

## 우유의 열처리가 우유품질과 영양가에 미치는 영향 - I. 우유 열처리 기술의 발달사 -

정안나 · \*오세종

전남대학교 동물자원학부

## Effects of the Heat-Treatment on the Nutritional Quality of Milk - I. Historical Development of the Heat-Treatment Technology in Milk -

Anna Jung and \*Sejong Oh

Division of Animal Science, Chonnam National University, Gwangju, Korea

### Abstract

The main purpose of milk heat-treatment is to improve milk safety for consumer by destroying foodborne pathogens. Secondly, heat-treatment of milk is to increase maintaining milk quality by inactivating spoilage microorganisms and enzymes. Pasteurization is defined by the International Dairy Federation (IDF, 1986) as a process applied with the aim of avoiding public health hazards arising from pathogens associated with milk, by heat treatment which is consistent with minimal chemical, physical and organoleptic changes in the product. Milk pasteurization were adjusted to 63~65°C for 30 minutes (Low temperature long time, LTLT) or 72~75°C for 15 seconds (High temperature short time, HTST) to inactivate the pathogens such as *Mycobacterium bovis*, the organism responsible for tuberculosis. Ultra-high temperature processing (UHT) sterilizes food by heating it above 135 °C (275 °F) - the temperature required to destroy the all microorganisms and spores in milk - for few seconds. The first LTLT system (batch pasteurization) was introduced in Germany in 1895 and in the USA in 1907. Then, HTST continuous processes were developed between 1920 and 1927. UHT milk was first developed in the 1960s and became generally available for consumption in the 1970s. At present, UHT is most commonly used in milk production.

### Keywords

milk, heat treatment, pasteurization, UHT, safety

Received: December 13, 2016

Revised: December 17, 2016

Accepted: December 23, 2016

\*Corresponding author :  
Sejong Oh, Division of Animal  
Science, Chonnam National  
University, Gwangju, Korea.  
Tel : +82-62-530-2116,  
Fax : +82-62-530-0822,  
E-mail : soh@jnu.ac.kr

## 서론

“우유의 열처리가 우유품질과 영양가에 미치는 영향”은 우유의 열처리 방법의 차이로 진짜우유가 되고 가짜우유가 된다는 광고에 현혹되었던 당시 일부 소비자들과 전공자들에게 올바른 우유 살균에 대한 지식을 함양시키기에 충분한 글이다. 이 책의 첫 장은 우유 열처리 역사에 관한 내용으로 서울대학교 농과대학에 재직하였던 김현욱 교수가 “우유 열처리 기술의 발달사”란 제목으로 초기의 우유 열처리, 초기의 상업적 살균법, 우유 살균의 법제화, 살균방법의 변화, 우유의 초고온 처리법의 발달 및 우유열처리법의

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

이정표의 소재목으로 각각 구성하여 작성하였다.

비록 27년이 지난 오래된 글이지만, 우유 열처리의 과학적 발전을 역사적으로 고찰하였으며, 연대기 순으로 체계적으로 나열이 되어 있기 때문에 유가공학을 공부하는 후학들에게 많은 참고가 될 수 있을 것 같아 그대로 게재를 하였다. 다만, 당시 원문을 게재하면서 그 형식은 학술지의 투고규정에 맞추었고, 영문초록을 새로이 작성하였다. 또한 학술지 논문이라는 특성 때문에 존칭을 사용하지 않았으며, “우유의 열처리가 우유품질과 영양가에 미치는 영향” 책에 수록된 내용은 “글” 혹은 “원고”로 표기하여 본 학술지 논문과 구분하였다. 마지막으로 제1저자는 원고를 재작성한 전남대학교 대학원생으로 하였고, 교신저자는 본 저자로 하였다. 이에 대한 모든 책임은 교신저자에게 있음을 알려두는 바이다.

다음은 “우유 열처리가 우유 품질에 미치는 영향” 3~22 페이지에 수록된 “우유열처리 기술의 발달사” 전문이다.

## 본 론

### 1. 우유열처리기술의 발달사

인류가 불(火, fire)을 발견한 이래로 식품을 가열해서 먹는 습관이 생기게 되었다. 우유를 가열해서 먹은 것도 인류가 우유를 먹기 시작한 때부터 생겼을 것으로 생각되지만, 인류가 살균(Pasteurization) 비밀을 알게 된 것은 최근의 일이라고 할 수 있다. 우유의 살균기술은 우유산업의 발전에 획기적인 계기를 마련하였으며, 우유의 살균기술이 발전됨으로써 우유소비는 부락단위에서 거대한 생산 소비 산업으로 발전할 수 있게 되었고, 우유의 소비에 의해 전염되던 질병을 완전히 예방할 수 있게 되었으며, 유가공 산업의 발전기반이 형성되었다.

현재 세계적으로 미생물의 사멸목적으로 실시되고 있는 우유의 열처리는 간이살균(Thermization), 살균(Pasteurization), UHT 열처리(Ultra-High Temperature treatment)의 세가지 방법이 있다. 간이살균은 목장이나 우유공장에서 63~65℃에서 15~20초간 열처리하여 우유의 저장성을 연장시키기 위한 것이며, 우유에 오염될 수 있는 병원균의 사멸을 목적으로 하는 열처리는 아니다. 우유의 살균은 젖소로부터 우유를 통해서 사람에게 전염될 수 있는 병원균을 완전히 사멸시켜서 위생적으로 안전한 우유를 만들기 위한 열처리 과정이며, 따라서 젖소에서 사람에게 전염될 수 있는 인수공통 전염병원(Zoonotic Pathogens) 중에 내열성이 제일 높은 미생물의 사멸에 열처리의 초점이 모아지고 있다.

이 글에서는 우유 열처리 기술의 초기발달 과정을 중심으로 살펴봄으로써 우유열처리 기술의 목적과 방법 및 현실을 파악하는데 중요한 자료를 제공하고자 한다.

### 1) 초기의 우유 열처리

문헌에 의하면 Sweden의 과학자 Scheele이 1782년에 식초를 열처리해서 보존하였으며(Sommer, 1952), 이보다 17년전에 Spallanzani가 고깃국이 든 플라스크를 밀봉하고 한 시간 끓여서 보존했다고 한다. 프랑스의 과학자 Nicholas Appert는 오늘날 통조림 식품의 아버지로 알려지고 있으며, 그는 “동식물질의 보존 기술”이라는 책을 1804년에 출판하였다. 1824년에 The University of Pennsylvania의 산과교수였던 Willaim Dewees는 우유를 유아에게 먹일 때에는 거의 끓을 정도로 가열했다가 식혀서 먹이기를 권장하였다(Dewees, 1929).

우유를 먹기 전에 끓이는 것이 좋다는 것은 19세기에도 널리 알려져 있었으며, 이러한 습관은 오늘날에도 살균유가 공급되지 못하는 지역에서는 널리 실시되고 있다. 그러나 우유의 열처리기술은 저온가열(低溫加熱, Par-boiling, underboiling)이 알려지기 시작하면서 획기적인 발전을 하였으며, 이는 프랑스의 미생물학자 Louis Pasteur(1822~1895)의 연구업적이라고 할 수 있다. 1860년부터 1864년에 걸쳐 Pasteur는 포도주의 발효와 보존에 대하여 연구하였으며, 적당한 온도에서 일정 시 포도주를 가열함으로써 부패미생물을 사멸시켜서 장기간 보존할 수 있음을 발견하였다. Pasteur는 우유의 가열처리에 대하여 연구하지는 않았지만, 후에 우유의 살균처리법은 그의 이름을 따서 “Pasteurization”이라고 부르게 되었다.

1853년에 미국인 Gail Borden은 우유를 진공상태에서 가열 농축하여 보존하는 방법을 발명하여 특허를 받았으며, 미국의 남북전쟁 중에 그의 방법에 의한 농축유(Condensed milk)의 생산판매가 매우 번창하였다. 이어서 1884년에 스위스 태생의 Meyenberg는 가당연유를 가열하여 curd가 생기지 않고 멸균하는 법을 발명하여 미국의 특허를 받았다.

독일인 Soxhlet이 처음으로 유아용 우유의 가열법을 1886년에 사용하였으며, Jacobi는 1889년에 Soxhlet의 공정을 미국에 소개하여 미국의 소아과 의사인 Henry Koplik는 같은 해에 유아용 열처리 우유 취급소를 개점하였다. 후에 New York의 사회 사업가 Nathan Straus는 유아의 사망률을 줄이기 위해 New York 시에 처음으로 우유 열처리장을 설립하였으며, 그의 방법이 미국은 물론 유럽에까지 널리 알려지게 되었고, 우유의 살균방법이 발달되기 전에 우유의 열처리 효과를 널리 인식시키는 데에 크게 기여하였다(Sommer, 1952).

### 2) 초기의 상업적 살균법

우유의 살균이 보급되기 전에 유럽과 미주지역에서 도시가 성장하게 됨에 따라 도시 주변의 농촌에서 배달되는 우유의 문제가 점차

**Table 1.** Heat-treatment history before 20<sup>th</sup> Century

이름	기간	내용
Spallanzani(Italy)	1765	육즙을 1시간 끓여서 보존
Appert(France)	1804	식품의 통조림법에 대해 저술
Deweese(USA)	1824	유아용 우유의 저온가열법 사용
Borden(USA)	1885	우유의 진공가열농축법과 가당 저장법에 대해 특허
Pasteur(France)	1860~1864	포도주를 50~60℃로 가열해서 포도주의 특성을 보존하면서 부패미생물을 사멸시킴
Pasteur(France)	1871~1872	맥주를 50~55℃로 가열하여 저장하는 방법을 발견, 이 공정의 발견으로 "Pasteurization(살균)"이라는 용어가 사용되기 시작
Soxhlet(Germany)	1886	유아용 우유를 pasteur 법으로 열처리
Jacobi(USA)	1889	유아용 우유의 열처리를 미국에 보급, Soxhlet 장치를 고안
Koplik(USA)	1889	유아용 우유 처리소를 설치
Straus(USA)	1893	New York시에 우유 처리장을 설립

심각하게 되었다. 냉장시설이 없는 상태에서 생산된 원유가 도시에 서 소비되기 전에 장거리 수송되는 도중에 변패되어 경제적인 손해도 많았지만, 종종 위생상의 문제를 일으키게 되었다. 이러한 문제를 해결하기 위해 우유를 가열처리해서 소비자에게 배달하는 경우가 많았으며, 위생관리원들은 이를 방지하려고 하였다. 이러한 낙농의 초기는 우유산업의 암흑기라고 할 수 있다.

1920년까지도 시유 산업은 정착되지 않았지만, 이 시기에 순간 살균법(flash pasteurization)과 저온 살균법(holder pasteurization)이 소개되었으며, 시유 산업에 큰 영향을 주었다. 순간 살균법은 사용하는 온도가 일정하지 않았지만, 끓는점 이하에서 우유를 잠시 가열하였으며, 대개의 경우 연속적인 방법으로 우유를 68.3~73.9℃로 잠시 가열한 다음 냉각하였다. 이렇게 열처리된 우유가 몇 가

지 전염병을 일으켜서 순간살균의 사용이 제한을 받게 되었으며, 우유의 열처리 기술발달에 많은 지장을 주었다(Hall과 Trout, 1968). 1907~1940년대에 저온 살균법이 보급되기 시작했으며, 저온 살균법에 의해 처리된 우유의 안전성이 인정되고, 저온살균기의 온도 조정장치의 정확도가 향상됨에 따라 저온 살균법의 사용은 널리 확산되었었다. 그러나 당시에 아직도 순간 살균법으로 인하여 우유의 살균법에 대해 회의를 가진 사람이 많았으며, 저온 살균법(저온저장시간 및 고온단시간)에서 우유의 적절한 온도처리를 엄격히 관리하였었다. 그러나 순간 살균법은 우유의 살균 필요성을 인식시켰으며 저온살균법의 기초를 구축하였다고 할 수 있다.

당시에 우유의 저온 살균법에 대한 많은 반대가 있었으며 이러한 반대의 이유를 정리해 보면 Table. 2와 같으며, 이러한 반대는 우

**Table 2.** Negative perceptions of pasteurization in modern milk production

반대의 이유	내용
위생적	살균은 저질유를 위장하고, 위생적인 우유생산을 억제하게 된다. 살균은 신속한 집유의 필요성을 없게 하여 소비자에게 변패된 우유를 공급하게 된다. 우유의 미생물을 사멸시키게 되어 저질우유를 위장하게 된다.
영양적	살균은 가열취를 내는 등 우유의 맛을 변화시키고, 영양가를 감소시키며, 우유의 생명력을 제거시킨다. 살균은 비타민 C를 비롯하여 비타민을 파괴하고, 무기물을 침전시켜서 감소시키고, 효소를 파괴한다. 유아를 비롯하여 사람은 원유를 먹는 것이 건강과 영양에 좋고, 살균유를 먹으면 유아는 잘 자라지 않는다. 살균유는 충치를 생기게 하고, 변비를 일으키므로 원유가 더 자연적인 우유라고 주장하였다.
물리적 및 미생물학적 품질	살균을 하면 우유의 성분이 변하여 크림층이 감소한다. 살균은 유산균을 죽여서 우유가 유산발효를 하지 못하고 썩는다. 살균은 우유의 유효한 효소, 호르몬, 항체 등을 파괴하며, 우유의 생명력을 박탈한다.
위생과 안전성	비위생적으로 실시되고 있다. 살균이 불안전하며, 미생물이 생산한 독소는 파괴되지 않는다. 살균유는 질병에 대한 저항성을 감소시킨다. 원유가 결핵을 일으키지 않기 때문에 원유를 살균할 필요가 없다. 우유의 살균을 의무화함으로써 소화의 질병퇴치를 소홀히 하기 쉽다. 살균유는 충치를 증가시키고, 유아 사망률을 증가시키며, 구루병을 일으킨다. 살균유를 먹으면 임신률이 저하한다. 우유의 살균이 우유의 안전성을 보장하지 못한다.
경제성	우유의 살균은 우유가격을 상승시킨다. 살균장치를 구입함으로 마을의 소규모 우유처리장은 살균이 불가능하다. 항상 원유를 원하는 사람이 있다.

우유의 살균에 대한 과학적 연구가 이루어짐에 따라 그 근거가 없음이 밝혀지게 되었다.

### 3) 우유살균의 법제화

우유의 열처리 이용은 오랜 역사를 가지고 있지만, 우유의 상업적 살균법이 보편화 된 것은 19세기 말경부터라고 할 수 있다. 초기에는 살균을 은밀하게 하여 당시의 시장상황에서 저장성을 증가시키기 위해 실시하는 경우가 많았다. 따라서 상업적 살균의 보편화가 많이 지연되게 되었다. 당시에 우유 살균법은 전혀 새로운 공정이어서 경험이 없었고, 소비자는 살균효과에 대하여 의심을 가졌으며, 살균장치와 적당한 살균유 포장장치가 아직 개발되지 못하였고, 식품위생 관리는 살균보다도 위생적인 원유의 생산에 많은 관심을 보였다. 여기에서는 미국에서의 살균법의 시행과정을 주로 살펴봄으로써 초기에 우유 살균법의 법제화 과정을 살펴보기로 한다.

Baltimore의 우유업자는 1893년에 유아용 우유를 살균처리하였지만, 미국에서 최초의 상업적 살균은 Cincinnati 시에서 1897년에 실시된 것으로 알려지고 있다. 이어서 New York 시는 1898년에, Philadelphia는 1899년에, St. Louis 는 1900년에, Milwaukee 는 1903년에, Boston과 Chicago는 1908년에, Detroit시에서는 1910년에 실시되었다. Chicago시는 1908년에 1909년 1월 1일 이후에는 tuberculin 검사에 합격한 소에서 생산한 우유가 아니면 살균을 해야 판매할 수 있도록 법을 제정하였다. 1908년에 Massachusetts 주는 모든 우유는 75℃ 이상으로 열처리하고, 흰 바탕에 1 inch 크기의 검은 글씨로 열처리된 우유임을 표시하도록 하는 법을 통과시켰다. 그 이후로 미국의 다른 주에서도 유사한 법이 만들어져서 모든 우유는 법적으로 살균되도록 되었다.

1892년에 미국 New Jersey 주, Newark 의 Henry Coit가 보증원유(certified milk)의 생산을 주장하게 되어 1893년에 시행되어서 오늘날 품질이 우수한 원유의 생산에 크게 기여하였으나, 한편, 살균을 반대하는 수단으로서 보증유를 이용하기도 하였다. 미국의 보증유 단체들은 주로 병이 없는 젖소에서 생산된 미생물

오염이 적은 원유의 생산에 많은 활동을 하였으며, 이들 단체가 이러한 우수한 원유를 보증하였다. 1930년에 미국 Detroit 지역에서 생산되는 원유의 약 1%가 보증유이고, 나머지 99%의 원유는 살균되었으며, 이어서 곧 모든 원유를 살균하게 되었다. 1947년에 Michigan 주가 처음으로 주에서 생산되는 모든 원유의 살균을 의무화하는 법을 제정하여 1948년 7월 1일에 효력을 발하도록 하였으며 이러한 경향은 미국의 각 주에 빨리 확산되어 갔다.

### 4) 살균방법의 변화

1910년부터 1940년대까지 거의 30여년간을 미국에서는 작거나 크거나 거의 모든 우유살균공장에서 저온 장시간 살균법 (holder pasteurization, low temperature-long time pasteurization) 을 사용하였다. 저온살균법에 사용된 공정을 보면 100~200 gallon의 살균탱크에서 가온 살균하는 법과 원유를 예비 가온한 다음에 관형 가온 살균기에서 30분간 흐르도록 하여 살균하는 방법의 두 가지가 주로 사용되었으며, 후자의 방법은 주로 대형 우유처리장에서 많이 사용되었으나, 저온 장시간 살균법은 처리 능력의 한계와 과다한 장소의 사용, 기계 관리의 어려운 점 등으로 인하여 점차 고온 단시간 살균법으로 대체되게 되었다. 열재생장치를 이용한 고온단시간살균법 (high temperature-short time pasteurization) 이 1923년에 소개되었지만, 1940년대까지는 산업적으로 사용되지 못하였다. HTST 살균법은 각종 조절 및 측정장치의 개발에 따라 빠른 속도로 보급되게 되었다. 살균방법의 개발확산과 함께 1940년 경에 우유의 균질화 방법이 개발되어 보급되게 되어 고온 단시간 살균법이 더욱 확산되어 오늘날에는 세계적으로 90% 이상의 우유가 고온 단시간 살균법으로 살균 처리되고 있다.

### 5) 우유의 초고온 처리법의 발달

우유의 초고온 처리법에 의해 병에 넣은 우유의 오염된 병원균과 부패성 미생물을 125℃로 가열 처리하여 사멸시킴으로 안전성과 함께

Table 3. Milestone in the history of milk heat-treatments

기간	내용
1860~1864	프랑스의 Louis Pasteur가 포도주를 가열처리함으로써 부패균을 죽일 수 있음을 발견
1870	Denmark의 N.J. Fjord 교수가 Pasteur의 열처리법을 우유에 응용함
1873	미국의 Abraham Jacobi가 유아용 우유를 가열처리하는 방법을 발견
1881	독일의 Alb Fesca사가 처음으로 우유살균기를 제작
1884	독일의 Soxhlet 박사가 유아용 우유를 가열처리하도록 권장했으며, 가정에서 우유의 열처리장치를 고안

Table 3. Continued

1885	Denmark와 Sweden에서 우유가 상업적으로 살균됨
1886	Harvey D. Thatcher 박사가 처음으로 유리로 된 우유병을 발명하였고, Stone 박사가 처음으로 우유충전기의 특허를 받음
1888	: A. Caille 박사가 Soxhlet 살균기를 미국에 소개
1889	우유병 입구에 턱이 있어 종이 뚜껑으로 막을 수 있는 우유병이 특허를 받았다. New York의 Postdam에 사는 Harvey와 Samuel Barnhart는 종이 우유병마개의 특허를 받았다. New York시의 Henry Koplik이 세계에서 처음으로 유아용 우유집유소를 설치
1889~1893	New York시의 Nathan Straus와 J. H. Monrad가 우유의 살균을 주장하고 실시
1890	Denmark에서 처음으로 버터제조용 크림을 살균하였으며, 1890년경에는 보편화 되었다. 우유를 85℃ 까지 순간적으로 가온할 수 있는 연속가열장치가 처음 Denmark에서 개발됨
1890~1891	Bittner가 처음으로 나선형 가열코일을 장치한 단식 살균기를 만들었으며, 우유를 84.4℃에서 30분간 가열하면 충분히 살균할 수 있다고 함
1892	미국의 Sheffield Farms Co.의 사장 L. B. Halsey가 New York의 Bloomville 공장에 독일의 살균기를 처음 설치하여 처음으로 상업적 살균유 공장을 경영함
1892	Chicago의 Columbia 박람회에 우유병장 살균법을 처음 전시
1893	Howland G. Freeman 박사가 개량된 가정용 우유살균기를 발명하였다. New York시에 Nathan Straus가 살균유 처리장을 만들어 극빈아동에게 무료로 살균유를 공급
1894	미국의 J. H. Monard씨가 우유살균기를 제작하여 D. H. Burrell & Co가 판매
1895	S. M. Heuling 씨가 탱크형의 연속우유살균기를 고안, Wisconsin 주립대학의 H. L. Russell 박사가 진탕기와 덮개가 달린 탱크형 저온살균기를 고안했으며, 초기의 병장살균법이 점차 탱크형 살균기를 사용하는 살균법으로 대체되었다. 증기터빈 병 세척기가 처음 소개됨
1896:	S .M. Babcock 박사와 H. L. Russell 박사는 우유의 살균이 크림층 형성에 미치는 영향을 연구
1897	Jensen 씨가 연속회전식 관형살균기를 설계 제작 우유의 상업적 살균이 미국 Ohio 주 Cincinnati에서 시작
1897	미국 Minnesota 주 Albert Lea의 H. E. Schuknecht가 버터제조용 크림의 살균을 실시
1898	버터제조용 크림의 살균을 Denmark에서는 의무화함
1899	Farrington과 Russell 박사는 고온살균으로 크림층이 감소한다고 보고
1900	Russell과 Hastings 박사는 <i>Mycobacterium tuberculosis</i> 와 다른 병원균을 60℃에서 20분간 처리하면 사멸시킬 수 있음을 확인
1900~1907	Theobald Smith, Russell과 Hastings 및 Rosenau 박사 등은 결핵균이 60℃에서 20분간 열처리하면 사멸되는 것을 연구 확인함으로써 저온 살균법의 과학적 기초를 수립
1903	열재생식의 살균기가 소개되었으며, Joseph Willmann이 수직형 열재생식 살균기를 제조
1903	국제낙농연맹(International Dairy Federation)이 처음으로 Belgium의 Brussels에서 탄생되었으며, 첫 대회에서 몇몇 연구자가 우유의 살균에 대하여 보고하였다. 이 대회에서 Sweden의 C. Barthel은 1896년에 Sweden의 유업체가 우유살균을 실시하고 있다고 보고
1906	종이로 만든 우유병이 발명되었지만, 약 1929년경까지는 사용되지 않음
1906~1907	Joseph Willmann은 8칸으로 된 저온살균기를 건조하였으며, 각 칸에서 우유를 61.7~62.2℃에서 30분간 가열한 후 내보내게 됨
1907	국제의약협회가 우유의 살균을 권장함. 독일의 Heidelberg에 Straus가 우유살균 실험실을 설치 미국 공중위생국이 우유와 공중위생과의 관계를 연구하기 시작 Joseph Willmann이 처음으로 New York시 Slawson Decker Co.에 연속 저온살균기를 설치하고, 처음으로 우유 자동기가 특허를 받음
1908	우유판매자 국제협회(The International Milk Dealers; 이 기관은 1935년에 The Milk Industry Foundation으로 되었다)가 Chicago에 설립됨 Chicago는 우유 살균을 법제화 최초의 도시가 됨 Charles E. North 박사가 New York시에서 처음으로 A급 우유(Grade A Milk)의 개념과 표준을 정함

Table 3. Continued

1909	미국공중위생국과 해군병원이 처음으로 Milton J. Rosenau가 저술한 위생시험서 59호, “살균”과 “우유병원균의 열사멸점”을 출판 Chicago 시는 tuberculin 검사를 받지 않은 소에서 생산되는 모든 우유를 의무적으로 살균하도록 법으로 제정 D.H. Burrell & Co.는 2중 관형열교환기를 제작하고, 처음으로 관형 저온살균기를 개발 New York시의 Charles E. North 박사는 저온살균 시간과 유량을 검사시 <i>Serratia marcescens</i> 를 사용
1910	미국 공중위생 협회가 처음으로 “유제품의 표준검사법”(Standard Methods for the Examination of Dairy Products)을 출판
1911	Charles E. North 박사가 상업적 병장살균 방법을 연구 회전식 자동 우유 병장기 개발 처음으로 유가공 기계에 염소 소독제 사용
1912	Chicago 법률과 유사한 New York시에 의무 살균법이 발효 Charles E. North 박사가 가열시간과 온도가 우유의 여러 가지 성질 bacteria, 성분에 미치는 도표를 발표
1913	Chicago 전국 낙농박람회 Standard Cap and Seal Co.가 종합우유 살균포장기를 전시
1914	New York시 위생국은 모든 살균유는 61.1~62.8℃에서 최소 30분간 가열하도록 정함 Philadelphia시 우유살균을 의무화 함
1918	유리를 피복시킨 단식 살균기가 소개
1919	Anderson과 Finkelstein은 Electro-Pure 공정을 사용하여 우유의 HTST 살균표준을 정함
1920	Grindrod가 고압건조 증기를 크림에 주입한 후, 진공실로 유출시키는 “충격 멸균법(Impact sterilization)” 원리를 소개
1922	영국에서 처음으로 우유살균법 제정
1923	영국의 Sedwick가 처음으로 열재생식의 HTST 판형 살균기를 소개 Hunziker가 어떤 금속은 우유와 접촉하면 산화취를 발생시킨다고 주장
1924	단열장치가 된 우유수송 탱크차가 소개되었다. 미국 공중위생국이 처음으로 표준우유 법령(The Standard Milk Ordinance and Code)을 제정
1925	D. H Burrell & Co.가 처음으로 두 칸으로 된 우유침량기 제조에 Stainless 강철을 사용
1927	Pennsylvania 주 위생국이 HTST 살균에 전기 가열을 허용 처음으로 상업적 균질방법이 시행 The Heil Co.가 처음으로 Stainless steel로 된 우유수송 탱크를 제작
1927	미국의 Grindrod는 증기 주입법으로 우유를 110℃까지 (2기압) 가열 처리하는 멸균법을 무당연유 제조에 사용
1927~1933	현재의 HTST 우유 살균 장치들이 개발
1929	처음으로 종이로 된 우유포장 용기 (The Sealcone)가 소개됨 판형 열교환기가 영국으로부터 미국에 소개됨 Mojonnier Vrothers가 새로운 회전식 진공우유 병 충전기를 소개
1930	New York시 위생국이 더운물로 가열되는 HTST 살균기를 허가하였다. 산화취가 살균 우유의 중요한 문제점으로 부각
1930~1940	HTST 살균기에 사용될 수 있는 역류 밸브가 개발 완성
1931~1932	A. C Dahlberg와 J. C. Marquardt(New York시 농업시험장) 씨가 우유의 가열온도 및 시간과 결핵균 사멸간에 관계를 반로그 도표에 표시
1932	New Zealand에 R. M. Murray와 F. S. Board 씨가 우유의 진공처리를 발명
1933	Tracy, Ramsey, Ruehe가 우유를 균질하면 살균유의 산화취가 억제된다고 보고 처음으로 우유의 HTST 살균표준이 미국 공중위생법령(U.S Public Health Service Milk Ordinance and Code)에 포함됨
1935	프랑스 의회는 사람이 소비하는 모든 우유는 살균하도록 정했으나, 소비자에게 직접 배달되거나, 하루에 600 liters 이하를 점유하는 집유 처리장에는 적용되지 않음
1935	미국 의학 우유협회 (The American Association of Medical Milk Commissions)가 처음으로 보증우유의 살균을 하도록 권장 영국의 Kay와 Graham이 처음으로 phosphatase 시험법을 소개
1937	처음으로 독일에서 밀폐된 우유관을 우유공장에서 사용
1938	HTST 살균의 온도조절 문제가 판형 열교환기와 역류밸브를 사용하여 해결. UHT 살균, 진공살균, 우유의 탈취를 가능하게 한 진공처리기가 New Zealand에서 미국에 처음 소개

Table 3. Continued

1938~1945	저온 살균법이 급속히 고온단시간 살균법으로 대체됨
1940	Netherlands에서 우유의 살균이 법적으로 의무화
1941	고온단시간 살균법이 영국에서 공식으로 인정
1942	우유의 매일 배달제가 의무화
1948	UHT 살균법 소개
1951	Meyer가 우유를 UHT 처리하고, Martin 통조림법으로 철관에 무균포장함
1951	Denmark의 Svend O'Koch 박사는 국제 우유위생위원회에 제출한 보고서에서 1949~1950년대에 유럽의 몇몇 나라에서 우유의 위생적 품질의 평가에는 methylene blue 환원시험, 총미생물의 표준평판배양법, Coliform 미생물 시험법 등이 가장 많이 사용됨
1952	150℃에서 0.1초간 우유를 처리하는 UHT 처리방법이 Swiss에서 소개
1956	Switzerland의 P. Kastli 박사는 IDF에 제출한 보고서에서 우유를 Phosphatase가 음성이 될 정도로 열처리하면 병원성의 미생물이나 바이러스는 모두 사멸한다고 보고
1959	영국의 S. K. Kon 박사는 살균처리에 의한 우유의 영양소 파괴는 무시할 정도라는 연구를 발표
1961	IDF의 우유의 저장에 관한 세미나에서 다음의 결론을 내림 - 열처리 목적은 우유의 모든 병원균을 죽이고, 우유의 저장성을 개선하기 위한 것이다. 열처리 검사-열처리 후 Phosphatase 음성이일 경우 열처리가 적당한 것으로 인정한다. 법-열처리된 우유의 미생물수를 규정할 수 있으나, 내열성 미생물수는 중요하지 않다. - 온도-강한 산화취 방지를 위해서는가 아니라면 고온을 사용할 필요가 없다. - 살균후 재오염-살균유의 저장성은 재오염되는 미생물에 의해 주로 좌우된다. - 살균기와 병장기간의 연결관은 짧을수록 좋다. - 미생물-미생물수보다 미생물 종류가 시유의 저장성을 좌우하므로 재오염을 최대한 방지해야 한다.
1961	Sweden의 Tetra Pak사와 Austria의 Alpura사가 협력하여 다층지형 Tetrahedron 용기에 UHT 처리한 우유를 무균 포장하는 방법을 상업화
1964	Blowmold 플라스틱 우유병 소개
1964	영국의 W. A. Cuthbert 박사는 IDF Bulletin, Doc. 9에서 "HTST 살균에서 생존하는 미생물을 살균용 원유의 검사에 사용하기에는 아직 이들에 대한 지식이 부족하다. 다만 HTST 살균은 시판용 우유를 제조하기 위한 최소의 열처리일 뿐이다." 라고 주장
1965	Netherlands에서 무균포장된 멸균유가 처음 시판
1966	멸균연유 상업적으로 제조 시판

저장성을 확보하는 우유 살균법은 이미 1895년에 유럽에서 보고되었으며, 우유를 고온의 공기나 증기로 처리하는 방법을 발견하여 1910년 경에 Lobeck이 특허를 받았다. 그러나 이러한 우유의 초고온 처리법은 처리기계가 발전되지 못하고, 멸균된 우유의 무균 포장 이 개발되지 못하여 실용화되지 못하였다. 1930년대 병장멸균법이 관심을 끌었으나, 상업적으로는 1950년대에 미국에서 무당 연유를 초고온 처리하여 Martin 무균 통조림법으로 포장하는 방법이 성공 함으로써 초고온 처리법에 의해 제조된 저장성이 높은 좋은 질의 연 유가 성공을 하게 된다. 1950년대에 증기 주입법 (Steam injection) 및 증기분사법 (Steam infusion)에 의한 UHT 처리법이 개발 되고, 1960년대에 Sweden의 Tetra Pak 사가 다층지형 용기에 초 고온 처리된 우유를 무균 포장하는 방법을 개발 보급함으로써 초고 온 처리우유는 본격적인 시장확장이 가능하게 되었다.

## 결론

우유의 열처리는 원유 중에 존재하는 미생물을 사멸시킴으로써 우 유에 안정성과 저장성을 부여하는 식품가공의 한 수단이다. 우유를 가열 살균하는 동안에는 미생물의 사멸 이외에도 효소 및 독 성분 의 파괴와 같은 변화와 영양성분, 향미성분의 소실과 같은 부정적 인 품질변화도 동시에 일어난다. 따라서 미생물의 파괴를 최대화하 고, 식품의 영양성분의 손실을 최소화 하기 위해서는 개개의 식품 에 알맞은 살균공정의 선택에 유의해야 한다(한, 1989). 현재까지 우유의 가열살균에 사용되는 방법들은 과학적 지식과 경 험을 바탕으로 열처리 온도와 시간이 정립되었으며, 전세계적으로 이미 검증된 방법이다. 국내에서 생산되는 우유의 대부분을 차지하 는 UHT 우유는 전세계적으로 market share가 가장 많이 증가하

고 있는데, 이는 UHT 우유가 위생적으로 가장 안전하기 때문이다. 본 저자는 30년 가까이 된 오래된 글을 재 수록하면서 지금까지 간과하고 있었던 우유 열처리의 의미를 다시 한 번 되새길 수 있는 좋은 기회이었다고 생각한다. “우유의 열처리가 우유품질과 영양가에 미치는 영향”의 첫 장에 “우유열처리기술의 발달사”를 수록한 것은, 원저자가 유가공을 공부하는 후학들에게 “열은 지식으로 우유 열처리 논쟁을 하기보다는, 우유 열처리의 진정한 의미를 이해하는 것이 더 중요한 것”이라고 충고를 하기 위함이 아니었을까?

## References

1. Anon, 1981. Factors affecting the keeping quality of heat treated milk. International Dairy Federation Document 130.
2. Anon, 1981. New monograph on UHT milk, 1981. International Dairy Federation. Document 133.
3. Anon, 1983. Pasteurizing plant manual. The Society of Dairy Technology, Huntingdon, England.
4. Anon. 1986. Monograph on pasteurized milk. Int. Dairy Fed., Bulletin No. 200, Brussels, Belgium.
5. Dewees, W. P. 1829. A treatise on the physical and medical treatment of children, 3rd edition. Leaand-Cared, Philadelphia, USA.
6. Hall, C. W. and Trout, G. M. 1968. Milk pasteurization. AVI Pub. Co., Conn., U.S.A
7. Hammer, B. W., and Babel, F. J. 1957. Dairy bacteriology 4<sup>th</sup> ed., JohnWiley and Sons, Inc., New York.
8. Knutson, K. M., E. H. Marth, and M. K. Wagner. 1987. Important milestones in the history of milk pasteurization. Dairy Food Sank 7, 459.
9. Parker, H. N. 1917. City milk supply. McGraw Hill Book Co., New York.
10. Sommer, H. H. 1952. Market milk and related products. 3<sup>rd</sup> edition, published by the author, Madison, Wisconsin, USA.
11. 한봉호. 1989. 식품의 가열살균. 식품공학. pp159-192. 형설출판사, 한국.