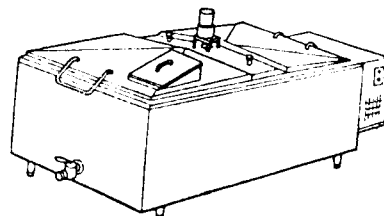


그림 6. 직랭식 냉각장치

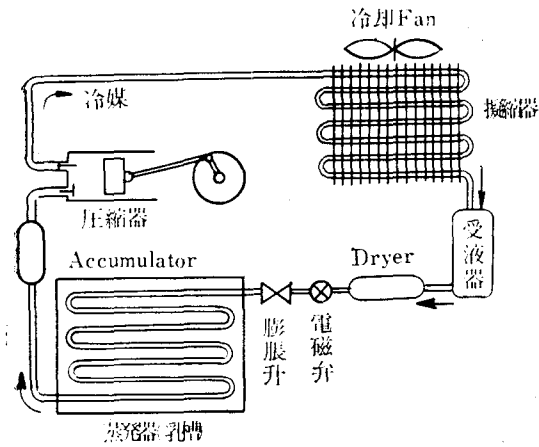


그림 7. 냉각 회로

그림 7에서 각기관의 작용구조의 개요를 보면 다음과 같다.

○ 압축기(壓縮機) : 증발기에서 증발시킨 냉매의 가스를 일정압력까지 압축시켜 응축기에 보낼 때까지의 작동압축시키는 왕복식, 회전식, 원심식 등이 있으며 bulk cooler는 왕복식이 사용된다. 압축기의 구조도 소형으로된 밀폐식, 반 밀폐식이 많이 사용된다.

○ 응축기(凝縮器) : 압축기에서 보내온 고온, 고압의 냉매가스를 냉각시켜 액체로 변환시킨다 이와같이 액화될 때 생유에서 탈취한 열을 물 또는 공기중에 방출시킨다. bulk cooler에는 수냉식(水冷式)이 일부 사용되고 주로 공냉식(空冷式)이 채용된다.

○ 수액기(受液器) : 응축기에서 냉각액화된 냉매(冷媒)를 일시적으로 저장하여 증발기내의 냉매량의 정하(貞荷)의 변동등에 따라 변화되어도 원활히 운전시켜 준다.

○ 팽창변(膨脹弁) : 응축기에서 액화시켜 수액기에 저장한 냉매의 유량(流量)을 제어(制御)하여 소정온도(所定溫度)에서 증발시켜 얻은 것을 감압(減壓)하여 증발기에 보내는 작용을 한다.

○ 증발기(蒸發器) : 팽창변에서 나와 여기서 급격히 증발되어 결국 증기(蒸氣)로 되고 이때 외부에서 열을 탈취하지 않고 냉매 자신의 열(熱)만 빼앗게 된다. 그리고 증발기내에서 다음으로 생유에서 열을 흡수하여 증발이 진행된 냉매는 완전히 기화(氣化)시킨 상태에서 압축기에 흡입

된다.

기타의 부속기로서 Dryer, Accumulator, 전자변(電磁弁) 등이 있다.

(2) 간접법

제빙식 벌크·쿨러(bulk Cooler)는 냉동기의 증발기에서 직접 생유를 냉각하는 것이 아니고 증발기에서 일단 얼음을 만들어 그 얼음을 이용하여 만든 빙수(氷水)로 생유를 냉각시키는 것이다. 냉각의 회로는 직팽(直膨)식의 것으로 거의 전환되었고 단지 증발기를 물에 침지시켜 이 부분에서 얼음을 만들어 얻은 빙수로 생유를 냉각시키는 것이 다르다. 직팽식(直膨式)과 비교하여 각기(機器)에서 작용·구조의 차이점은 다음과 같다.

○ 증발기(蒸發器) : 직팽식에는 증발기를 우유 Tank에 밀착시켜 장착되어 있으나 이 형식에서는 우유탱크에 밀착한 독립된 수조에 담금으로서 수중에서 제빙작업이 실시된다. 제빙량(製氷量)은 ice controller에 의하여 조절되고 일정량이 생성되면 냉동기의 작동이 멈추고 증발기는 우유탱크와 함께 작용하고 제빙부분이 별도로 있어 그곳에서 만들어지는 빙수를 펌프로 우유탱크의 바깥쪽으로 보내게 된다.

○ 순환수 펌프(循環水 pump) : 증발기의 부분에서 만들어진 냉수를 장치상에서 우유탱크의 외부에 순환 또는 분사 시킨다.

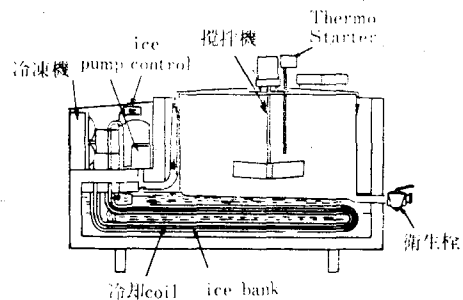


그림 8. Icebank식 bulk cooler

3. 시유·크림등의 냉장

가). 보냉(保冷)의 필요성

시유, 커피우유 음료, 크림, Soft Mix 등 액

상제품의 보냉필요성은 근본적으로 생유와 같다 (그림 9).

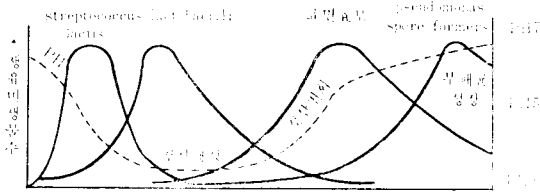


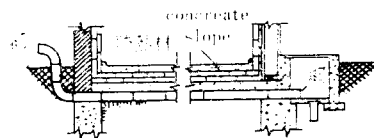
그림 9. 실온에서 원유내의 미생물 군총과 생유 pH 변화

더구나 이들 제품들은 냉장시킬 때까지 가열 살균, 냉각의 공정을 거쳤음으로 품온을 상승시키더라도 생유와 같이 세균의 증식이 급증되는 일은 없으나 그 온도의 여하(如何)에 따라서 상품수명이 거의 좌우된다. 특히 시유의 살균법은 주로 살균효율이 높은 UHT 법(최종적으로 생유를 120~130°C에서 2~3초 가열하는 것)이 채용됨으로서 잔존균도 약간 함유하기 때문에 품온이 약간 상승(법적으로 10°C 이하에 보냉유통하게 되어 있음)시켜도 품질은 급속히 변하지는 않는다. 우리나라의 일부 및 유럽지역에서 생산하는 멸균무균포장(Long Life Milk) 우유는 원칙적으로 보냉필요없이 최소한 3개월은 보존되나 이것들도 약간 냉장시키면 6개월 이상은 거의 변질없이 보존할 수 있다. 현재 보통 유통되고 있는 살균우유의 경우도 공장위생관리를 엄격히 함으로서 보다 처리후 용기충전할 때까지 한정된 세균등의 2차오염을 최소한 적게 하고 있다. 따라서 냉장전에 근소한 세균이 생존하고 있음으로 품온이 점차 상승되면 처음 1주간은 서서히 그 이후는 저온균들이 급격히 증식되어 변패되는 일이 많다. 이때문에 완전한 살균에 맞서 살균후에 관련되는 기기(機器)(저유탱크, 파이프라인, 병힐기(瓶詰機) 종이용기충전기), 환경(공중낙하세균등)에서의 오염방지와 공히(共)살균유의 급냉과 저온냉장(동결은 불가)과 아울러 유통에서도 저온유지가 절대적인 필요조건이 된다.

나). 보관냉장방법

시유, 크림등에 대해 살균후의 예냉은 plate식

열교환기에 의하여 실시되며 동시에 본냉(本冷)은 냉매로서 Chilled Water 또는 Brine 을 사용하여 5°C로 한다. 이후는 출하까지 냉장고중에 보관냉장한다. 냉장고에 있어서 냉동부하(負荷)는 庫内の 천정, 벽, 마루, 전등 및 작업중 출입문의 개폐(開閉)에 의해 침입하는 외부의 난기(暖氣)에 의하여 생기고 다음으로 빈병온도, 우유상자가 갖는 열에 의해 생성된다. 이들 負荷를 될 수 있는대로 경감시키기 위해서는 庫内の 방열을 완전하게 함과 동시에 통풍을 좋게 하여 외기(外氣)로부터의 영향을 가급적 적게 별도로 살균후의 본 냉각을 충분하게 실시해야 한다. 시유나 Cream 등의 냉장고라도 일반냉장고를 바꾸어 저온유지를 위하여 공간을 방열재로 둘러싸서 냉각설비와 직결(直結)시킨다. 마루는 우유등의 운반적하(積荷)에 견딜 수 있는 강도(強度)가 있는 것으로 배수를 위하여 약간 구배(勾配)를 고려하고 배수구로 쥐가 침입할 수 없게 하여야 한다. 또 냉장창고의 마루밑의 지면(地面)도 상당히 냉각되어 마루밑이 동결되는 일이 없도록 해야한다. 이를 위하여 마루를 높게 하여 마루밑에 공기가 통하게 하던가, 마루스라브(Slope)에 Heater 를 장치하거나 혹은 그림 10 과 같이 외기(外氣)의 통기관을 마루밑에 매몰(埋沒)시키는 방법이 있다. 냉각설비는 냉각관 Coil 식(그림 11)과 강제통풍식(그림 12)으로 대별할 수 있으나 일반적으로 적은 용적에서 냉각 능력이 너무 커서 급냉되어 후자를 보급사용하는 것이 효과적이다.



직경 150mm의 통관을 길이 1.0m 선위로 매설하여 외기를 통과시켜 마루밑의 동결을 방지함

그림 10. 마루밑의 동결방지법

(1) 냉각관코일(coil)식

소규모의 시유공장 등에서 많이 사용되고 있는데 냉각을 위한 coil(ammonia 직팽식 또는 brine 순환식)을 냉장고의 천정부근에 설치하여 그 밑에 샤마판을 둔다. 이 샤마판은 coil 에 의

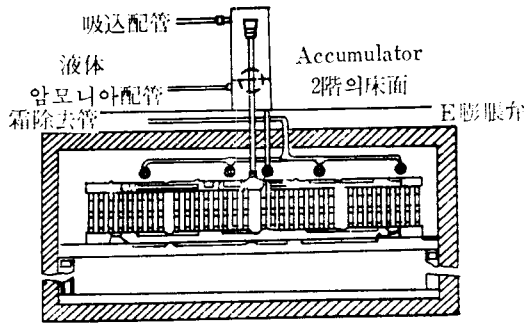
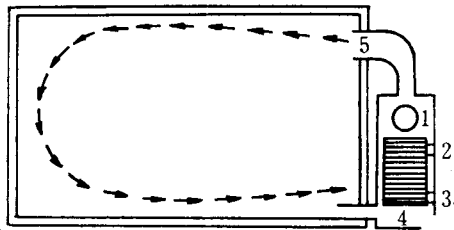


그림 11. 냉각관 coil식 보형



1. Fan 2. Ammonia出口
3. Ammonia供給口 4. Ammoniacoil
5. 冷却空氣入口

그림 12. 강제 통풍식 보형

하여 냉각된 무거운 공기가 판(板)의 경사에 따라 밑으로 흘러 하단(下端)에서 나와서 고내(庫內) 전체에 퍼지는 것이 완전하고 내부의 냉기 순환을 위하여 배열되어야 한다. 제품의 반입에 의하여 가온(加溫)된 공기는 상승되어 샤파 판의 하측에 따라서 상승되며 윗부분에 흘러 최후에 부분에 들어가 재차 냉각된다. 건설비는 그리 많이 들지는 않으나 고내(庫內)온도가 불균일하게 되는데 특히 출입문 주변의 온도가 높게 되는 결점이 있다.

또 일부라도 냉각이 불충분한 물품을 기존 냉장제품과 밀착 적재하게 되면 그들 사이의 냉기 순환이 방해되어 소정의 온도까지 균일하게 냉각시키려면 상당히 긴시간이 소요되어 이 사이에 기존냉장제품의 품질은 저하하게 된다. 또 이외에 정기적으로 제상(除霜)을 시키지 않으면 냉각 효율이 극도로 떨어진다.

(2) 강제 통풍식(強制通風式)

Ammonia coil을 cabinet 형으로 배열시켜 그

사이로 일정속도의 공기를 통과시킴으로써 냉기를 얻어 이것을 송풍관(送風管)으로 냉장고에 도입시킨다. 급속한 냉기에 의하여 제품이 냉각되고 더욱 보냉(保冷)이 됨으로서 중규모(中規模) 이상의 시유공장에서 거의 예외없이 사용되고 있다.

냉장실 문은 열전도도(熱傳導度)가 적고 개폐(開閉)가 용이하고 완전하게 밀착 폐쇄되게 특수한 것이 사용된다. 대형(大型)의 공장냉장고는 제품의 이동(移動) 출입때문에 항상 Fork lift (truck)가 출입할 수 있는 출입구가 개설되어야 한다.

이때 외기의 입풍(入風)을 방지하기 위한 상당량의 냉기로 Air curtain의 설치가 필요하다. 공장냉장고에서 출하후 유통과정 중 제품이 변질되는 경우가 적지 않다. 그 주요한 내용은 먼저 시유에서 이미취(異味臭)의 발생(주로 저온균에 의한) 유음료에 있어서 변색이나 커드의 침전, 크림에서의 산패나 지방분해취 등이 그것이다.

시유(市乳) 등의 유통은 현재 (공장)→(판매 대리점)→(가정)이나 (공장)→(슈퍼마켓)으로 배열되는데 전자의 경우 시종(始終) 보냉이 철저하기 때문에 큰 문제가 없으나 후자의 경우는 최근까지도 쇼-케이스(Show Case) 등에 과적(過積)하여 상온에 야적(野積)하는 것과 같은 예는 적지 않다. 이러한 현상을 개선하기 위하여 당국의 지도와 철저한 위생 단속을 강화하는 문제가 대두되고 있다.

공장에서의 냉장은 우유나 크림등을 살균후 냉각된 제품을 대상으로 하는데 냉장전의 품온보다도 여름철에는 더욱 낮은 온도에 보관 냉장시킬 필요가 있다. 역시 냉장온도를 5°C(이하 법령은 10°C 이하)로 하면 제조후 약 1주일간은 거의 미생물의 증식없이 보존할 수 있다. 그러나 10일이 경과되면 저온균의 증식에 의해 이미취(異臭味)의 발생이 일어나는 경우가 많다. 이때의 세균수는 10⁷ 정도까지 되나 이 정도의 세균증식이라도 이미(異味) 이취(異臭)가 감지(感知)된다.

공장에서 슈퍼·마켓(super market)나 판매점까지의 수송중의 품질저하는 현실적으로는 별로

없으나 공장출하시의 품온, 수송시간 및 보존냉장 온도에 따라 다소의 영향을 받게 된다. 따라서 중거리(시간적으로 2시간 이상 소요) 이상의 수송에는 당연히 방열장치된 차량을 이용하여야 하고 여름철에는 빙설(氷雪)에 의한 품온의 상승을 방지하여야 한다. 가정에서는 구입후 혹은 배달후 곧바로 음용하는 경우에는 별도의 냉장은 필요없으나 바로 음용치 않는 경우는 반드시 냉장고에 보관하는 것이 좋다.

혹간 우유를 바로 음용하는 것을 잊어 제조후 오래된 것은 거의 폐기해 버리는 일이 많으나 관능검사로 풍미에 이상이 없는 한 조리용 재료로 이용하는 것이 효과적이다.

4. 요구르트(yogurt) · 유산균음료의 냉장

이들 식품은 식품위생법의 규정으로 “유 또는 유제품등을 유산균 또는 효모로 발효시킨 것을 가공하거나 이를 주원료로한 음료(발효유는 발효시킨 것을 호상 또는 액상으로 한 것)”이라고 정의되어 있는데 주로 호상(糊狀)의 것을 요구르트(yogurt), 액상(液狀)의 것을 유산균 음료라고 구분하고 있다. 다시 유산균 음료를 두제품으로 나누어 “유제품”에 해당되는 것(무지고형분 3.0% 이상)과 유제품이 아닌 것(무지고형분 3.0% 미만)으로 분류하고 있는데 요구르트와 “유제품”에 해당하는 유산균 음료에 대한 품질규격으로 1ml 당 유산균수 또는 효모수가 1000만 이상(호상 yogurt(무지고형분 8.0% 이상)은 1억 이상)이고 “비유제품”형 유산균음료는 100만 이상이라고 규정하고 있다. 유산균음료는 미갈색을 띤 유백색(乳白色)으로 거의 투명한 과즙상이 있고 무지고형분의 함량이 극히 적은 것이 많은데 제조방법은 먼저 과즙을 살균시켜 냉각한 것에 미리 발효조제한 어떤 유산균 스타터(starter)를 첨가혼합한다. 이런 종류의 제품은 유산균의 영양소가 적게 함유되어 유통중에 특히 보병을 철저히 하지 않으면 신속히 유산균이 감소되어 규격외제품(規格外製品)이 된다.

유제품에 해당하는 제품에서도 일반적으로 pH가 3~5로 낮게 되면 유산균이 사멸되거나 불활

표 6. 요구르트의 미생물학적 규격

Country	오염도	Coliform Bacteria	효모 · 곰팡이	Lactic acid bacteria
스위스	25,000/g inplant	10/g	0/g	1,000,000/g
서독	—	0/wl	0~100/ml	—
동독	1,000/ml	0~0.1/ml	50/ml	—

성화되는데 만일 품온이 높으면 균수는 점감(漸減)하게 된다. 이점에서 요구르트는 무지고형분(SNF)이 많이 함유(3% 이상)되어 있어 이 같은 문제는 없으나 냉장보관을 하지 않게 되면 다시 유산발효가 진행하게 되어 과량의 젖산을 생성하여 식미가 불량하게 될뿐아니라 때로는 곰팡이가 발생하게 된다. 단지 “유제품”에 해당하는 유산균 음료중 가당후 살균하여 원액으로 병조립처리하는 제품에 대해서는 냉장 보관할 필요가 없다.

5. 농축우유의 냉장보관

목장과 대소비지와와의 거리는 점점 원격화(遠隔化)되어 대형 Tank lorry에 의해서 생유를 년중 이동시켜야 하는데 우유는 약 90%가 수분으로 구성되어 수송온도에 의하여 변패가 쉽게 발생하게 된다. 이를 방지하기 위하여 수년전부터 일부지역에서 원유의 일부를 착유지의 처리장에서 농축유로 하여 수송하는 방안이 강구되고 있다.

출하지에서 유질(乳質)이 우수한 신선한 생유를 선택하여 120~130°C에서 1~2초 살균후 1/3량으로 감압농축시켜 균질화한후 급냉한 것을 외부로부터의 미생물의 오염을 줄일 수 있게 냉동기가 부착된 수송차량을 이용하여 운반한다 수송중에는 항상 3°C이하로 온도를 유지시켜 도착지까지 안전하게 신선한 것을 운반하여 보관시켜야 한다. 그리고 장기보존을 않는 경우에는 제조후 2주일 이내에 원료로서 처리할 필요가 있다.

6. 버터(butter)의 냉장

버터의 주성분은 80% 이상이 유지방(乳脂肪)

으로 되어 그 흡취성(吸臭性)의 강도나 산화 또는 가수분해를 받기 쉬운 성질등이 그대로 이행(移行)되어 나타난다.

유지방의 용점(融點)은 31—36°C 인데 이 정도의 온도에서 버터를 보관하게 되면 우선 용융(溶融) 상태로 되어 신속하게 변패가 일어나게 된다. 그밖에 특정의 미생물이나 효소가 유지방에 작용하여 산화 또는 가수분해 작용을 일으키어 식용으로 부적당하게 만든다. 역시 지방은 공기 중의 산소에 의하여 자가산화를 받게 되고 직사 일광, 땀, 제품의 산도(酸度), 구리같은 중금속염의 존재도 지방의 산화를 촉진시켜준다.

버터의 영양성분은 유지방 81.2%, 단백질 0.6%, 수분 15.9%, 식염 2%, 젖당 0.2%, 회분 0.1%가 표준이고 이중 수분은 유지방 중에 극히 미세한(微細)한 물방울(水滴)으로 분산되어 수용성의 성분들을 용존시켜 대략 2~4 μ 의 크기로 균일하게 분포된 것이 우량품이고 만일 응집(凝集)된 것은 조직상의 결함이 된다. 버터의 냉장은 전술한 여러가지 변패를 지연시킬 목적으로 실시한다. 즉 신선미(新鮮味)나 조직을 저하시키지 않기 위하여 일반적으로 5°C 이하에 보존시킬 필요가 있으며 종합적으로 보면 보존 기간에 따라 그의 적정 온도도 달라지며 예로 5°C 이하에서도 장기보존에는 다소의 변패가 있게 마련이다. 실제 장기저장(3개월 이상)을 위해서는 -20°C 이하에서 냉동하는 것이 좋다. 버터는 냉장중 시간이 경과함에 따라 다음과 같은 변화가 조금씩 진행된다.

가) 풍미

지방의 산화, 물계 회석되면 가수분해를 받거나 기타식품의 냄새를 흡수되기가 용이하다.

a) 산화취

대표적인 버터변질취로서 이의생성되는 속도는 처음에는 느리나 일정기간 후 급격하게 진행된다. 이 전환기는 5°C 냉장에서 약 1개월이다

b) 분해취

버터 중에 지방분해효소인 리파제(lipase)가 존재할 경우는 냉장보관시켜도 서서히 검화(酸化)가 진행되는 정도에 따라서 식용으로 불가능하게 된다. Lipase는 미생물 특히 곰팡이에 기인

하는 일이 많고 예를들면 *Aspergillus* 속이나 *Penicillium* 속의 곰팡이는 식염저항성이 강하고 냉장시켜도 증식한다. 그러나 최근의 버터는 제조시에 있어서 위생관리가 향상되어서 분해취가 생기는 원인은 사용하는 저온세균 등의 영향을 받은 원로크림에서 유래(由來)되는 경우가 많다.

c) 어취(魚臭)

Oidium 속이나 *Oospora* 속의 곰팡이에 의한 것으로 판명되었으나 근래 이와같은 버터는 볼 수 없다. 이러한 불쾌취는 인지질(磷脂質)중의 Lecithin이 곰팡이에 의해 가수분해되어 TMA(Tri-methylamine)를 생성하기 때문이다.

나) 조직

냉장중, 지방구(球)는 대부분이 고화(固化)되어 있고 만일 장기간이 된 것은 유화(乳化)상태가 서서히 파괴되어 사용할 때 전연성(展延性)이 상실되는 일이 있다.

다) 외관(外觀)

장기 냉장의 경우(관에 넣은 버터는 제외) 버터 표면의 수분이 증발되어 황색이 짙게 된다. 내면에는 영향없으나 표면의 맛만 저하시키는 경우가 있다.

7. 치즈(cheese)의 냉장

우리나라에서 공급되는 치즈는 1종 이상의 천연치즈(*Cheddar Cheese*나 *Gouda Cheese*)를 원료로 하여 유화(乳化) 살균시킨 *Processed Cheese*가 주제품이고 최근에 와서 천연치즈도 일부 수입판매되고 있다.

*Processed Cheese*의 표준성분은 수분 43%, 단백질 24%, 유지방 26%, 회분 5%, 유당기타 2%이고 이들 성분이 균일하게 유화되고 적당한 경도를 갖어야 혀의촉감(舌感)이 좋게 된다.

살균처리하는 *Processed Cheese*라도 상온에 잠시동안 보관하더라도 품질은 신속히 저하된다 즉 치즈특유의 풍미손실, 고취(古臭)의 발생, 지방산화로 조직이 노화되어 유화상태의 파괴가 초래되어 이러한 품질저하 속도를 가능한한 지연시키기 위하여 0~5°C에 냉장시키는 것은 필수

불가결한 일이다. 그러나 치즈의 동결은 현저하게 조직을 파괴하게 된다. 냉장중에서의 품질저하는 다음과 같은 현상이 일어난다.

가) 풍미

만일 상온에 보관시키면 단기간에 신선미가 상실되고 고취(古臭)가 발생한다. 이것은 냉장보관으로 장기간 보관이 가능하다.

(a) 고취(古臭)

주로 단백질의 아미노산과 젓당의 화학적 반응(maillard reaction)에 기인되며 심한 경우는 치즈 특유의 풍미를 완전히 소실하게 된다. 그러나 최근의 processed cheese는 냉장보관의 한계(限界)는 제조후 1개년 이내 이와같은 상태가 생기지 않는다.

(b) 산화취

유지방함량이 높은 버터와 같이 비교적 산화를 쉽게 받는다. Natural Cheese는 특히 이같은 경향이 강하다.

(c) 분해취

치즈의 종류에 따라 특히 Blue 치즈의 경우에는 이분해취가 또는 특징을 갖는 기타의 치즈에는 좋지 않다. Processed Cheese는 냉장중에 이 냄새가 발생하는 일은 없으나 기타의 Natural Cheese에서는 풍미상의 결합이 된다.

나) 조직

치즈에서의 조직의 양부(良否)는 꽤 중요시되고 있다. 치즈의 조직은 상당히 복잡하게 굳는데 결합성(結着性), 탄성(彈性) 및 가소성(可塑性) 등이 총합된 것으로 냉장중 이들 성질이 서서히 변화되어 조직이 불량하게 된다.

(a) 위상화(脆狀化)

치즈를 세절할 때에 끈적끈적한 것이 생기는데 대체적으로 유화상태가 파괴되는 경우가 많다. 냉장하게 되면 상당히 장기간동안 이러한 현상을 방지시킬 수 있어 고내(庫內)에서 로면(露面)과 같은 상태를 나타낸다.

(b) 페스트화(Paste)

연고상(軟膏狀)으로 접착성이 있는 상태로 되

는데 유화가 완전하지 않은 경우에 생기기 쉽다. 장기냉장에서는 치즈의 지방이 분해 침출(滲出)되어 용출하는 일은 적다.

8. 맺는말

우유와 유제품은 거의 완전식품이라고 할 수 있을 정도로 우리가 필요로 하는 거의 모든 영양소를 가장 골고루 많이 균형있게 가지고 있다. 서구 선진국사람들은 이러한 우유를 일찍부터 이용하여 왔으나 우리나라는 최근에 와서야 겨우 우유의 음용이 시작되고 있는 실정이다.

그러나 우유도 다른 식품과 같이 숙명적으로 부패변질이 용이하기 때문에 이의 효과적인 이용을 위하여는 우유의 품질을 착유, 가공, 유통보관 등에서 영양의 손실이나 식미의 저하없이 이루어져야 할 것이다. 본고에서 우유의 품질보존을 위한 저온관리방법에 대하여 기술하였다. 이 자료가 우리나라의 우유이용확대나 효과적인 우유이용에 도움이 되었으면 한다. 그리고 낙농가나 우유가공처리업자나 소비자 그리고 정책당국자 모두가 우유의 합리적인 이용방안에 노력하여 공급량을 더욱 확대하여 국민건강과 체력증진에 기여토록 노력해야 할 것이다.

참 고 문 헌

1. 이성갑, 기술사 16(1) 71-77(1983)
2. 이성갑, 기술사 16(2) 48-59(1983)
3. 이성갑, 식품과학 14(4) 27-33(1981)
4. 이성갑, 기술사 20(1) 44-51(1987)
5. 이성갑, 수산식품가공학 진로연구사(1982)
6. 下村正己, Refrigeration 53(613) 59(1973)
7. 이성갑, 기술사 18(4) 5-11(1985)
8. 이성갑, 김정학교수화갑기념논문집 287-293(1986)
9. 김영교·김영주·김현욱: 우유와 유제품의 과학 선진문화사 154, (1981)
10. 中西武雄外, 축산물 이용학, 조창서점 53(1966)
11. 송계원·장판형, 축산가공학 문운당(1986)
12. Rasic, J.L. and J.A. Kurmann: Yoghurt, Technical Dairy Pub. House Denmark p. 95, 273(1978)
13. 中江利孝, 牛乳, 乳製品, 養賢堂, 1979