

우유의 품질과 위생에 대한 문제점과 대책

강 국 회

성균관대학교 농과대학 낙농학과

1988년은 우리나라의 역사발전에 있어서 특별한 시기이다. 우리는 지금 올림픽 개최를 눈앞에 두고 있으며, 만성적인 외채의 그늘에서 벗어나 무역흑자의 경제발전이 지속되는 가운데 국민소득 3,000불의 고개를 넘어가고 있다. 어느 나라의 경우도 마찬가지 현상이지만, 국민소득이 3,000불에 도달되면 소비자 보호운동이 강화되고 식생활에 대한 관심이 높아지게 되어있다. 지금부터 약 30년전의 미국(1965년 2,905불)이 그러하였고, 15년전의 日本(1973년 3,077불)도 그러하였다¹⁾. 한국은행이 1988년 5월에 발표한 자료에 의하면 우리나라의 1987년도 1인당 국민소득은 2,826불로 되어있다. 이러한 경제지표가 아니더라도 우리의 실제 생활수준은 크게 향상되었고 배고픈 시대는 지났다. 그렇기때문에 우리 국민들도 이제는 무엇을 어떻게 먹고 입고 사는 것이 더 좋은가라고 생각하는 문화생활의 시대로 들어가고 있는 것이다.

이러한 시대적 전환기에 牛乳論爭이 벌어진 것이다. 따라서 이 분야의 관계자들은 논쟁을 회피하려고 할 것이 아니라 함께 모여 토론하고 학술정보를 교환하면서 한국 낙농의 발전과 질적향상을 위하여 노력해야 할 시기이다.

필자는 금년 5월 7일 성균관대학교 자연과학캠퍼스에서 개최된 제 26회 한국유가공연구회 춘계세미나에서 「최근의 우유논쟁에 대한 학술적 고찰」이라는 제목으로 생유의 세균문제, 우유살균의 목적, 살균유와 멸균유의 열처리 온도와 시간, 열처리에 의한 영양소의 파괴, 우유의 영양실험 사례, 그리고 세계각국의 살균시유 제조법과 특징 등을 소개하였으나²⁾, 시간과 지면(紙面)관계로 충분한 내용을 다루지 못하였는데, 이번에 새로운 자료를 정리하여 前報를 보완하려고 이 논문을 발표하는 바이다.

1. 우유논쟁의 意義

금년 봄부터 시착된 牛乳論爭은 드디어 경제기획원의 공정거래위원회가 개입하는 단계로 발전하였으며 여기서 원만한 해결이 나오지 않을 경우에는 법정에까지 연장될 조짐을 보이고 있다.

이러한 복잡한 문제에 대하여 필자가 학자의 입장에서 학술적 고찰을 하려고 하는것은 이 문제에 관심있는 수 많은 사람들에게 정확한 학술정보를 제공하여, 우유논쟁에 대한 바른 이해를 하는데 도움을 주기위한 것이다.

이 문제가 공정거래위원회 혹은 법원에서 어떻게 결론지어질 것인지 모르지만 결국은 소비자들이 어느쪽을 선택하느냐의 문제로 귀착된다. 소비자들을 위하여 굴절없는 과학적 진실과 제품의 특성이 정확하게 알려져야 하기 때문에 전문가들의 솔직한 견해가 소개되어야 한다.

이번 우유논쟁의 종결을 위해서는 다음 문제가 분명하게 규명되어야 한다.

① 열처리 조건에 따른 우유의 위생과 영양소 파괴의 문제

② 살균유와 UHT 우유의 가격문제

③ 우유광고의 문자사용에 대한 시비

이 세가지 문제중에서 필자가 언급할 수 있는 것은 ①번에 국한된다. 왜냐하면, 우유의 가격문제는 원유의 생산가, 유통과정의 건축비용, 열처리 조건에 따른 연료비, 균질기 비용, 용기의 재질과 포장비용, 유통과정의 냉장비용, 인건비 등에 대한 분석자료가 있어야 평가될 수 있고 생산자와 소비자가 만족하는 가격이 적정성이 될 것이기 때문에 필자로서는 이것을 분석할 능력이 없다.

그리고 ③번제의 우유광고문구에 대한 시비도 나로서는 언급할 문제가 아니라고 생각한다. 왜냐

하면, 필자는 평소에 식품이나 화장품, 약품 등의 광고에 소비자를 현혹시키거나 매혹시키는 과대광고가 많다고 느끼고 있기 때문에 나의 상식으로서 는 사회학적인 용어를 활용하는 광고문구의 진위를 가리기에 어려움을 느낀다.

예를 들면, 진짜우유, 참두유, 올림픽공식우유, 장수식품등에 대하여 거부감도 있지만 또한 일부 긍정적인 면도 있음을 이해할 수 있다.

따라서, 우유의 가격문제와 광고선전의 문자사용에 대해서는 그 분야의 전문가들의 분석이 필요 하다.

필자로서는 우유의 본질적인 품질문제에 대하여 본인이 직접 실험적으로 확인한 내용과 외국에서 연구된 자료를 소개하므로써 우유논쟁의 문제점 일부를 규명하고자 한다.

2. 우유의 미생물과 위생문제

우유는 미생물의 성장에 필요한 영양소를 고르게 함유하고 있기 때문에 온도가 적당하면 우유의 미생물은 급속하게 증식한다. 우유에 미생물이 증식하면 이들이 생성하는 Beta-galactosidase, protease, lipase 등의 각종 효소에 의하여 우유의 유당, 단백질, 지방등이 분해되어 우유의 맛이 변한다. 우유중에 미생물이 $10^6/ml$ 수준으로 존재하면, 이미 맛에 손상이 일어난다. 그래서, 캐나다에서는 $10^6/ml$ 이상의 세균을 함유한 원유는 市乳로 만들지 않고 공업용으로 전환시키도록 법적으로 규제하고 있다.

그러나 우리나라의 법규에는 $10^6/ml$ 의 우유를 시유로 사용하도록 허용하고 있는데, 재검토되어야 할 문제점이다. 다른 동물의 젖에 비하여 우유의 지방에는 저급지방산 함량이 높고 이들의 대부분이 triglyceride의 형태로 결합되어 있는데, 세균의 lipase에 의하여 이것이 분해되면 butyric acid 등의 냄새나는 저급지방산이 분리되기 때문에 우유맛에 손상이 쉽게 일어난다. 따라서 $10^6/ml$ 이상의 원유를 시유로 처리함에 있어 저온살균하면 맛이 좋지 않기 때문에 이러한 결점을 마스킹하기 위하여는 고온에서 끓이고 볶아 고소하게 만들 수 밖에 없는 것이다. 그러므로, 우

유의 품질을 신선하게 유지하려면 무엇보다도 세균의 오염을 막아야 한다. 우유의 미생물은 여러 종류로 구분되지만 습열(moist heat)에 대한 저항력에 따라서 다음 3군으로 나누어진다³⁾.

Class I. The microorganisms killed by conventional pasteurization e.g. the high-temperature-short-time (HTST) process with typical time-temperature combinations around 71-72°C and 15 to 30 s. This treatment eliminates most vegetative cells of bacteria like *Staphylococcus aureus*, hemolytic streptococci, the gram-negative enteric bacteria (*Escherichia coli*, *Salmonella species*), *Pseudomonas species*, *Brucella abortus*, *Mycobacterium tuberculosis*, and all yeasts and moulds.

Class II. The microorganisms resistant to HTST treatment but sensitive to UHT treatment e.g. a time-temperature combination of 1 to 4 s at 135 to 150°C.

The HTST treatment is tolerated by some thermophilic vegetative bacteria like enterococci, some micrococci, microbacteria, thermophilic lactobacilli (*Lactobacillus bulgaricus*, *L. lactis*), *Streptococcus thermophilus*. In addition, the thermophilic spore cells of aerobic and anaerobic endospore-forming bacilli (*Bacillus* and *Clostridium species*) survive HTST treatment. Dormant spores may even be activated by this treatment to germinate and produce heat-sensitive vegetative cells.

Class III. Microorganisms resistant to UHT treatment.

Especially spores of the obligate thermophilic soil bacterium *Bacillus stearothermophilus* are known to withstand UHT-treatment of milk. But also some spores of mesophilic bacilli and clostridia may survive UHT treatment, if the milk is heavily contaminated.

선진 낙농국의 원유는 대개 세균수를 20만~30만/ml 이하로 규제하고 있는데 비하면 우리나라

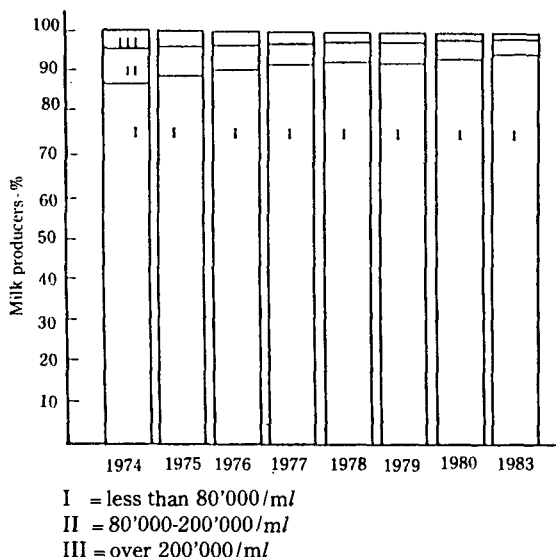


Fig. 1. Quality of raw milk based on total viable count (4).

의 경우는 아직 상당량이 10^6 /ml 수준에 머물고 있기 때문에 원유의 세균수 감소대책은 한국의 낙농업에 있어서 가장 절실한 문제이다. 선진낙농국 스위스의 경우를 보면, 다음 Fig. 1과 같이 전체 우유의 95% 정도가 세균수 8만/ml 이하이고 20만/ml 이상은 2% 정도에 지나지 않는다.

우리나라에서도 원유의 세균수를 10만/ml 이하를 목표로 개선해 나가야 하며, 세균수의 감소정도에 맞추어서 열처리 조건도 조정해 나가는 것이 바람직하다.

미국에서는 UHT에 사용할 원유의 세균수를 살균전 30만/ml 이하, 원유혼합전 10만/ml 이하로 규제하면서도, UHT 우유는 수출용으로 제조하고 있다(별첨 참조).

원유중의 세균수가 많을 경우에 고온 열처리를 하면 세균은 사멸되지만 그 세균들이 생성한 효소와 대사산물은 그대로 남게되므로 우유의 품질이 나빠지게 된다.

특히 저온성세균이 생성하는 protease와 lipase 중에는 아주 고온에서도 그 활성이 없어지지 않고 남아 있어서 우유 보존중에 gelation, bitter flavor 生成, 지방분해 등의 작용을 일으킨다⁵⁾.

이러한 문제의 해결은 生乳(원유)의 세균수를 줄이는 것이 최선의 방법이고 함유하여 즉시 5°C 이하로 냉각한 후, 가급적이면 빠른 시간내에 열

Table 1. Heat resistance of proteases and lipases from psychrotrophic bacteria.

| Microorganism | T (°C) | D (min) | z (°C) | Incomplete inactivation |
|-----------------------|--------|---------|--------|-------------------------|
| Proteases | | | | |
| <i>Pseudomonas</i> | | | | 150°C, 2.4 s |
| <i>P. fluorescens</i> | 120 | 4 | 20 | |
| <i>Pseudomonas</i> | 149 | 1.5 | 32.5 | |
| <i>Pseudomonas</i> | 150 | 1.7 | 32 | |
| <i>Pseudomonas</i> | 149 | 0.4 | | |
| <i>Pseudomonas</i> | 150 | 0.5 | 32.5 | |
| <i>P. fluorescens</i> | 130 | 11 | 34.5 | |
| <i>P. fluorescens</i> | | | | 132°C, 7 min |
| <i>P. fluorescens</i> | 150 | 27 | 28 | |
| <i>P. fluorescens</i> | | | | 140°C, 0.05 min |
| <i>B. cereus</i> | 150 | 0.016 | | |
| Lipases | | | | |
| <i>P. fluorescens</i> | 130 | 16 | | |
| <i>Pseudomonas</i> | 150 | 1.7 | 25 | |
| <i>Pseudomonas</i> | 160 | 1.25 | 37 | |
| <i>Micrococcus</i> | 160 | 1 | 63 | |

T: temperature

D: decimal reduction time (time necessary to destroy 90% of the enzyme activity, given by the authors or calculated by assuming a logarithmic order of inactivation).

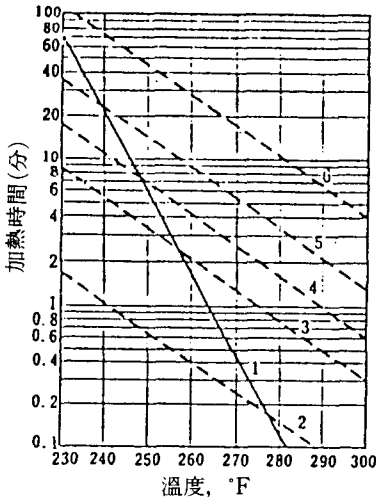
z: temperature coefficient (temperature increase in degrees Celsius resulting in a decrease of D by a factor of ten).

처리하는 것이 영양적으로 혹은 위생적으로 바람직하다.

3. 미생물의 습열(moist heat)에 의한 사멸이론과 영양소파괴의 상관

미생물이 열처리에 의하여 사멸하는 메카니즘은 아직 완전히 밝혀져 있지 않지만, 미생물의 세포를 구성하는 고분자물질(DNA, proteins, membranes 등)의 2차, 3차 구조에 열변성이 일어나기 때문으로 보고있다.

따라서, 우유중의 미생물이 열에 의하여 사멸한다는 것은 곧 그 미생물의 세포성분 혹은 영양성분이 파괴된다는 것을 의미하는 것이며, 동시에 우유의 영양소도 파괴된다는 것을 알 수 있다.



1. 가열치사시간 곡선, $F_{250} = 6.0$ 분
2. Thiamin 1% 파괴곡선
3. " 5% "
4. " 10% "
5. " 20% "
6. " 50% "

Fig.2. 세균의 가열치사시간곡선과 Thiamin의 가열파괴곡선과의 비교

이 그림의 직선 1의 선상에서는 모두 동일한 살균효과를 나타내며, 지수적으로 감소하지만 thiamin의 파괴는 온도에 따라서 매우 다르고 세균의 사멸속도 보다는 완만하다⁶⁾.

| 가열온도 | 시간(분) | Thiamin 파괴 |
|-------|-------|------------|
| 240 F | 22 | 20% |
| 250 | 6 | 10% |
| 260 | 1.7 | 5% > |
| 280 | 0.13 | 1% > |

즉, 식품의 비타민, 색소등의 열처리에 의한 파괴율은 온도 10°C의 상승에 대하여 2~3배 증가하지만, 세균의 사멸은 10배 혹은 그 이상에 도달한다. 이와같은 열처리 값을 Q_{10} Value라고 한

다. 이것이 뜻하는 것은 온도 10°C 증가(변화)에 따른 반응율의 증가(변화)를 나타내는 값이다. Q_{10} 값은 다음 공식에 의하여 구해진다.

$$Q_{10} = \frac{\text{열반응속도 } V_2 (t^{\circ}\text{C} + 10^{\circ}\text{C})}{\text{열반응속도 } V_1 (t^{\circ}\text{C})}$$

이 표에서 보는 바와 같이 온도를 10°C씩 높이면서 시간을 10분의 1 비율로 감소시키더라도 단위시간당의 화학변화율은 3배씩 높아지지만 시간 t 중의 변화율은 현저하게 감소된다.

따라서, 세균의 사멸시에 열처리 온도를 높게하는 경우, 시간을 엄격하게 단축시키지 않으면 화학반응율이 커진다.

이러한 이론적 근거에서 우유의 UHT 처리조건

Table 2. 가열온도와 열처리시간의 변화에 따른 화학반응율의 변화⁷⁾

| 熱破壞의 Q_{10} 値 = 10 (胞子) | | | |
|------------------------------|---------------------|----------------|--|
| 化学变化의 Q_{10} 値 = 3 (갈색화反应) | | | |
| 温度增加 | 同滅菌效果를 내는데 必要한 時間 t | 單位時間當의 化学变化 比率 | 時間 t 中の 变化 $A \times B \times 100$ (%) |
| A | A | B | |
| 最初の 温度 t °C | 1 | 1 | 100.0% |
| t°C + 10°C | 0.1 | 3 | 30.0% |
| t°C + 20°C | 0.01 | 9 | 9.0% |
| t°C + 30°C | 0.001 | 27 | 2.7% |

이 130°C 이상에서 2~4초의 극히 짧은 시간으로 결정된 것이다.

미생물의 Q_{10} Value=8~30(평균 10)이고 식품의 영양성분의 Q_{10} Value는 3이므로 열처리에 대한 미생물의 반응율이 훨씬 크다.

선진낙농국에서는 UHT 우유의 처리조건을 이러한 기본적인 원리에 입각해서 하기 때문에 영양소의 파괴가 크지 않지만 우리나라의 경우에는 고소한 우유를 만들기 위하여 예비가열을 80~85°C에서 5~6분 그리고 135°C 이상에서 2초정도 열처리하기 때문에 UHT 본래의 조건을 무시하고 가혹한 열처리를 하고 있는것이 문제이다. 이와같은 방식은 사급히 개선되어야 한다. 외국의 UHT 조건은 예비가열시간이 길지않고 30~40초에 지나지 않는다⁸⁾.

國內에서는 UHT 우유의 영양에 대한 연구가 전혀 없기 때문에 외국에서 연구된 UHT처리 우유의 영양손실과 살균유의 자료를 많이 인용하고 있지만, 외국의 UHT 처리조건이라는 것은 앞에서 지적한 바와 같이 우리의 경우와는 큰 차이가 있는 것이다. UHT의 표준조건에서 처리된 우유의 실험결과를 그렇지 못한 우리나라의 UHT 처리유에 직접 인용하는 것은 무리한 주장이다. 외국의 UHT 자료를 인용하려면 우리의 UHT 처리조건을 외국의 것에 맞추어야 한다. 우유논쟁의 바람으로 각 유업체에서 UHT 처리조건을 신중히 재 검토하고 있다는 이야기가 전해지고 있는데 다행한 일이라고 생각된다.

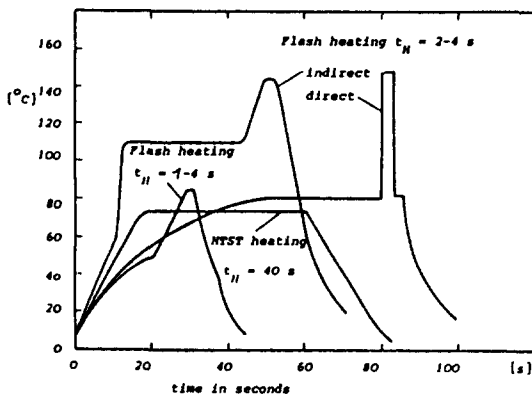


Fig. 3. Heating temperature as a function of time in the sterilization and pasteurization of milk. t_H = holding time (8).

적어도 고소한 우유만들기의 경쟁은 차체에 완전히 포기하고 소비자들에게 고소한 우유가 우유 본연의 맛이 아니라는 것을 홍보해야 한다. 소비자들이 고소한 우유를 찾았던 이유는 우유에 대한 不信 때문이었다. 물타지 않은 우유라면 지방과 유고형분이 그대로 들어있으므로 고소할 것 아닌가라는 생각에서 고소한 우유로 표현했을 뿐이지 우유를 끓이고 볶아서 고소하게 만들어 달라는 의미가 아니었다는 것을 인정해야 한다.

소비자들은 우유 본래의 맛을 원하고 있고 그것이 가장 유익하라는 것을 우유 관계자들은 일반 소비자들에게 교육과 홍보를 하여야 한다.

고소한 우유에서 탈피하여 우유 본래의 맛을 내기 위해서는 생유의 세균수를 $10^6/m^l$ 이하로 낮추지 않으면 안된다. $10^6/m^l$ 이상의 생유는 이미 맛에 이상이 나타나기 때문에 이것을 마스킹하기 위해서는 고온에서 끓여 고소하게 할 수 밖에 없으며, 이런 과정에서 영양소와 파괴가 심한 것이다.

4. 우유 살균법의 변천과 UHT

우유의 살균은 본래 63~65°C에서 30분간 처리하는 저온살균법(Low Temperature Long Time=LTLT)이 채택되었는데 이 조건이 선정된 것은 우유중의 병원성 세균중에서 가장 내열성이 강한 결핵균을 파괴시키는데 그 목적이 있었다.

그러나, 이 방법은 처리시간이 많이 걸리고 연속작업이 안되기 때문에 이런 결점을 보완하여 개발된 것이 High Temperature Short Time (HTST)법인데 이것은 71~72°C에서 15~30초간 열처리하는 점으로서, 살균효과는 LTLT와 같다.

이 두가지 방법이 살균시유(市乳)의 대표적인 열처리조건인데, 최근에는 UHT-pasteurization(100°C 이하의 고온에서 순간 살균)이라는 방법도 이용되고 있으며 이것을 Flash heating법이라고도 부른다.

점점 고온열처리장치가 개발되어 감에 따라 우유의 열처리조건도 고온 단시간형으로 변해가고 있는데 Ultra-High Temperature(U. H. T)장치가 그 위력을 발휘하고 있다. 이 장치가 日本과 한국에 도입되면서 초고온순간살균법이라고 이름 붙여졌다.

우리나라에서도 1960년대에는 LTLT법으로 우유를 처리하였으나 원유의 세균수가 많고 유통과정에 냉장고 보급이 부족하여 반품이 많이 발생하는 등의 문제가 야기되어 점차 초고온열처리의 방법으로 전환하지 않을 수 없었다. 그리하여, 1987년까지만하여도 모든, 우유처리장은 초고온열처리장치(UHT)로서 시유를 제조하였다. UHT 장치 보급에 있어서는 선진낙농국을 훨씬 앞서가고 있는 것이다. UHT는 Ultra-High Temperature의 머리글자를 딴 것인데, 이 장치의 열처리 목적은 멸균유(sterilized milk)를 생산하기 위한 것이다. UHT 우유는 다음과 같이 정의되고 있다³⁾.

The purpose of the ultra-high temperature(UHT) treatment of milk is to produce a sterilized milk which must:

- 1) keep without deterioration i.e. remain stable and of good commercial value for a sufficient period to satisfy commercial requirements.
- 2) be free of microorganisms and toxins harmful to the health of consumers, and
- 3) be free of any microorganisms liable to proliferate during storage.

On this basis, the term "sterilized milk" means that the final product has not to be absolutely sterile. It may contain living microorganisms that are inhibited under the prevailing storage conditions. It has therefore been denominated a sterile milk in a commercial sense.

To achieve the listed goals, it is necessary to define the microbiological quality of the raw milk to be used for the UHT treatment and the physical conditions of the UHT process which must be compatible with the microbiological status of the raw milk as well as with the desired organoleptic and keeping qualities of the produced UHT milk. In addition, aseptic packaging of the product and a proper microbiological control of the whole process are of equal importance.

따라서, UHT 장치로 멸균한 우유의 포장은 본래 무균포장(aseptic packaging)하여 실온 혹은 냉장에서 장기간 보존되도록 하는것이 목적이었다. 외국에서는 그와같이 시행하고 있다.

그러나, 日本과 한국에서는 UHT 장치로 멸균한 우유를 무균포장의 과정을 거치지 않고 보통조건에서 용기에 충전하고 있기 때문에 충전과정에서 세균오염을 받게된다. 따라서 실온보존이 불가능하고 냉장보관할 수 밖에 없는 것이다.

이와같은 시유의 제조과정은 결국 초고온 열처리에 필요한 연료소모가 많고 영양소의 파괴도 크지며, 유통과정의 냉장비용이 비싸지게 마련이어서 경제적, 영양적으로 2중 3중의 손실을 초래하게 된다.

따라서 우리나라에서도 UHT 처리우유는 외국과 같이 무균포장하여 실온 유통하도록 해야할 것이며, 이에 필요한 법규의 개정이 선행되어야 한다.

외국에서는 시유의 제조에 주로 살균법(LTLT, HTST)을 적용하고 있다. 저온살균장치도 1960년대에는 2중솔로된 탱크에 원유를 넣고 30분간 끓이는 형식이었으나 최근에는 열교환장치를 거쳐 순간적으로 63°C로된 우유를 Holding tank에서 30분간 유지하는 방식이기 때문에 온도와 시간 조절이 정확하게 이루어진다. HTST의 경우는 LTLT보다 시간이 짧게 걸리고 연속살균이 되기 때문에 살균시유의 대표적인 방법이다. UHT도 HTST보다 열처리에 소요되는 시간이 더 걸린다.

UHT 우유를 비교적 많이 생산하는 나라로서는 프랑스, 독일, 이탈리아인데 이들 나라에서 UHT 우유를 생산하는 배경은 우리의 경우와는 다르다.

우선, 이들 세 나라는 우유를 음용으로 사용하는 비율이 우리의 76.6%(1987년 낙농관계자료, 농수산부)에 비하여 훨씬 적으며, 약 30%로 추정되고, 대부분의 우유를 치즈와 발효유로 만들어 먹고 있다.

세계에서 치즈를 가장 많이 먹는 나라가 프랑스, 독일, 이탈리아이며, 1인당 연간 소비량이 프랑스 20.7kg, 이탈리아 16.7kg, 서독 15.8kg이다(IDF, 1985). 그리고, 이들 세 나라에서는 우유가 과잉생산되기 때문에 그것을 장기간 저장하면서, 과자, 빵, 요리용으로 사용하기 위하여 UHT 우유를 만들고 있고 외국에 원조를 주거나 수출하고 그리고 선박, 열차, 군부대등의 냉장시설이 부족한 곳에 공급하기 위한 것이다.

프랑스의 경우를 보면, 1986년에 농축이나 가당

하지 않은 신선한 우유와 크림의 수출량이 717, 852톤이며 수입은 122, 682톤으로서 수출량이 수입보다 약 6배 많다¹¹⁾. 그렇기 때문에 프랑스에서는 다른 나라보다 UHT 우유의 생산량이 통계자료에 높게 나타나고 있음을 알 수 있다. 스위스같은 나라에서는 국민들의 생활이 매일 쇼핑하는 습관에서 서서히 변하여 주 1회로 하는 주부들이 늘어나면서 영양소에서는 다소 손실이 있더라도 장기간 보존할 수 있는 UHT 우유를 원하고 있어, 최근에는 약간씩 UHT 우유의 소비가 증가되고 있으나 역시 대부분은 살균우유를 원하고 있다.

1986년도의 EC 9개 나라중에서 살균우유와 UHT 우유의 생산량을 보면 Table 3과 같고, 이중에서 독일, 프랑스, 이탈리아가 많이 생산하고 있으나, 스웨덴, 노르웨이, 핀란드, 미국, 캐나다, 뉴질랜드, 호주, 동유럽국가에서는 UHT를 거의 생산하고 있지 않다.

현재 세계 각국에서 생산되고 있는 음용우유의

열처리조건은 다음과 같다.

韓國의 음용우유 { 살균우유 : 63°C 30분 (LTLT)
한국형 : 80~85°C 5~6분 + 130°C 2~3초
UHT 우유
멸균우유 : 80~85°C 5~6분 + 140°C 2초

日本의 음용우유 { 살균우유 { past { 63°C 30분 (LTLT)
72°C 15초 (HTST)
변칙 { 75°C 15분
past { 85°C 15초
UHT 살균 : 80~85°C 5~6분 + 120~130°C 2초
LL(보존우유) : UHT, 80~85°C 5~6분 + 135~140°C 2초

歐美의 음용우유 { 살균우유 { 63°C 30분 (LTLT)
72°C 15초 (HTST)
멸균우유 { UHT : 135~150°C 0.5~4초
고압멸균 : 110~130°C 10~30분

Table 3. Sales of liquid milk by type of treatment in EEC.

| Country | Year | Type of Milk | | | Total '000tonnes |
|----------------|---------|----------------------------|---------------------------|--------------------|------------------|
| | | Pasteurized '000tonnes (%) | Sterilized '000tonnes (%) | UHT '000tonnes (%) | |
| Germany | 1977 | 1783 (61) | 58 (2) | 1094 (37) | 2935 |
| | 1986 | 1795 (51) | 27 (1) | 1714 (48) | 3536 |
| France | 1977 | 1607 (53) | 573 (19) | 795 (26) | 3014 |
| | 1986 | 929 (23) | 379 (9) | 2685 (67) | 4000 |
| Italy | 1976 | 1426 (56) | 837 (33) | 204 (8) | 2525 |
| | 1984 | 1315 (47) | 435 (16) | 985 (35) | 2790 |
| Netherlands | 1976 | 805 (78) | 233 (22) | | 1038 |
| | 1986 | 813 (85) | 145 (15) | | 958 |
| Belgium | 1977 | 49 (7) | 550 (81) | 80 (12) | 679 |
| | 1986 | 32 (4) | 480 (62) | 266 (34) | 778 |
| Luxembourg | 1976 | 22 (96) | 1 (4) | | 23 |
| | 1986 | 25 (81) | 2 (6) | 4 (13) | 31 |
| United Kingdom | 1974/75 | 6269 (92) | 515 (7) | 37 (1) | 6821 |
| | 1986/87 | 4604 (93) | 267 (5) | 59 (1) | 4930 |
| Irish Republic | 1975 | 373 (100) | — | — | 373 |
| | 1986 | 523 (100) | — | — | 523 |
| Denmark | 1976 | 523 (100) | — | — | 523 |
| | 1986 | 536 (100) | — | — | 536 |
| Greece | 1980 | 200 (91) | — | 20 (9) | 220 |

(EEC Dairy Facts and Figures 1987)

ULTRA-HIGH TEMPERATURE (UHT) SIERILIZATION

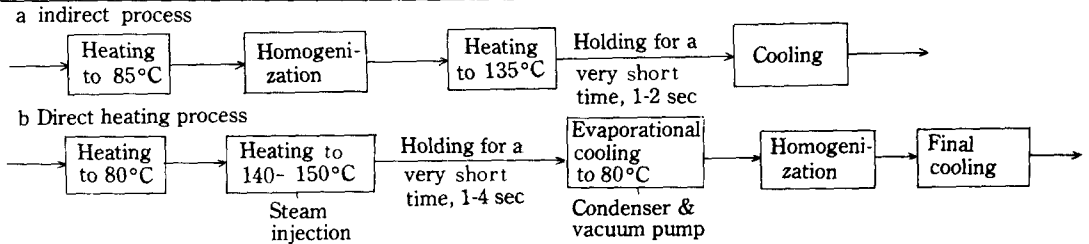


Fig. 4. Classes of UHT sterilizing process (9).

이상과 같이 UHT의 열처리 조건을 보면 한국과 일본에서는 예비가열을 너무 강하게 주고 있어서 이러한 조건에서 처리된 우유는 영양소의 파괴가 외국의 UHT 우유에 비하여 훨씬 크다고 보아

한국의 UHT 처리조건이 실제로 어떻게 진행되고 있는지 처리온도의 기록표 (Temperature Recording Chart)가 공개되어 있지 않아서 정확하게 알 수 없다. 이러한 자료도 전문가들에게는 공개되어야 할 필요가 있다. 특히, Fig.5에서 보는 바와 같이 UHT 우유생산공장에서는 최근에 열처리 조건을 대폭적으로 변경하고 있음을 알 수 있는데, 생유의 세균수가 여전히 높은 것을 가지고 열처리만을 약화시킬 경우, 잔류세균으로 인한 품질저하의 우려가 있으므로 사전에 충분한 기술적 검토가 있어야 할 것이다.

5. 살균유(pasteurized milk)와 UHT 우유의 영양가 비교

살균시유(pasteurized milk)와 멸균시유(UHT milk)의 영양가 문제를 이해하기 위해서는 다음의 조건을 먼저 알아야 한다.

살균유 : 63°C ~ 65°C 30분(LTLT)
 71°C ~ 72°C 15초(HTST)
 80°C ~ 90°C 1~4초(Flash Heating)
 멸균유 : 85°C 5~6분 + 135°C 이상 2초(UHT) ... 한국
 80°C ~ 85°C 30초 + 135°C 이상 2초(UHT) ... 외국

UHT 장치는 대단히 높은 온도에서 열처리하는 것이기 때문에 이 장치에 대한 우유의 영양소 파괴 문제는 중요한 관심사가 아닐 수 없다. 그래서 외국에서는 수 많은 연구보고가 나와있다.

살균법과 UHT 처리에 의한 우유의 영양소 변화를 보면 비타민에서는 Folic acid와 비타민C가 살균법(LTLT, HTST)보다 UHT에서 더 많이 파괴되었고(Table 4), Lysine도 살균법보다는 UHT에서 더 많이 손실됨을 보여주고 있으며(Table 5), 특히 whey protein에서는 현저한 차이를 나타내고 있다(Table 6~7).

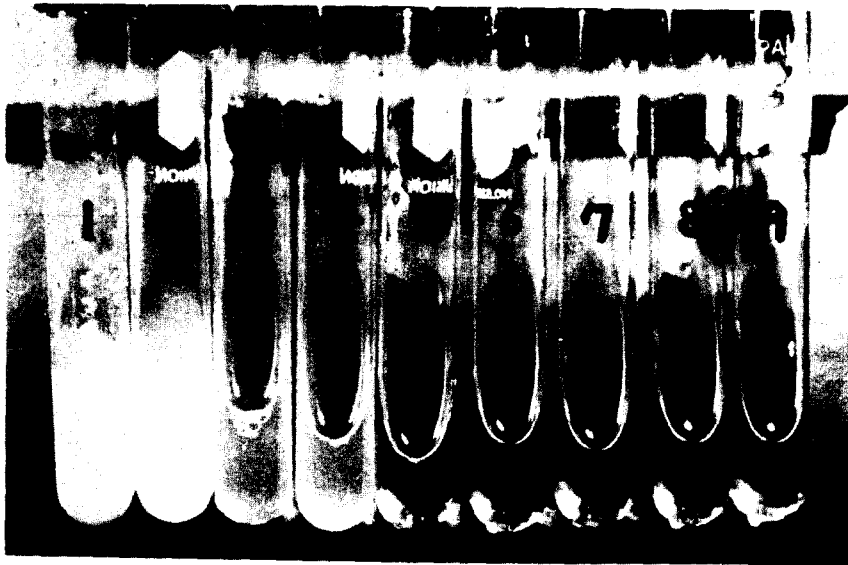
우유의 열처리에 의한 단백질의 변성을 나타내는 하나의 지표가 Turbidity test(백탁검사)인데 Table 7에서 보는 바와 같이 UHT 처리우유에 비하여 살균우유는 현저히 높은 수치를 나타내고 있다.

* Turbidity Test¹²⁾

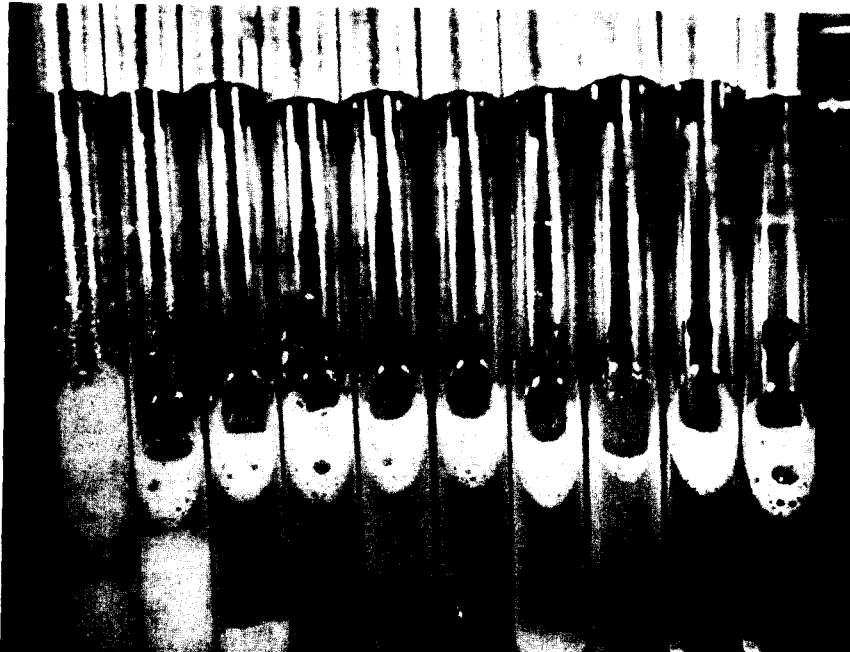
100ml 비커 혹은 삼각플라스크에 실온의 우유 20±0.5ml를 취하고, ammonium sulphate(분석용 A.R) 4±0.1g을 첨가하여 1분간 흔들어 용해한 다음, 4분간 그대로 방치한다. 이것을 Whatman 여과지 No.2 혹은 42로 6부 시험관에 여과하고, 이때 여과액은 반드시 투명해야하며, 여과액 5ml를 5~6부 시험관에 취하여 끓는 물속에 5분간 넣었다가 꺼낸다. 이 결과, 내용물이 혼탁하거나 흰침전물이 있으면 whey protein이 존재하는 것으로서 Turbidity Test Positive라 한다. 이 방법이 1981년부터는 IDF에서 채택되고 있지 않으나 나라에 따라서는 이용되기도 한다.

외국에서의 UHT 우유는 Turbidity test positive를 나타내도록 열처리 조건을 설정하고 있다. 병멸균우유는 이 시험에서 Negative를 나타낸다.

이 시험방법은 육안으로 쉽게 판별할 수 있는 편리한 방법이지만 定量方法이 아니기 때문에 定量하기 위해서는 여과액을 가지고 Lowry법으로 측정할 수 있다²⁷⁾.



1. 生乳(++++)
2. 저온살균유(++++)
3. Long life(+)
4. BG-UHT(+)
5. SU-UHT(-)
6. VR-UHT(-)
7. HT-UHT(-)
8. JU-UHT(-)
9. NA-UHT(-)



1. 生乳(++++)
2. 저온살균유(++++)
3. Long life(++)
4. BG-UHT(+)
5. SU-UHT(+)
6. HT-UHT(+)
7. SW-UHT(++)
8. MA-UHT(+)
9. 영국-Steril. (-)
10. 일본 Long life(-)

Fig. 5. 각종 열처리 우유의 Turbidity test

上: 1988. 5. 11 분석, 下: 1988. 6. 29 분석, 5월~6월 사이에 UHT 우유의 열처리조건이 대폭적으로 개선되었음을 이 사진으로 알 수 있다. 그러나 원유의 세균수가 충분히 감소되지 않을 경우에는 잔류세균의 위험성이 높아진다.

Table 4. Influence of heat-treatment of milk on the vitamin composition. Typical values representing the vitamin content and the percentage losses on heating.

| Vitamin | Raw Milk Vitamin 100g | Pasteurized | | In-bottle sterilized | | UHT sterilized |
|-------------------------|--------------------------|-------------|--------|----------------------|---|---------------------------------|
| | | HTST | Holder | 155° 30 min | 100° 15 min after UHT pre-treatment | Direct or indirect processes |
| Thiamin | 45 µg | < 10 | < 10 | 30 | 20 | 10 |
| Riboflavin | 180 µg | ns | ns | ns | ns | ns |
| Nicotinic acid | 80 µg | ns | ns | ns | ns | ns |
| Vitamin B ₆ | 40 µg | < 10 | < 10 | 20 | 15 | 10 |
| Vitamin B ₁₂ | 0.3 µg | < 10 | < 10 | < 90 | < 60 | 10 |
| Pantothenic acid | 350 µg | ns | ns | ns | ns | ns |
| Biotin | 2.0mg | ns | ns | ns | ns | ns |
| Folic acid | 5.0 µg | < 10 | < 10 | 50 | < 30 | 15 |
| Vitamin C | 2.0g | 20 | 20 | 90 | 60 | 25 |
| Vitamin A | 30 µg | ns | ns | ns | ns | ns |
| Vitamin D | 22ng | ns | ns | ns | ns | ns |
| Vitamin E | 86 µg | ns | ns | ns | ns | ns |
| β-carotene | 17 µg | ns | ns | ns | ns | ns |

ns-no significant loss

Table 5. Availability of lysine.

| heat treatment | | mean losses(%) of available lysine |
|----------------------------------|----------|---------------------------------------|
| pasteurization | (n = 6) | 1,8 |
| UHT, direct | (n = 7) | 3,8 |
| UHT, indirect | (n = 13) | 5,7 |
| in polyethylene sterilization | (n = 9) | 8,9 |
| in glass sterilization | (n = 7) | 11,3 |

n = number of samples analyzed

Table 6. The whey protein nitrogen(WPN) in consumption milk (mg/100 g).

| heat treatment | | mean value | min. | max. |
|----------------------------------|----------|------------|------|-------|
| raw | (n = 26) | 95,5 | 71,2 | 110,8 |
| pasteurization | (n = 8) | 80,8 | 70,8 | 93,1 |
| UHT, direct | (n = 11) | 38,8 | 31,6 | 47,7 |
| UHT, indirect | (n = 15) | 27,6 | 22,1 | 35,7 |
| in polyethylene sterilization | (n = 12) | 20,5 | 16,0 | 22,9 |
| in glass sterilization | (n = 9) | 21,9 | 15,9 | 25,5 |

n = number of samples analyzed

Table 7. Chemical changes in heat treated milk.

| | Whey protein nitrogen (mg/100 g mean) | Turbidity | Lysine loss (%) | Lactulose (mg/ml) |
|-----------------------|--|-----------|--------------------|----------------------|
| Raw | 95.5 | | | |
| Pasteurized | 80.8 | 771 | 0.7-2.0 | 0.1 |
| UHT direct | 38.8 | 181 | 0-4.3 | 0.3 |
| UHT indirect | 27.6 | 14.2 | 1.7-6.5 | |
| Sterilized (glass) | 21.9 | 0.8 | 3.3-13 | 2.9 |

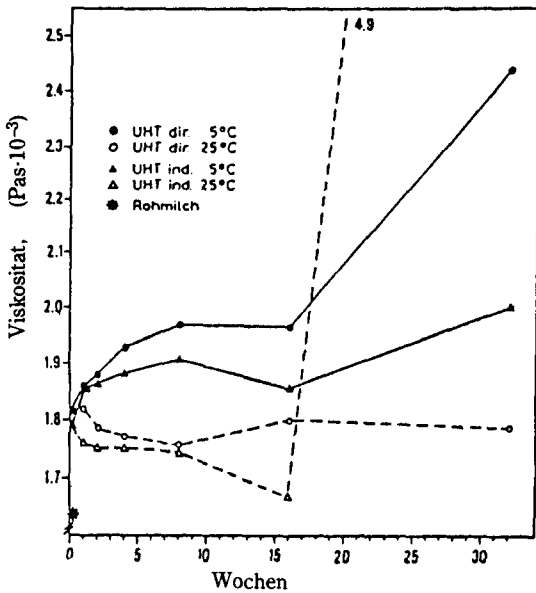


Fig. 6. UHT 우유보관중의 점도변화.

UHT 우유의 보존중의 온도에 따라서 점도가 크게 변화된다는 것을 다음 그림에서 알 수 있다²⁸⁾.

이상에서 보는 바와 같이 우리나라의 시유는 작년까지만 해도 100% UHT 우유였음에도 불구하고 이에 대한 영양소파괴, flavor 문제, 보존중의 품질변화와 영양소손실문제 등에 대한 검토가 전혀 연구되지 않았다는 것은 매우 안타까운 일이다.

앞으로 UHT 우유의 제조에 관한 몇가지 검토 사항에 대하여, Dunkley and Stevenson(1987)의 지적사항을 소개하면 다음과 같다⁴⁴⁾. 한국에서 검토되어야 할 문제들이다.

1) 풍미결함에 대한 문제

UHT 처리에 의한 cooked flavor, UHT-milk flavor(heated flavor), stale flavor, 열저항성 효소에 의한 bitter and rancid flavor, 저장조건과 flavor 생성의 상호관계.

2) physical defects의 메카니즘과 조절

gelation 문제, sediment 형성, protease에 의한 gel화, 지방분리, 갈변화와 Maillard 반응과 그 생성물.

3) UHT 가공처리과정의 개선

온도조절의 균일성, 열처리의 균일성, Clos-

tridium botulinum의 잔류문제와 억제조건, 내열성 미생물의 효소불활성화.

4) 포장용기와 포장방법의 개선

포장용기의 멸균, 포장과정의 무균상태, 유효기간, 포장의 신속화, 저장기간중의 영양소 파괴문제.

5) 품질확인 문제

미생물과 효소활성의 검출, 포장용기의 안전성, 제품의 유효기간과 안정도를 예측하는 방법, 품질 확인의 자동화와 컴퓨터화, 잔류하는 H₂O₂의 검출(H₂O₂로 살균한 용기에 증류수를 채웠을 때 0.5 ppm 이하일 것).

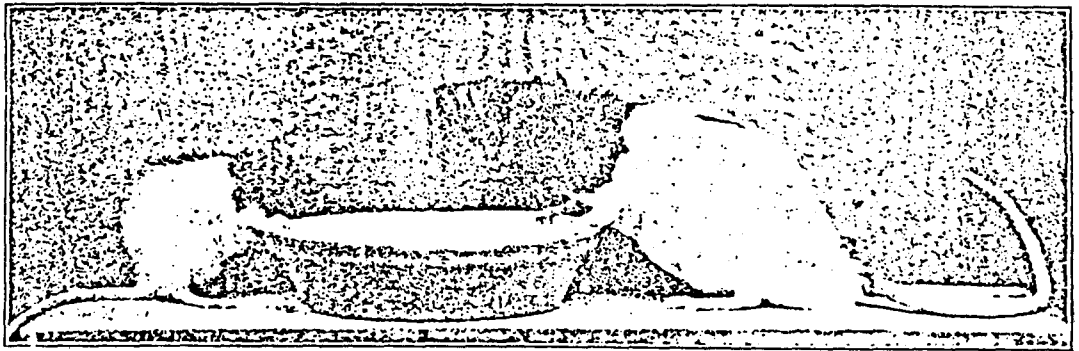
미국의 우유는 PMO⁴⁵⁾와 21CFR113 등의 법규에 적용되고 있으나, 이들 각종 법규간에 상호모순되는 점들이 있기 때문에 앞으로는 HACCP(The Hazard Analysis Critical Control Point) System을 미국의 모든 식품에 적용하는 것이 좋다고 Food and Nutrition Board Subcommittee⁴⁶⁾는 추천하고 있다.

6. 살균유와 UHT 우유의 영양실험

한국에서는 시유의 영양실험이 전혀 보고된바 없으나, 외국에서는 살균유와 UHT 우유의 영양을 비교 검토하기 위해서 많은 연구가 수행되었다.

일본에서도 岡田와 佐野는 生乳와 각 온도에서 열처리한 우유를 생쥐에게 먹인 실험을 하였는데, 80°C 5분 이상 가열한 우유를 먹인 쥐는 생유를 먹인 것에 비하여 수명이 단축되었다. 60°C, 80°C, 100°C, 120, 140°C에서 30분씩 가열한 경우에 60°C에서는 생쥐의 성장이 생유 먹인것에 유사하게 체중증가를 보였으나, 80°C 이상의 열처리 우유에서는 수명이 단축되었으며, 그 정도는 열처리 온도가 높을수록 더 심하였다²⁹⁾.

Mattick and Golding(1931)은 생우유와 100°C 30분 열처리한 우유(F), 그리고 지하실에 24시간 방치했던 원유를 100°C 30분 열처리한 후, 다시 지하실에 24시간 방치한 것(K)을 Rat에게 먹인 결과, 생우유를 먹인 군에서는 17마리의 새끼를 낳아서 1마리가 죽고, 16마리가 생존하였으며 체중증가도 좋았고 열처리(F)우유를 먹인 군에



XV.

XIII.

The small rat (buck XV.) fed on sterilised milk was 133 days old and the larger one (buck XIII.) fed on raw milk was 137 days old when photographed. Their weights were respectively 74 and 268 g.

서는 10마리의 새끼를 낳아서 3마리가 죽고 7마리가 생존하였는데, 지하실저장(K) 우유에서는 새끼 2마리만을 낳았고 모두 생존하였으며, 체중증가도 생우유 먹인것 보다 1/10에 지나지 않았다³⁰⁾.

위의 사진은 99~100°C 30분간 열처리한 멸균유를 133일 먹인 Rat 74g과 생우유를 137일간 먹인 Rat 268g의 차이를 보여주고 있다.

그리고, 7 어미로부터 받은 36마리 Rat를 3군으로 나누어, Raw, Past(63°C 30분), Ster(100°C 30분)의 3종류 우유를 7월 8일부터 11월 3일까지 먹인결과, Raw에서는 최초의 총무게 488g이 1538g으로, Past는 480g에서 1412g으로, Ster는 486g에서 763g으로 각각 증가하여 Fig. 7과 같은 증체곡선을 보여주고 있다³⁰⁾.

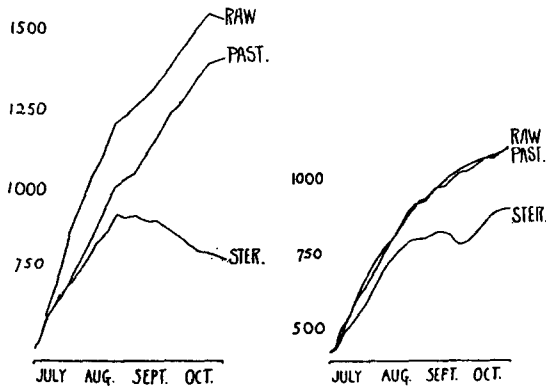


Fig. 7. Total weights of bucks(left) and does (right) in each group.

Mattick and Golding(1936)은 Rat(흰쥐)에게 생우유를 먹였을때 5세대까지 살았고, 살균유를 먹인것은 4세대까지, 멸균유를 먹인 흰쥐는 1세대만 살았다. 생우유를 먹은것은 한마리도 죽지 않았고, 살균유를 먹은것은 1마리, 멸균유를 먹은것은 6마리가 죽었다. 생우유와 살균유를 먹은 흰쥐들이 멸균유를 먹은 쥐들보다 훨씬 체중증가가 높았다. 생우유를 먹은 흰쥐들이 살균유를 먹은 흰쥐보다 3세대에서는 체중증가가 높았다. 그러나 1세대와 2세대에서는 차이가 없었다. 살균유를 먹은 흰쥐들은 2,3세대에 머리털이 빠지고(생우유에서는 빠지지 않았고) 이것은 비타민 B의 결핍에 의한 것이다. 8개월 동안 멸균유를 먹은 쥐에게 생우유로 바꾸어 11주간 먹었을 때 좋은 체중증가를 보였다. 뼈의 분석에서는 생우유와 살균유를 먹은 것에서 큰 차이가 없었다. 적혈구와 피의 hemoglobin의 함량에 있어서 생우유와 살균유 사이에 차이가 없었다. 살균방법은 생우유를 63°C 30분간 가열처리 하였다³¹⁾.

Frank(1932)등은 생우유를 먹은 아이들과 열처리 우유를 먹은 아이들간에 평균체중과 평균 신장의 차이가 없었으며 생우유를 주로 많이 먹은 아이들에게 디프테리아, 홍역, 장내질병, 리켓치아 병이 더 많이 발생하였다³²⁾고 보고하였다.

Anderson(1940)등은 생우유를 먹인 개의 성장과 번식은 매우 좋았으나 evaporated milk로 키운것은 어린새끼때에 근육영양장애, 심낭, 폐, 뇌에 출혈이 있었으며, 이때 비타민E를 첨가하면 치료하는데 효과적이라 하였다. evaporated milk로 먹이다가 raw milk로 바꾸어 먹이면 체중증가가

뚜렷하게 높아진다. 살균유는 evaporated milk와 생유의 중간적인 영양가를 보존하였다³³⁾.

Deeth(1983)에 의하면 milk fat globule membrane(MFGM)에 결합되어 있는 Xanthine oxidase는 균질처리 과정에 의하여 생물학적 기능성이 3.5배 증가되며 착자에서의 흡수가 촉진되어 이것이 plasmalogen을 파괴하여 Atherosclerotic heart disease의 발병에 원인이 된다는 가설을 주장하였는데 이에대한 반대 주장도 되풀이되고 있다³⁴⁾.

Groot and Engel(1956)은 Rat에게 生乳, 저온살균유, 멸균유를 자유섭취시킨 결과, male과 female에 있어서 모두 고형분섭취 단위그램당의 42일간 증체량은 생유 0.409, 저온살균유 0.373, 멸균유 0.368그램으로서 열처리가 강할수록 영양소의 손실이 커진다는 것을 입증하고 있다. 이러한 현상은 돼지의 실험에서도 같은 경향으로 나타났다⁴²⁾.

송아지 36마리에게 3주동안 균질한 생유, 저온살균유(63°C 30분), UHT 우유(135°C 1~3초)를 먹인 결과, 생유와 저온살균유를 먹인 것이 UHT 우유를 먹인 것보다 증체량이 유의하게 높게 나타났다는 것을 Shillam 등(1960)은 보고하였다.

우유의 영양가치는 여름과 겨울에 따라서 어떻게 달라지는가를 실험한 것을 보면 Rat로서 10월에 실험한 경우는 30주간에 있어서 생유나 저온살균유의 사이에 생육에 차이가 없었고, 첫 6주간의 일일 증체량은 4월에 시작한 것이 10월에 시작한 것보다 낮았으며, 4월에는 저온 살균유에 의한 Rat生育이 생유에서 보다 낮았다고 Elvehjem

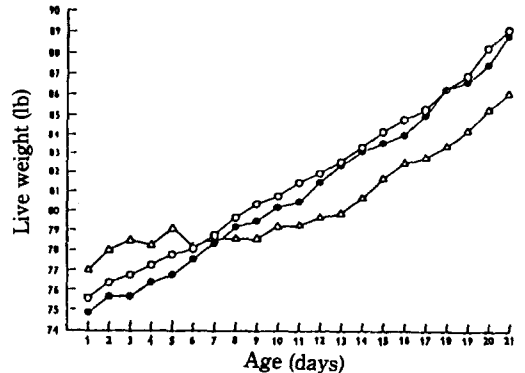


Fig. 8. Growth rate of calves given raw, pasteurized or U.H.T.-treated milk, ○, raw milk; ●, pasteurized milk; △, U.H.T.-treated milk.

and Hart(1934)가 보고하였다³⁷⁾.

Gram and Natvig(1956)과 Blackwood 등(1936)도 생유와 저온살균유의 영양가에는 차이가 없다는 것을 유아와 유치원생 그리고 송아지를 가지고 실험하여 입증하였다³⁹⁾.

Bartlett 등(1940)은 계절에 따라 우유의 영양가 실험을 한 결과, summer milk가 raw이든 Pasteurized milk이든 winter milk보다 Rat의 증체에 좋은 효과가 인정되었다⁴⁰⁾고 하였다.

이 그림은 우유중의 고형물 섭취량당 증체량으로 표시된 것이다. (Fig. 9).

Sieber 등(1980)은 Rat에게 Raw, Pasteurized, UHT의 3종류 우유를 먹이면서 9세대까지의 증체량을 조사한 결과, 生乳가 가장 좋았고, 그 다음이 Pasteurized milk였으며, UHT 우유가 가장 불량하였다고 하였다. 이들은 사료제조에 있어서 Diet kg당 Cellulose powder 40g,

Table 8. Mean figures for weight gain and food consumption of male and female rats fed mineralized raw, pasteurized and sterilized milk during 42 days.

| Milk | Sex | Weight (g.) | | | Increase per day (g.) | Milk intake (ml.) | Solid* intake (g.) | g. gain per g. solid intake |
|-------------|--------|-------------|-------|----------|-----------------------|-------------------|--------------------|-----------------------------|
| | | Initial | Final | Increase | | | | |
| Raw | Male | 38.9 | 157.2 | 118.3 | 2.82 | 2492 | 289 | 0.409 |
| Pasteurized | Male | 39.2 | 154.2 | 115.0 | 2.74 | 2651 | 308 | 0.373 |
| Sterilized | Male | 38.7 | 158.0 | 119.3 | 2.84 | 2814 | 324 | 0.368 |
| Raw | Female | 35.0 | 121.3 | 86.3 | 2.05 | 2011 | 233 | 0.370 |
| Pasteurized | Female | 34.7 | 123.8 | 89.1 | 2.12 | 2358 | 274 | 0.325 |
| Sterilized | Female | 34.9 | 120.3 | 85.4 | 2.03 | 2377 | 273 | 0.313 |

* Total solids in raw and pasteurized milk 11.6% in sterilized milk 11.5%.

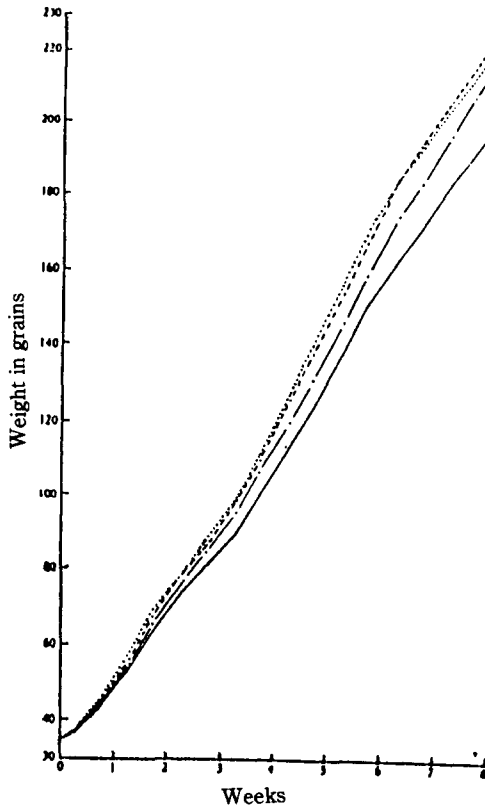


Fig. 9. Average growth curves(11 ♂♂ each) of rats receiving *ad lib.* the experimental milks with added sugar and supplemented with minerals.
 ○○○○○○ Raw summer milk. ----- Pasteurized summer milk. ●-●-●-● Raw "winter" milk. ----- Pasteurized "winter" milk.

Saccharose 100g, 동결건조분유 660g, 미네랄믹서 11g, 비타민믹서 20g에 쌀전분을 첨가하여 1,000g이 되도록 혼합하였다. 여기에 첨가된 비타민믹서, 미네랄믹서, 그리고 Raw, Past, UHT에 비타민 A, E, B₁, B₂, 니코틴산을 보충하였

Wachstum der F₁-und F₉-Generation

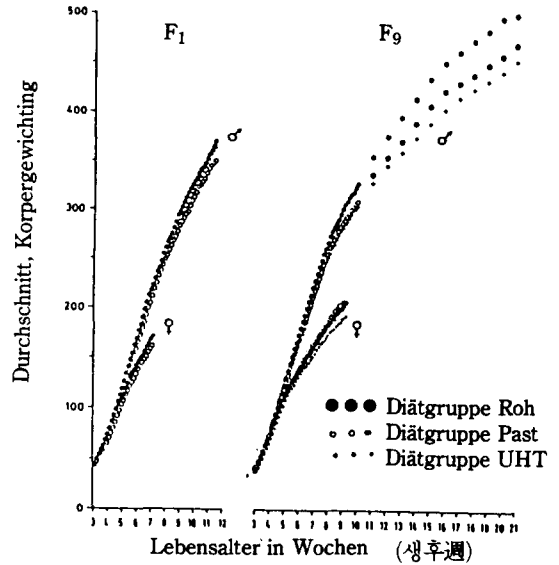


Fig. 10. Sprague-Dawley/SIV 50의 세대별 증체량 비교⁴¹⁾.

다⁴¹⁾.

김 등(1988)은 한국의 우유를 가지고 Rat의 성장에 미치는 영향을 실험하기 위하여 Rat(M) 50~59그램 30마리를 6군으로 나누어 Control, Raw, LTLT, Autoclave, 市中저온살균유, 市中 UHT 우유를 1일 3회 5 ml씩 주사기로 경구투여하였다. 같은 Bulk tank의 원유에서 Raw, 63°C 30분의 LTLT, 115°C 20분의 Autoclave 우유를 매일 만들어 실험에 사용하였다³⁵⁾.

이 실험에 사용한 우유의 주요 성분함량은 다음 Table 9와 같고 단백질은 켈달법, 지방은 Babcock법, 유당은 Teles 등의 방법⁴³⁾, 세균은 SPC법으로 측정하였다.

Table 9. 실험용 한국 우유의 주요성분 및 Rat의 평균 증체량

| | 수분% | 단백질% | 지방% | 유당% | 세균수 ml | 7 일간 Rat 증체량 (g) |
|------------------|------|------|-----|------|----------------------------------|------------------|
| 대조구 | | | | | | 6.2 |
| 생유 | 88.6 | 3.10 | 3.1 | 4.13 | 10 ⁴ ~10 ⁵ | 9.5 |
| LTLT(63°C 30분)유 | 88.2 | 3.14 | 3.1 | 4.13 | | 12.0 |
| 고압멸균유(115°C 20분) | 88.7 | 3.12 | 3.1 | 4.08 | | 11.5 |
| 저온살균유(63°C 30분) | 87.9 | 3.38 | 3.2 | 4.10 | 10 ¹ ~10 ² | 16.4 |
| UHT 시유 | 88.2 | 3.13 | 3.2 | 3.97 | 10 ¹ ~10 ³ | 13.5 |

우리는 이 실험을 위하여 Basal Diet의 Crude protein을 10% 수준으로하고 Corn starch 53.05%, Glucose 15.16%, Sucrose 7.58%, Isolated soy protein 11.21%, Corn oil 5%, Cellulose 2%, Mineral-mix 5%, Vitamin-mix 1%를 혼합하여 사용하였다.

물과 Basal Diet는 자유섭취 시키면서 5종류의 우유를 Rat 한마리당 5ml씩 하루에 세번 경구투여한 결과, 7일후에는 증체량에 있어서 市中 저온살균유가 16.4g으로서 가장 높았고 그 다음이 市中 UHT 우유로서 13.5g, 세번째가 실험실에서 제조한 LTLT로서 12.0g, 네번째는 Autoclave 우유로서 11.5g, 다섯번째가 생유로서 9.5g의 증체량을 보였다. Control군은 같은 기간에 6.2g의 증체량을 나타내었다.

외국의 연구자료에서는 생유가 항상 더 좋은 결과를 나타내었는데 비하면 본 실험에서는 가장 나쁜 성적을 보였는데 그 원인은 아마도 생유중의 세균에 의한 영향이 아닌가 추측된다.

이 실험에서 시중 저온살균유가 제일 좋게 나타난 것에 대하여, 이 우유와 UHT 시유, 생유, LTLT, 고압멸균유 간에는 원유 자체가 본래부터 다른 품질의 것이기 때문에 열처리의 영향이라고 단정할 수는 없으며 저온살균시유의 원유품질이 다른 우유시료보다 더 양호하였기 때문이 아닌가 보인다. 앞으로 2~3주후의 결과를 보아야 더 정확한 것을 알 수 있을 것 같다.

우유에 대한 열처리의 영향을 확인하기 위해서는 同一한 Bulk tank에서 Raw, LTLT, HTST, UHT, Autoclave 등의 열처리를 하여 실험에 사용하여야 하는 것이지만 우리 실험실에는 UHT 시설이 없어서 제대로 할 수 없었고, 각기 다른 원유의 시유제품을 사용할 수 밖에 없었다. 이러한 문제점을 극복하기 위해서는 대학과 기업체 간에 공동연구가 활발하게 이루어져야 가능한 것이며, 축산시험장 같은 곳에서 이런 장치를 갖추어 놓고 연구해야 할 과제들이라고 생각된다.

이 실험은 현재 진행중인 것을 중간 data로서 소개하는 것인데 실험상의 여러가지 애로점이 있어 점차 개선해 나가고 있다.

예를들면, 우유를 자유섭취시키는 경우, 균질기

Table 10. Biochemical characteristics of the genus *Listeria*

| Characteristic | Reaction |
|------------------------------|-------------|
| Motility (at 20-25 °C) | + |
| Oxygen requirement | facultative |
| Growth at 35°C | + |
| Catalase activity | + |
| Hydrogen sulphide production | - |
| Acid from glucose | + |
| Methyl red reaction | + |
| Voges-Proskauer reaction | - |
| Indole production | - |
| Citrate utilisation | - |
| Urease activity | - |

사용의 문제, 세균오염으로 인한 우유의 산패방지 문제, 우유의 유당으로 인한 실험동물의 설사방지 문제 등이 우선적으로 해결되어야 한다. 이러한 문제점을 극복하면서 앞으로 우유영양에 대한 다방면의 연구가 수행되어야 할 것이다.

이상의 영양실험적 결과를 종합적으로 보면 살균유 (pasteurized milk)가 UHT 우유보다는 양호하다는 당연한 결론으로 도달하게 되는 것을 알 수 있다.

7. *Listeria*균과 우유의 위생

최근에 미국과 유럽에서는 *Listeria monocytogenes*의 식품오염으로 매우 관심이 높

Table 11. 원유의 *L. monocytogenes* strain Scott A의 D-value(19)

| | D-Value (sec) | Range (sec) | Coefficient of variation (%) |
|------|---------------|---------------|------------------------------|
| 52.2 | 1683.7 | 1612.9-1754.4 | 5.9 |
| 57.8 | 289.6 | 269.5-309.6 | 9.8 |
| 63.3 | 19.9 | 13.4-28.4 | 30.3 |
| 66.1 | 7.3 | 6.2-10.1 | 24.5 |
| 68.9 | 3.0 | 2.1-4.2 | 27.6 |
| 71.7 | 0.9 | 0.8-1.1 | 14.2 |
| 74.4 | 0.7 | 0.5-0.9 | 30.7 |

*Z-value = 6.3°C

Table 12. Summary of *Listeria* spp. isolations with each procedure in each season

| Season | n | Procedure no. | | | | | | | | | Organism | |
|--------|----|---------------|----|----|----|---|----|---|---|---|----------|-------------------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | | |
| Winter | 1 | - | - | + | - | - | - | - | - | - | - | <i>L. welshimeri</i> |
| Total | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Spring | 1 | - | - | - | + | + | - | - | - | - | - | <i>L. welshimeri</i> |
| | 1 | - | - | + | + | + | - | - | - | - | - | <i>L. monocytogenes</i> |
| | 1 | - | + | + | - | - | - | - | - | - | - | <i>L. innocua</i> |
| | 1 | - | + | + | - | - | + | + | - | - | - | <i>L. monocytogenes</i> |
| | 1 | - | + | + | - | - | + | + | + | + | + | <i>L. innocua</i> |
| | 1 | + | - | - | + | + | - | - | - | - | - | <i>L. innocua</i> |
| | 3 | + | + | - | + | + | - | - | - | - | - | <i>L. innocua</i> |
| Total | 9 | 4 | 6 | 4 | 6 | 6 | 2 | 2 | 1 | 1 | | |
| Summer | 1 | - | - | - | - | - | - | - | + | + | | <i>L. innocua</i> |
| | 1 | - | - | + | - | - | - | - | - | - | - | <i>L. welshimeri</i> |
| | 2 | - | - | + | - | - | - | - | - | - | - | <i>L. innocua</i> |
| | 1 | - | - | + | - | - | - | + | - | + | | <i>L. monocytogenes</i> |
| | 2 | - | - | + | - | - | + | + | + | + | | <i>L. innocua</i> |
| | 1 | - | + | + | - | - | - | - | + | + | | <i>L. innocua</i> |
| | 1 | - | + | + | + | + | + | + | + | - | | <i>L. innocua</i> |
| | 2 | + | - | - | - | - | - | - | - | - | | <i>L. innocua</i> |
| | 1 | + | - | - | - | + | + | - | - | + | | <i>L. innocua</i> |
| | 1 | + | - | - | - | - | + | - | - | + | | <i>L. innocua</i> |
| | 2 | + | - | - | - | - | + | + | - | - | | <i>L. innocua</i> |
| | 1 | + | - | + | - | - | - | - | - | - | | <i>L. innocua</i> |
| | 1 | + | - | + | + | - | + | + | + | + | | <i>L. innocua</i> |
| | 2 | + | + | - | + | + | - | - | - | - | | <i>L. innocua</i> |
| | 1 | + | + | + | - | - | + | + | - | - | | <i>L. innocua</i> |
| Total | 20 | 11 | 5 | 11 | 4 | 4 | 9 | 8 | 6 | 8 | | |
| Fall | 1 | - | - | - | - | - | + | - | - | - | | <i>L. innocua</i> |
| | 2 | - | - | - | - | - | + | + | + | + | | <i>L. innocua</i> |
| | 1 | - | - | + | + | - | - | - | - | - | | <i>L. innocua</i> |
| | 1 | - | - | + | - | - | + | - | - | - | | <i>L. innocua</i> |
| | 1 | - | + | - | - | - | + | + | + | + | | <i>L. innocua</i> |
| | 1 | + | - | - | + | - | - | - | - | - | | <i>L. innocua</i> |
| | 1 | + | - | - | - | - | + | + | + | + | | <i>L. innocua</i> |
| | 1 | + | + | + | - | - | - | - | - | - | | <i>L. welshimeri</i> |
| | 1 | + | + | + | - | - | - | - | - | - | | <i>L. innocua</i> |
| | 4 | + | + | + | + | + | - | - | - | - | | <i>L. innocua</i> |
| | 1 | + | + | + | + | + | - | - | + | + | | <i>L. innocua</i> |
| | 1 | + | + | + | - | - | + | - | - | - | | <i>L. innocua</i> |
| | 2 | + | + | + | + | + | + | + | - | - | | <i>L. innocua</i> |
| | 2 | + | + | + | - | - | + | + | + | + | | <i>L. monocytogenes</i> |
| | 2 | + | + | + | + | + | + | + | + | + | | <i>L. innocua</i> |
| Total | 22 | 16 | 15 | 16 | 11 | | 13 | | 9 | | | |

아져 있다. 이 균은 1911년에 토끼로부터 분리된 후, guinea pig, 양, 소, 돼지, 닭, 말, 염소, 개, 사람에서도 분리되었다. 한국에서는 분리된 적이 없으나 앞으로 시급히 검토되어야 할 문제이다.

이 균의 생화학적 특성은 Table 10과 같고, 생육온도의 범위는 1~45°C이고 4°C에서도 자란다. 4°C에서 평균세대시간은 35시간, 13.5°C에서는 4.5~6시간, 21°C에서는 2시간, 35°C에서는 41분이 라는 보고가 있다.

Table 13. Characteristics of *Listeria monocytogenes* and morphologically similar microorganisms (16)

| Organism | Morphologic features | Motility (at 22°C) | Characteristic | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------|----------------|---------------------|----------------------|------------------------|
| | | | Hemolysis | Catalase production | Salicin fermentation | Trehalose fermentation |
| <i>L. monocytogenes</i> | Cocci, rods | + | β | + | + | + |
| <i>Erysipelothrix rhusiopathiae</i> | Slender rods | - | α | - | - | - |
| <i>Lactobacillus</i> | Rods | - | α | - | +/- | +/- |
| <i>Corynebacterium</i> | Rods | - | +/- | +/- | - | +/- |
| <i>Kurthia</i> | Pleomorphic, filamentous | + | - | + | - | - |
| <i>Streptococcus</i> | Cocci | - | +/- | - | + | +/- |

Table 14. Documented outbreaks of listeriosis associated with food in North America (16)

| Location, year | Food | No. of cases (and deaths) |
|---------------------|---------------------------|---------------------------|
| Boston, 1979 | Lettuce, celery tomatoes | 23 (5) |
| Nova Scotia, 1981 | Coleslaw | 41 (18) |
| Massachusetts, 1983 | Pasteurized milk | 49 (14) |
| California, 1985 | Mexican-style soft cheese | 314 (105) |

이 균은 소의 유방염균으로도 알려져 있고 사람에게 감염되면 뇌막염, 패혈증에 의한 유산, 심장 내막염, 결막염, 뇨도염, 성인의 정신병, 어린이 정신박약¹⁴⁾ 등의 증세를 일으킨다고 한다.

이 균은 미국, 캐나다¹⁶⁾, 영국, 중서부스페인 등에서 많이 검출되고 있다. 1983년 미국의 Massachusetts에서는 49명의 listeriosis 환자가 발생하여 14명이 사망하였고 역학조사결과, 살균한 전지우유 또는 2% 지방함유 우유를 섭취한 것에 기인했는데 우유의 살균처리조건은 77.2°C에서 18초간 처리된 것으로서 살균공정의 실수나 2차 오염은 없었던 것으로 밝혀졌다^{15,17)}. 또, 1985년 1월부터 6월까지 California에서도 86명의 listeriosis가 발생하여 29명이 사망했으며¹⁸⁾, 이에 대한 역학조사 결과, Mexican-style fresh cheese가 주원인이었고, phosphatase 시험결과, 살균부족이었거나 제품이 오염되었을 것으로 추정되었다.

1986년 영국에서는 수입된 치즈를 먹고 36세의 여인이 *L. monocytogenes*에 의한 뇌막염을

일으켰다.

*Listeria*의 내열성에 대해서는 1985년 Fleming 등¹⁷⁾이 마사츄세츠의 식중독사건이 발생한 후로 저온살균 및 가열처리가 이 세균에 미치는 영향을 조사하는 연구가 많이 수행되었다.

Obiger(1976)는 *Listeria monocytogenes*의 모든 strain이 독일의 HTST 살균조건인 71~74°C 30초에서 모두 사멸되었다고 보고했으며²⁰⁾, Bradshaw 등(1985)은 pH 5~9 범위내에서 전지우유에 함유된 *L. monocytogenes*의 D-value가 71.7°C에서 0.9초였다고 하였으며¹⁹⁾, 10⁵/m^l의 수준으로 이 균이 우유에 존재하더라도 저온살균처리에서 생존할 수 없을 것이라고 결론지었다.

그러나, Bearn and Girard(1958)는 만약 이 균의 초기 세균수가 5×10⁴/m^l 이상일 경우, 61.7°C 35분의 열처리에서는 생존할 수도 있을 것이라고 하였고²¹⁾, Stajner 등(1979)은 이 균을 5×10⁸/m^l 함유한 우유는 HTST 살균처리보다 더 높은 74°C 42초간의 살균처리에도 생존하는 균을 보유할 수 있다고 하였다²²⁾.

이 균의 초기 연구에서는 저온살균에서 생존할 가능성이 있다고 보고한 것이 많았으나, 최근에 FDA에서 실험한 결과에서는 그 농도가 높다고 하더라도 저온살균조건에서 쉽게 사멸되었다는 것으로 밝혀졌다²³⁾.

그밖에도 Ryser 등(1985)은 Cottage 치즈의 제조중 57.2°C 30분간의 열처리에 *Listeria monocytogenes*가 생존하였다고 하였으며,

Doyle 등(1985)은 탈지분유의 제조중 inlet 온도 $165 \pm 2^\circ\text{C}$ 및 outlet 온도 $67 \pm 2^\circ\text{C}$ 의 조건으로 분무처리시에 이 균이 생존하였다고 하였다.

결론적으로 *Listeria monocytogenes*의 열사멸 온도는 Buchanan and Gibbons(1974)에 의하면 $58 \sim 59^\circ\text{C}$ 에서 10분, Sneeth 등(1986)에 의하면 60°C 30분이하, Bradshaw 등(1985)에 의하면 71.5°C 에서의 D-value가 0.9초이며, Z-value는 6.3°C , Bunning 등(1986)에 의하면 71.7°C 에서의 D-value는 1.6~1.9초 등 여러가지의 결과로 나타나 있다(24, 25, 19, 26).

지금까지 밝혀진 바로는 우유에 이 균이 $10^5/\text{ml}$ 이상 존재할 경우에 저온살균처리에 의하여 생존할 수 있는 것으로 보인다. 따라서, 원유의 세균수 감소는 매우 중요한 문제이다.

원유의 세균수가 많을 경우에는 열처리조건을 철저히 지켜야 할 것이다.

우리 한국에서는 이 균에 관한 연구가 전혀 없는 실정이지만 지금부터라도 각 대학연구실, 유업체 혹은 축산시험장, 가축위생연구소 등에서는 우유와 유제품 그리고 식품에 이 균의 오염을 분석할 필요가 있다.

*Listeria*균은 우유 뿐만 아니라, 치즈, 아이스크림, 사베트, 초코렛, ice-milk products, 야채, 생선, raw meats, 닭고기, 발효소세지 등⁽⁵⁾에서도 검출되고 있으므로 한국에서도 광범위한 분야에서 조사가 진행되어야 하며, 식중독환자의 가검물분석도 놓치지 말아야 한다.

유제품생산공장에서 *Listeria*와 같은 병원성균 혹은 일반세균과 효모, 곰팡이, Bacteriophage 등을 취급하는 것은 공장내의 오염을 확산시킬 우려가 있으므로, 반드시 별도의 장소에 연구소를 만들어 그곳에서 다루어야 할 것이며, 회사 단독의 연구소설립이 어려운 규모가 작은 회사의 경우에는 유가공협회 부설연구소를 설립하여 원유중의 미생물분포, 유제품의 위생검사와 안전성시험, 영양시험, 시유의 열처리조건, 용기포장문제, 종균관리, 유제품의 품질개선 등 유업계 공통적인 문제를 연구해 나가도록 하는 것이 좋을 것이다. 현 유업계의 제품생산규모로 볼때, 연간 매출액이 1,000억원을 초과하는 회사는 기업체연구소를 설립하는 것이 바람직하고 대졸 연구원의 수도 최소

100~200명은 되어야 연구소의 기능을 발휘할 수 있을 것이다. 기업체의 이윤을 기술개발에 투자하는 것은 기업체의 사회적 의무이다. 외국의 기업체가 개발해 놓은 기술과 기계에만 의존하는 경우, 일시적으로는 경쟁에서 유리할지 모르나 종속기업의 누명을 벗기 어렵고 국가의 기술적 토대형성이 지연된다.

結論(제안)

우리나라의 30년 낙농역사를 통하여 볼때, 금년은 새로운 전환점이 되는 해로서, 우유논쟁이 시사하는 바 의미는 크다고 본다. 이러한 논쟁이 야기된 배경에는, 물량적 성장에 뒤따르는 품질의 문제가 충분히 검토되지 않았던 점이 깔려있었다.

우유논쟁을 능동적으로 수용하면서 질적인 향상으로 나아갈 수 있도록 하기 위하여 다음과 같은 주장을 제안한다.

1) 살균유와 UHT 멸균유의 비교에 있어서 살균유가 UHT 우유보다 영양가 측면에서 좋은 것은 사실이지만, 살균유 제조를 위해서는 원유(생유)의 세균수를 적어도 $10^4/\text{ml}$ 이하로 낮추지 않으면 안된다.

2) 이번 우유논쟁이 벌어진 다음에 일부 제품에서는 UHT 처리 우유의 용기에 열처리조건을 삭제하고 있는데, 소비자들이 제품의 특성을 식별할 수 있도록 우유의 열처리조건과 보존기간을 용기에 표기하도록 법규의 개정이 필요하다.

3) UHT의 열처리 조건에서 예비가열 85°C 5~6분을 제거하고 표준형식(예비가열 30초~40초)으로 개선한다.

4) 원유의 세균수가 $10^4/\text{ml}$ 이하인 것은 살균유(LTLT, HTST, Flash-Heating)로 전환하면서, UHT 생산과 병행한다.

우리나라의 원유품질과 유통과정 등을 고려할 때 살균유와 UHT 멸균유의 생산비용을 50대 50 정도를 목표로 하여 개선해 나가는 것이 바람직하다.

5) 원유의 세균수 감소대책으로 가격차등제를 적극적으로 시행하고 우수목장에 대해서는 표창한다.

6) 영세목장에 대한 냉각기 보급과 집유에 대한 방법을 개선한다.

7) 축산 시험장의 축산물 이용과를 시급히 부활시켜, 축산물의 원료생산, 가공, 보존의 근본적인 문제를 연구하게 함으로써, 업체의 공통적인 문제 해결에 이바지하게 한다.

8) 보사부의 식품문제 취급에 있어서 축산물 전문교수의 참여를 강화해야 한다.

9) 유업체 뿐만 아니라 식품업체의 기술연구소를 더욱 활성화시켜야 한다. 우리나라의 2,000억 원~3,000억 원 총매출액 식품회사라면 외국에서는 대학졸업 이상의 연구원이 400~600명 정도이다.

10) 국민경제의 향상에 따른 식품문제를 뒷받침하기 위하여, 공공기관의 식품연구소 혹은 식품위생연구소를 2~3개를 신설 또는 대폭 확대하여 100~300명 정도의 대졸연구원을 확보하여, 평소에 각종 식품의 위생과 성분함량 등을 분석한다.

11) 외국에서 연구된 자료를 同質이 아닌 自社 제품에 그대로 인용하여 선전하는 행위는 자제해야 하며, 自社 제품으로 연구 확인한 것만을 가지고 상품선전에 활용해야 한다.

참고문헌

1. 日本經濟企畫廳 昭和 57年 (1982). 世界經濟白書.
2. 강국희, 1988. 최근의 우유논쟁에 대한 학술적고찰, 제 26회 한국유가공연구회 춘계세미나 강연집 pp. 22-66.
3. IDF Document 133, p. 5 1981
4. Puhan, Z. 1985. Swiss regulations for individual quality payment of milk as prerequisite for high quality cream and butter. 제 3회 酪農産業技術세미나 pp. 75-110. 성균관대학교
5. IDF Document 130, p. 48, 1981
6. 芝崎勳. 昭和 50年. 食品殺菌工學 p. 41. 光琳書院.
7. 高松修. 1986. 怖い牛乳 良い牛乳 p. 52. ナシヨナル出版.
8. Kessler, H.G. Food Engineering and Dairy Technology p. 144, 1981.
9. Burton, H. Ultra-High-Temperature processing and aseptic packaging in the dairy Industry. *J. Society of Dairy Technology* 18(2): 58-65, 1965.
10. BML Dater-Analysen. Milch-und Molkereiwirtschaft, BGLF, Bonn, West-Germany, 1987.
11. Statistiques Du Commerce Extérieur, Ministère De Leconomie, Des Frances, Et De La Privatisation, 1986.
12. Aschaffenburg, R. A simple turbidity test for sterilized milk. *J. Soc. Dairy Technol.* 3: 236-237, 1950.
13. EEC Dairy Facts and Figures. Milk Marketing Board, 1987.
14. Bulletin of the IDF No. 223 pp. 2-16. 1988.
15. Farber, J.M. and J.Z. Losos. *Listeria monocytogenes: a food borne pathogen.* CMAT. 138: 413-418, 1988.
16. Farber, J.M., G.W. Sanders, and S.A. Malcolm. The presence of *Listeria* spp. in raw milk in Ontario. *Canadian J. Microbiol.* 34: 95-100, 1988.
17. Fleming, D.W., Cochi, S.L., Macdonald, K.L. et al. Pasteurized milk as a Vehicle of infection in an outbreak of listeriosis. *N. Engl. J. Med.* 312: 404-407, 1985.
18. Anon. Communicable Disease Report. 85/86. Public Health Laboratory Service, 1985.
19. Bradshaw, J.G., Peeler, J.T., Corwin, J.J., Hunt, J.M., Tierney, J.T., Larkin, E.P., and Twedt, R.M. Thermal resistance of *Listeria monocytogenes* in milk. *J. Food Protection* 48(9): 743-745, 1985.
20. Obiger, G. Studies of heat resistance of important pathogens during milk pasteurization. *Archiv für Lebens mittelhygiene* 27(4): 137-144, 1976.
21. Bearn, R.E. and Girard, K.F. The effect of Pasteurization on *Listeria monocytogenes*. *Canadian J. Microbiology* 4: 55-61, 1958.
22. Stajner, B., Zakula, S., Kovincic, I., and Galic, M. Thermoresistance of *Listeria monocytogenes* and its maintenance in the products prepared from non-pasteurized milk. *Veterinarski Galsnik, Beograd*, 33: 102-112, 1979.
23. Reed, P., *Listeria*. University of Wisconsin,

- Food Research Institute Annual Meeting, October, 1986.
24. Buchanan, R. G. and Gibbons, N.E. *Bergey's manual of determinative bacteriology* 8th Ed. 209-595. Williams and Wilkins. U.S.A. 1974.
 25. Sneeth, P.H.A., N.S.Mair, M.E. Sharpe, and J.G. Holt. *Bergey's manual of Systematic Bacteriology* 2: 1235-1244. Williams and Wilkins, Baltimore, U.S.A. 1986.
 26. Bunning, V.K., R.G. Crawford, J.G. Bradshaw, J.T. Peeler, J.T. Tierney, and Twedt, R.M. Thermal resistance of intracellular *Listeria monocytogenes* cells suspended in Raw Bovine Milk. *Applied and Environmental Microbiology* 52(6): 1398-1402, 1986.
 27. Lowry, O.H., Rosebrough, N.T., Farr, A.L., and Randall, R.T. Protein measurement with the Folin-Phenol reagent. *J. Biol. Chem.* 193: 265-275, 1951.
 28. Blanc, B., E. Flückiger, M. Rüegg und G. Steiger. *Alimenta-Sonderausgabe* 27-47. Switzerland, 1980.
 29. 岡田丈夫, 佐野忠, 加熱牛乳ノ消化及ビ 營養ニ関スルーニノ知見. 昭和 8年. 東京大學醫學學報 p. 923-943.
 30. Mattick, E.C.V. and Golding, J. Relative Value of raw and heated milk in Nutrition. *Lancet* I: 662-667, 1931.
 31. Mattick, E.C.V. and Golding, J. Relative Value of raw and heated milk in Nutrition *Lancet* II: 702-706, 1936.
 32. Frank, L.C., F.A. Clark, W.H. Haskell, M.M. Miller, F.J. Moss, and R.C. Thomas. Do children who drink raw milk thrive better than children who drink heated milk? *Public Health Reports* 47: 1951-1960, 1932.
 33. Anderson, H.D., C.A. Elvehjem and J.E. Gonce. A comparison of the nutritive values of raw, pasteurized and evaporated milks for the dog. *J. Nutrition* 20: 433-441. 1940.
 34. Deeth, H.C. Homogenized milk and Atherosclerotic disease. *J. Dairy Sci* 66: 1419-1435, 1983.
 35. 김영옥, 강국희, 신형태, 1988. 미발표, Roy. The effect of heat treatment on the nutritive value of milk for the young calf. The effect of Ultra-high-temperature treatment and of pasteurization. *Brit J. Nutr.* 14: 403-412, 1960.
 37. Elvehjem, C.A. and E.B. Hart. The nutritional value of milks-raw vs. pasteurized and summer vs. winter. *J. Dairy Sci* 17: 763-770, 1934.
 38. Blackwood, J.H., S. Morris and N.C. Wright. The nutritive value of raw and pasteurized milk for calves. The assimilation and retention of nitrogen, phosphorus and calcium. *J. Dairy Res.* 7; 228-237, 1936.
 39. Gram, L. and H. Natvig. The effect of raw certified and HTST-pasteurized milk on the growth and health of infants and preschool children. *XIV. Int. Dairy Congr.* 11: 176-184, 1956.
 40. Bartlett, S., K.M. Henry and S.K. Kon. The problem of variations in the growth-promoting value of milk for rats. *J. Dairy Res.* 11: 22-36, 1940.
 41. Sieber, R., P. Rust, Und B. Blanc. Ernährungsphysiologischer Vergleich von roher, pasteurisierter und Ultrahocherhitzter Milch in einem langzeitversuch mit Ratten. *Alimenta-Sonderausgabe* 49-56. Switzerland, 1980.
 42. Groot and Engel. The effect of commercial sterilization on the nutritive value of milk as determined in experiments with rats and baby pigs. *J. Dairy Res.* 23: 257-268, 1956.
 43. Teles, F.F.F., C.K. Young, and J.W. Stull. A method for rapid determination of lactose. *J. Dairy Sci.* 61: 506-508, 1978.
 44. Dunkley, W.L. and K.E. Stevenson. Our Industry Today. Ultra-high temperature processing and aseptic packaging of dairy products. *J. Dairy Sci.* 70: 2192-2202, 1987.
 45. Food and Drug Administration. PMO. Grade A pasteurized milk ordinance. US Dep. Health Human Serv., Washington, DC, 1985.
 46. Food and Nutrition Board. An evaluation of the role of microbiological criteria for foods and food ingredients. *Natl. Acad. Press, Washington, DC*, 1985.

U. H. T. 관 계 법 규

자료 : IDF Document No. 133, pp. 122~128, 1981

| 구분 국명 | UHT 우유의 정의, 살균조건, 유효기간 | 실균후검사와 잔존세균 | UHT제품의 표시 사항 | 기 | 타 |
|-----------|---|---|---|---|--|
| 프랑스 | UHT Sterilized 우유 140°C - 150°C 1초 21일 (31°C), 10일 (55°C) | 10 samples/batch (30°C, 1 주일) | UHT sterilized milk 제조자 또는 판매자의 상표, 멸균공장의 등록번호, 공금지명, 내용량, 개봉후냉장보관요표시, 유효기간 | Alcohol Test 원유의 세균수 { 원유혼합전 : 100,000/ml 이하 살균 전 : 300,000/ml 이하 수출용으로 생산 (ultra-pasteurized refrigerated) cream 제조용 | |
| 스위스 | 130°C ~ 150°C, 수조 Tera pack, Jupack 등을 사용, 무균충전, 실온 1 - 4 개월 | | | | |
| 미국 | ultra-pasteurized 138°C 이상 2 초, 냉장유지, 무균충전 | UHT유 : 20,000/ml 이하 sterilized유 : 10/ml 이하 | | | |
| 소련 (USSR) | Sterilized 우유와 동일, 140 ~ 142°C 2.1 - 4.1 초, 무균충전, 10일 | 0.25 sample/batch 이하 (37°C, 3 일) | "UHT milk" 표시, 상품번호, 제조자와 포장자 이름, 주스, 유효기간, 표준 규격 등록번호 | 지방함량 : 2.5, 3.2, 3.5% 밀도 : 1.027g/cm ³ 이상, 산도 : 20° T 이하 온도 : 20°C 이하 | 20° T 이하 |
| 벨기에 | | 100/ml 이하 (30°C ± 1, 5 일) | "UHT process" 표시 | 백탁시험 (turbidity test) + | |
| 스웨덴 | 무균충전 1년간 유효 | | | 총유생산의 1% | |
| 핀란드 | 135°C 2 - 3 초 90일 | 100/ml 이하 (30°C 14일) | 유효기간 "UHT" 표시 | 소량생산, 유제품용 (cream, 저지방유, 커스터드, 초코렛소스, 초코렛 우유 등) 농축유 제조용 | |
| 스페인 | Sterilized 우유와 동일 무균충전 | | | 농축유 제조용 총유생의 3% 생산 | |
| 네덜란드 | Sterilized 우유와 동일 | | | | |
| 호주 | 133°C 이상 무균충전 | | | | |
| 덴마크 | 135°C 이상 1 초 이상 무균충전 5 초 보관 | 30°C 14일간 혹은 55°C 7 일간에 이상없어야 함 | UHT 처리 표시 열처리 날짜 유효기간 | | 비냉장 유효단백질 확인을 위한 실험 : (Aschaffenburg's modified test (+)) |
| 독일 | 135 ~ 150°C 수조 무균충전 6 주간 (실온) | | | | |
| 이스라엘 | 130°C 이상 1 초 이상 무균충전 | 5/ml 이하 (55°C, 7 일 35°C, 7 일) | long-life milk 표시, 유효기간, 내용량, 지방함량 (2.8%), 제조자명 | | |
| 영국 | 132.2°C 1 초 이상 무균충전 | 10 이하 (30 - 37°C, 3 일) | UHT milk 표시, 포장자의 이름과 주스, 유효기간 | | 유지방과 무지방분 함량의 불변 |
| 이태리 | 무균충전 4 개월 | 110/ml 이하 (30 ± 1°C 14일, 55 ± 1°C 7 일) | UHT milk, long shelf life milk 표시 제조자 이름, 주스, 내용량, 유효기간 | | |
| 한국 | 한국식품 위생법에 전혀 법적근거가 없다. 소비자를 위하여 최소한도의 상품식별에 필요한 사항을 표기하도록 규제해야 한다 | | | | { 열처리조건 { 보존기간과 조건 { 품질검사포장조건 |

* 살균시유 (Pasteurized milk) 에 대한 나라별 규제사항은 1988년 5월 7일 개최된 제 26회 국제유가공 세미나 (한국유가공협회 주최) 강연집 p. 59에 수록되었음.