

## 레토르트식품의 살균 기술

안 태 회

(주)오뚜기 중앙연구소

### 1. 레토르트살균 기술의 역사

식품을 보존하는 수단에는 가열살균법외에 냉동, 냉장, 건조 및 방부제 첨가등의 방법이 있다. 가열살균법과 기타 방법에는 기본적으로 큰 차이점이 있다. 즉 전자는 식품에 부착된 미생물을 사멸시키지만 후자는 생존하는 상태로 남아서 그 활동을 정지하고 있다. 식품이 무균화되었다는 것을 증명하기 위해서는 가열살균한 식품 모두를 장기간 저장하여 변패하지 않는 것을, 또는 실제로 이것을 먹어보고 인체에 악 영향이 없다는 것을 확인하면 좋지만 매일 대량으로 생산하여 상업적으로 판매하는 식품에 있어서는 이와같은 증명방법을 채용하는 것이 불가능하다. 그렇다고해서 미생물학적인 안전을 기하여 터무니 없이 고온에서 장시간 식품을 살균하면 그 식품은 벌써 상품으로서의 가치를 잃어버린다. 여기서 식품에 행해지고 있는 가열살균이 유해 미생물을 사멸하기 위해 어느정도 효과가있는지 평가하고 또 이것을 사멸하기 위하여 필요한 가열온도와 시간을 조합한 조건(가열살균조건)을 결정하기 위하여 몇개의 수단이 필요하다. Nicholas Appert의 병조림의 식품보존법이 발명(1804년)된

이래 지금까지 통·병조림산업은 발전을 계속하여 왔지만 그동안 통·병조림 식품의 가열살균은 경험적인 사실과 감각에 의지하여 조건이 결정되었던 시대가 길었다. 20세기 초두에 통·병조림이 급속히 보급되던 미국에서는 생산규모가 확대되어 왔기 때문에 일단 가열살균된 불안정한 제품이 공장에서 출하되면 이것은 넓은지역 및 많은 사람들의 건강에 위험을 미칠 가능성이 있었다. 특히 사람이 그 독소를 먹으면 치명적인 장애를 일으키는 내열성 보툴리누스균(*Clostridium botulinum*)이 분포되어 있는 미국에서는 병·통조림식품의 가열살균에 관한 의문은 업계 공통의 고민이었다. 그래서 제조업자는 1907년 살균기술을 보다 과학적인 기초위에 확립시키기 위해 미국통조림협회(National Canners Association, 그후 National Food Processors Association로 개칭)을 설립했다. 식품의 가열살균의 과학적인 기초는 이 협회의 연구자들에 의해 확립되었다고 해도 과언이 아니다. 통조림에 관한 가열살균의 문을 최초로 두드린 것은 Bigelow가 통솔한 Eaty, Meyer, Cameron, Williams 및 Ball 등의 미국통조림협회연구소 팀이었다. 그들은 미생물과 통조림에 행한 가열처리의 살균효과를 수학적으

로 표현하는 것을 시험하고 그 성과를 1920년에 계속 발표하였다. 특히 Charles Olin Ball은 그 생애를 받쳐 이 문제에 몰두하여 현재의 가열살균이론의 기초를 구축했다. 그 이론은 식품산업계는 물론 의약품 및 화학공업에 있어서도 넓게 채용되고 있다. 통·병조림은 그 용기를 변형한 레토르트파우치, 플라스틱성형용기, 종이용기 등의 가공식품으로 발전하여 현재에는 밀봉용기 식품으로 칭하는 일군을 형성하고 있다.

이들 새로운 가공식품의 개발도 과학적인 살균효과 평가법이 있었기 때문에 가능하였다. 현재는 물론 장래에도 보다 많은 사람들에게 안심하고 용기 식품을 먹을 수 있도록 하기위하여 식품의 제조에 종사하는 기술자가 가열살균이론을 일상의 제조관리에 사용시킬것을 기대한다.

## 2. 국내의 레토르트식품의 역사

1977년에 농어촌개발공사 식품연구소가 국내 포장재업체의 협력을 얻어 레토르트파우치에 대한 연구와 시험을 실시하였고 국방과학연구소가 전투식

량으로서 레토르트식품을 개발하여 1980년부터는 대화상사(현 선척식품)가 생산하여 국방부에 납품하게 되었다.

일반소비자를 위한 제품개발은 (주)오뚜기가 효시이며 1981년에 3분카레를 처음으로 출시하였다. 초기에는 많은 업체가 레토르트식품제조에 참여했으나 판매부진으로 (주)오뚜기를 제외하고 모든 업체가 생산을 중단하였으나 최근에 (주)비락, 베스트푸드미원, 럭키화학, 제일제당, 동원산업, 롯데삼강등이 시장에 참여하여 레토르트시장이 점점 증가하는 추세에 있다.

## 3. 레토르트식품의 제조공정도

레토르트식품은 통조림식품의 살균기술을 기반으로 개발되었기 때문에 통조림과 비슷한 공정으로 만들어진다. 다만 포장재가 통조림에 비해 강하지 않기 때문에 가압가열 살균시 좀더 미세한 가압조건이 요구된다. 일반적인 제조공정은 원료의 전처리, 조리, 충전, 밀봉, 살균, 검사 등 그림 1과 같은 제조공정으로 제조된다. 전처리 과정에는 브랜

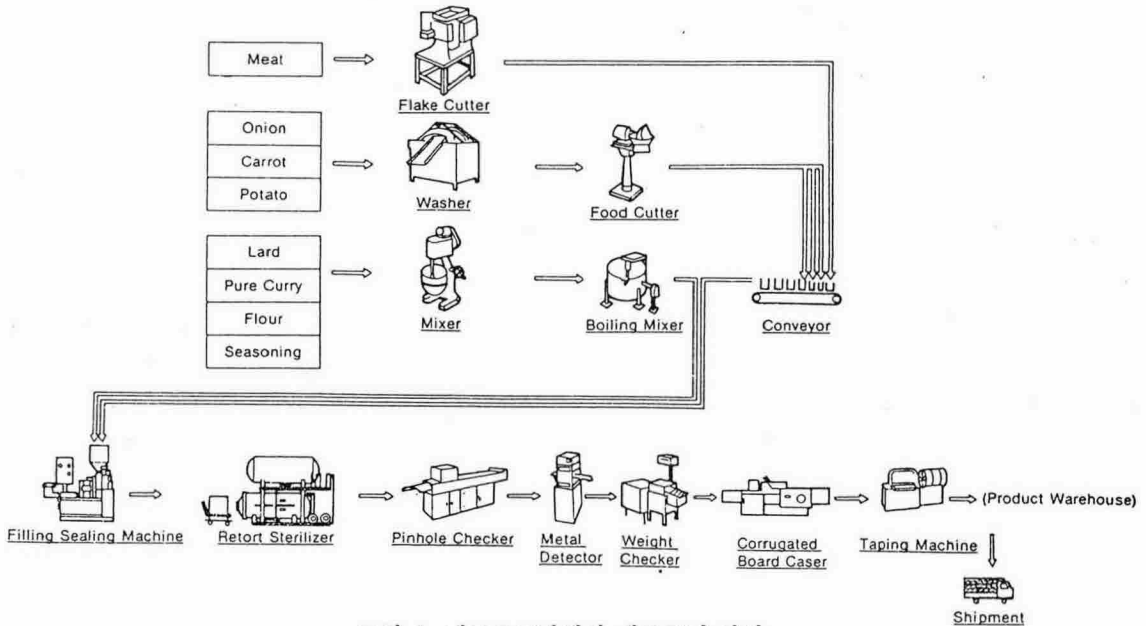


그림 1. 레토르트카레의 제조공정 라인

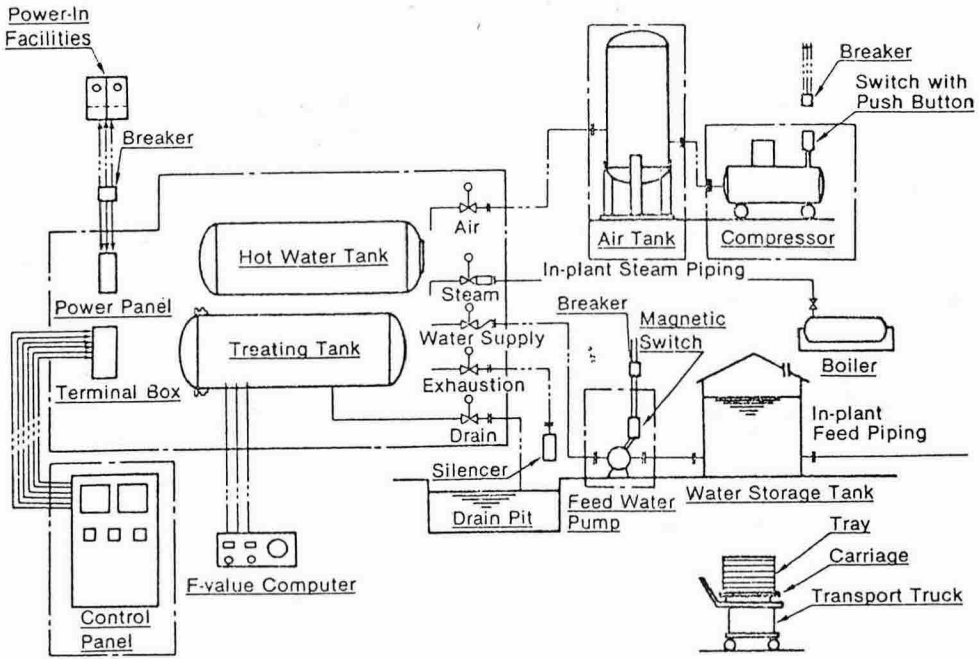


그림 2. 열수식 살균기의 flow sheet

칭 또는 로스팅을 실시하여 살균효과를 높이기 위한 표면살균, 생취제거, 효소실활, 조직속의 공기 제거 등을 위해 행해진다.

#### 4. 레토르트살균기의 동향

레토르트식품을 제조하는데 사용되는 살균기의 종류에는 제품을 살균하고 이송시키는 방법에 따라 연속식과 batch식이 있다. 살균기는 가열매체의 종류에 따라 증기식과 열수식으로 나누어진다. 증기식은 열매체로서 스팀과 공기의 혼합체를 사용하는 방법으로 스팀과 공기의 양을 조절하여 설정온도에 따라 일정온도와 압력을 유지시켜 살균을 행하는 반면 열수식은 스팀에 의해 가열된 열수에 설정 살균 온도에 따라 일정한 양의 공기로 압력을 가하여 이를 열매체로 사용함으로써 살균을 행하는 방법이다. 증기식은 급속관(통조림)과 파우치 살균에 주로 사용되었지만 1985년경부터 열수식 레

토르트가 많이 사용되고 있다. 열수식살균(회수식, 치환식)은 전자레인지 식품용의 플라스틱 성형용기 등의 살균에 적합하기 때문에 급속히 보급되었다. 열수식 살균기는 그림 2에 도시된 바와 같이 두 개의 탱크가 수평으로 상하로 놓여 있는데 윗쪽의 탱크(온수조)는 열수를 저장하는 곳으로 살균이 시작되기 전에 이곳에 먼저 물이 살균설정온도보다 5°C 가량 낮은 온도로 가압가열된다. 온수조에서 가열된 열수는 아랫쪽 살균 탱크(처리조)로 분사된 후에는 순환펌프에 의해서 순환되면서, 설정온도로 유지되기 위하여 스팀이 순환되는 열수와 혼합 주입되는 방식으로 작동한다. 살균이 끝나면 급수펌프에 의해 열수는 온수조로 냉각수 유입과 동시에 회수된 후 순환 펌프에 의해 냉각수가 순환하면서 제품을 냉각시킨다.

특히 용기식품의 경우 내부에 잔존 공기가 있는 경우에는 살균에서 냉각공정사이에 내용물 및 잔존 공기의 온도상승 혹은 온도하강이 지연되기 때문에

용기내압과 레토르트내압과의 편차가 크게되어 용기의 변형을 일으킨다. 따라서 용기 내압에 대응하는 공기가압이 필요하나 증기식은 가압방법이 어렵고, 열수식은 조절이 용이하기 때문에 주로 사용되고 있다. 이와 같이 용기내압과 외압의 차이를 적게하는 살균방식을 등압 또는 정차압살균(함기식)이라고 부른다. 또한 정차압살균은 용기내 공기가 잔존할 때 뿐만 아니라 용기내의 산소를 질소, 이산화탄소 등으로 치환, 밀봉하여 제품의 신선도를 유지하고자 하는 경우에도 이용되고 있다. 일반적으로 성형용기의 레토르트살균은 식품을 완전히 채운 경우는 유연성이 있는 파우치와 같이 정압처리가 가능하지만 함기상태의 경우는 가열 살균중에 용기 내압과 레토르트내 압력이 잘 맞지 않으면 용기의 변형이나 접착부위가 파손되는 문제가 발생한다. 따라서 함기상태의 플라스틱 성형용기를 살균할 경우 레토르트살균중 용기 내압은 살균기내 온도의 변화에 따라 변화하기 때문에 그 변화에 맞는 압력을 조절하지 않으면 안된다. 용기내 압력에 대해서 외측의 압력이 너무 높은 경우, 용기는 오목하게 들어가게 되고 반대의 경우는 팽창하거나 접착부위가 떨어지게 된다.

최근에는 열수를 중 또는 횡 방향으로 분사하는 샤워식(또는 spray식) 살균기도 사용하고 있는데

이는 열수식과 증기식의 잇점을 결합한 방식으로 열수식에 비해 온도 조절이 용이하며 살균기 내부의 온도편차가 적으며 에너지 소비가 적기 때문에 레토르트식품 제조사의 관심을 집중시키고 있다.

살균을 장시간 요하는 식품은 처음부터 고온에서 가열하면 중심온도가 상승하기전에 표면 등에서 열화가 일어나기 쉽기 때문에 100°C 이하의 온도에서 미리 예비가열한 후 본래의 온도로 상승시키는

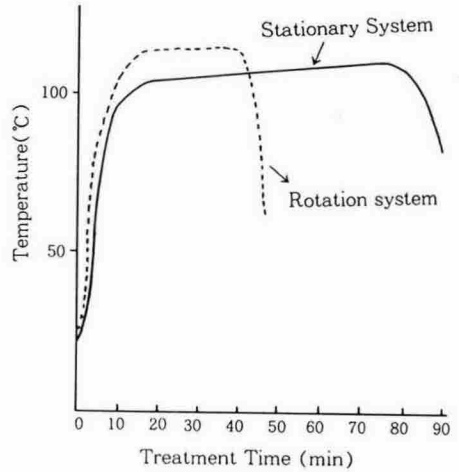


그림 3. 정차식 살균과 회전식 살균 system의 제품 품질은 변화

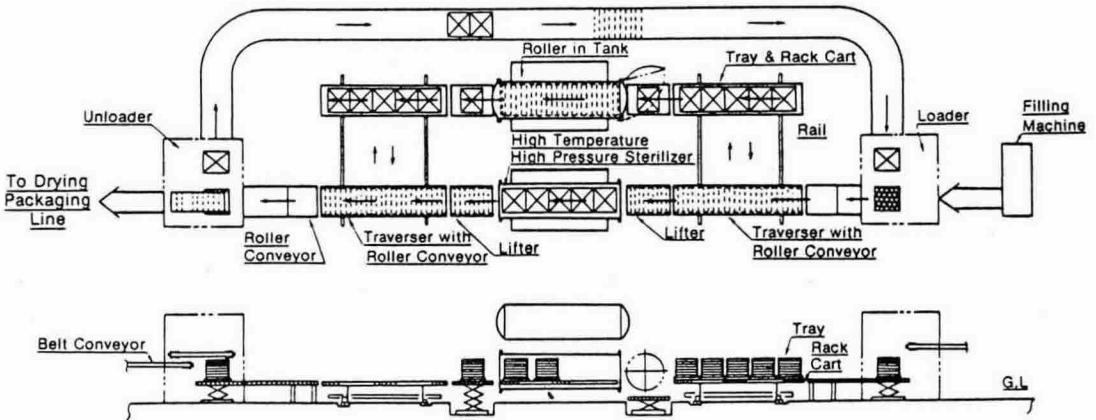


그림 4. 레토르트 전 후 라인의 자동화

2단 또는 다단식 살균기도 사용되고 있다.

일반적으로 살균시는 정치식을 채용하고 있으나 살균, 냉각중에 내용물을 강제적으로 회전시켜 열 전달을 좋게하여 가열시간을 단축시켜 품질열화를 최소화하는 회전식 살균방법도 적용되고 있다. 그림 3에서와 같이 정치식 살균기에 비해 회전식 살균기로 살균할 때 제품의 품온이 목표온도에 2배 정도 빠른시간에 도달하기 때문에 단축할 수 있다. 회전식에서 살균시간을 단축하기 위해서는 적당한 점도, headspace의 공기량, 회전속도 등의 검토가 충분히 이루어져야한다.

국내에서 레토르트식품은 대부분 batch식으로 살균하고 있으나 그림 4와 같은 레토르트의 자동화 설비, 그림 5와 같은 연속식살균기 등의 도입을 신중히 검토하여 생산원가 등을 최대한 줄여서 국제적으로 경쟁력 있는 식품을 만들어야 할 것으로 사료된다.

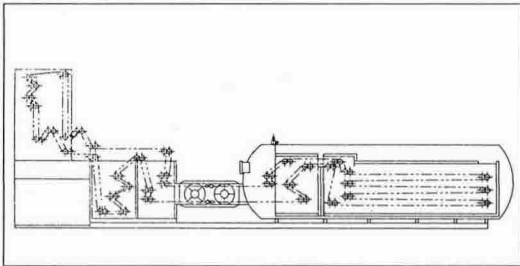


그림 5. 레토르트식품 생산이 가능한 연속식 레토르트 살균기

살균기의 능력은 주로 살균기 내부의 온도가 위치에 관계없이 얼마나 일정하게 유지되는가에 의하여 결정되는데 미국의 NFPA(National Food Processor's Association)와 IFTPS(Institute for Thermal Processing Specialists)는 적절한 살균을 수행하기 위해서는 살균시 Come-Up-Time이 끝나고 1분 후에는 살균기내의 온도 범위(온도가 가장 높은 부분과 가장 낮은 부분과의 온도차)가  $1.7^{\circ}\text{C}$  이하일 것을 권장하고 있다. 그들은 또한 새로운 살균기의 도입이나 살균기를 개조한 때는 살균식품의 안정성과 제품품질을 위해 살균기내에

제품이 완전히 적재된 상태에서 살균기의 온도 분포를 확인할 수 있는 시험을 행할 것을 권고하고 있다. 온도편차가 있으면 제품이 살균도에 미치는 영향은 더욱 커지기 때문에 온도 편차를 최소화할 수 있는 방법을 연구 검토하여야 한다.

## 5. 살균방법의 최근 동향

레토르트식품은 통상 살균온도  $115-120^{\circ}\text{C}$ , 압력  $1.2-2.5\text{kgf/cm}^2$ 에서 살균이 실시되지만 고온 단시간 살균하는 것이 품질열화를 최소화할 수 있기 때문에 최근에는 레토르트 식품에서도 HTST 살균방법도 사용되고 있다. 그러나 HTST살균법은 살균설비 뿐만아 니라 파우치, 용기의 개발이 동시에 이루어져야한다. HTST 레토르트살균의 설비면에서는 승온시간을 단축하기 위해 steam accumulator 등을 이용하여 증기도입을 순간으로 행하는(예를들면  $135^{\circ}\text{C}$ 까지 3초-1분간)동시에 살균기내의 온도 분포를 균일하게 가열이 가능하도록 설계되어야 한다.

그림 6과 표 1은 종래의 살균법과 HTST살균법의 살균시간을 비교하였다.

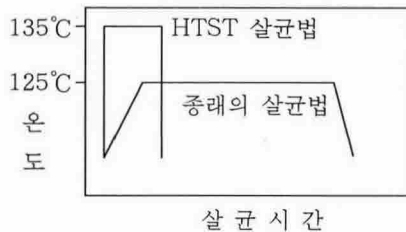


그림 6. HTST와 종래 살균법의 살균 시간 비교

파우치의 개량면에서는 접착제 및 포장재의 내열성 향상을 위하여 HTST 레토르트살균을 가능하게 하였다. 또한 최근에는 전처리에서 충분한 살균을 행하여 미생물의 초기균수를 저하시켜  $F_0$  목표를 3-4로 유지하여 식감이 우수하고 실물감이 있는 제품개발 연구에 많은 노력을 기울이고 있다.

표 1. HTST와 종래 살균법의 살균 조건 비교

	종래의 레토르트 살균법	HTST 레토르트 살균법
come up time	7분	수초-1분
살균시간	25분	8분
come down time	7분	2분
냉각시간	3분	3분
CUT/살균시간	0.3	0.13
CDT/살균시간	0.3	0.25

## 6. 레토르트식품의 살균이론과 실제

식품공전에서 레토르트식품은 조리 또는 혼합한 식품을 파우치 또는 용기에 넣고 밀봉한 후 중심온도가 120°C에서 4분간 가열 또는 이와 동등이상의 효력을 갖는 가압가열 살균방법을 제시하고 있다. 레토르트식품의 가압가열살균의 목적은 용기의 변형이 없으며 미생물학적인 안전성을 얻고자 하기 위함이다. 즉 상업적 무균성(식품의 저장유통조건 하에서 증식할 가능성이 있는 미생물을 모두 살균하는 상태)을 얻는 것이다. 이것은 식품위생법에서 문제시되는 미생물(예를들면 botulinus균등)의 살균과 품질의 보존을 위해 식품중에 증식 가능한 미생물을 살균하는 것이다.

### 6.1 Botulinus균의 살균

인체에 유해성이 있는 botulinus균은 PH는 5.5 이상, Aw는 0.94이상인 생육범위를 가지고 있으며 내열성이 있어서 살균의 표준으로 삼고 있다.

표 2. Botulinus균의 D치 및 12D치

가열 온도(°C)	D(분)	12D(분)
100	30.6	367.2
110	3.06	86.72
120	0.306	3.672
121.1	0.237	2.85

표 2에서와 같이 botulinus균의 D치는 120°C에서 0.306분이지만 식품위생상 문제가 되는 균종이기 때문에 안전성을 감안하여 가열살균의 목표를 10<sup>12</sup>분의 1로하는 12D개념(twelve D concept)설이 미국에서 적용되고 있다. 따라서 표2에서와 같이 120°C의 12D는 3.672분이므로 레토르트식품의 위생법상의 살균조건인 120°C에서 4분이상의 살균조건이 결정되어진 것이다.

### 6.2 기타 내열성균의 살균조건

botulinus균을 제외한 내열성 미생물에 있어서는 살균목표의 확율은 5D에서 10D가 일반적이다. 내열성이 강하고 오염량이 적은 *C. sporogenes*, *B. stearothermophilus*와 같은 균은 5D를, *B. subtilis*, *B. lichenfomis*와 같이 식품에 다량 오염될 확율이 많은 경우는 10D를 필요로 한다.

### 6.3 상업적 무균성의 살균

레토르트식품은 고온에서 가압가열살균하기 때문에 품질의 열화가 일어나는 제품이 많다. 이를 방지하기 위해 가열조건을 완화할 필요가 있다. 미생물의 균종은 pH에 따라서 내열성이 변화하여 pH가 낮으면 내열성이 약하다는 것은 이미 알려진 사실이다. pH에 의한 식품의 분류는 저산성식품 5 이상, 약산성식품 4.5-5.0, 산성식품 3.7-4.5, 고산성식품 3.7이하로 분류하고 있다. pH 및 Aw를 조합하면 그림 7과 같은 식품군의 식품으로 그릴 수 있다.

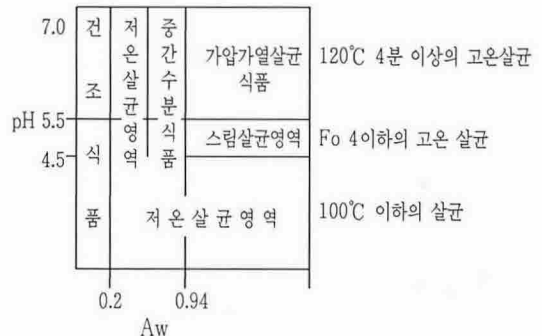


그림 7. 미생물의 발육정지 및 살균이 필요한 영역

pH을 조정한 살균 방법인 SLIM(slight sterilization method) 즉, 살균치를 합리적으로 조정하여 가열살균조건을 완화시키는 살균조건의 연구가 향후 레토르트식품 연구의 관건이라 할 수 있다 하겠다. 실제로 레토르트식품은 중성식품이 많은 이유로 제품의 종류에 따라 F값의 목표를 7-13이상으로 설정하기 때문에 살균온도 및 시간은 115℃-135℃에서 8-50분까지 다양하다. 여기서 F

값은 Ball에 의해 정립된 사멸율을 나타내는 식에서 기준온도를 121.1℃, z값은 10℃로 두고 설정한 값이다. Fo값은 파우치의 기하학적인 중심위치(cold point)에 온도 sensor를 설치하고 살균중 가열시간에 따른 제품의 품온의 변화를 temperature microprocessor(Fo monitor)를 이용하여 산출한다. Fo monitor로 측정된 살균기내 온도, 제품온도, Fo값은 그림 8과 같다.

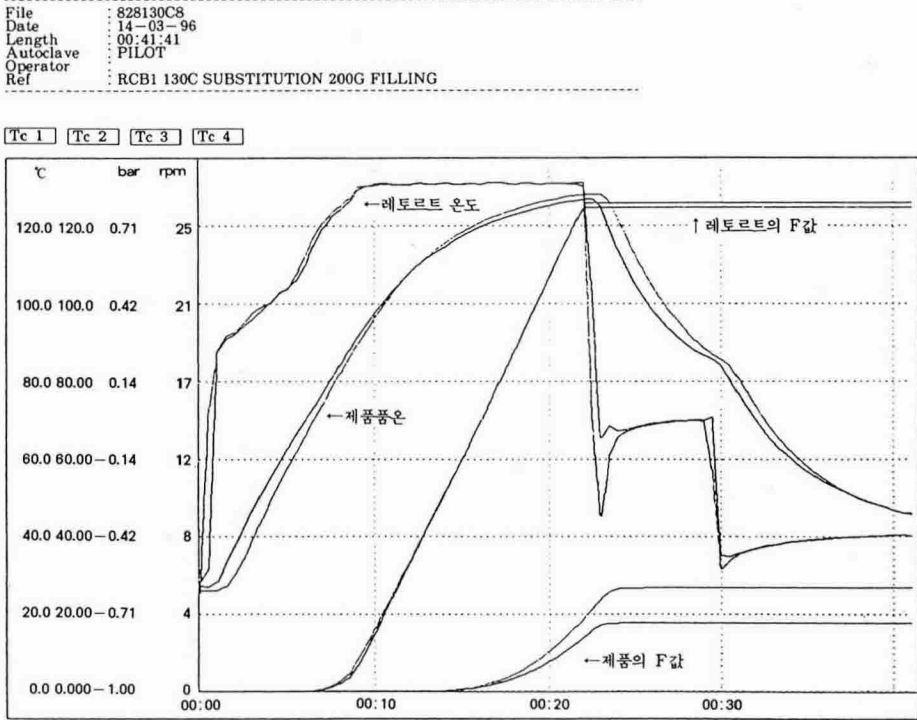


그림 8. Fo monitor로 측정된 살균기내온도, 제품온도, Fo값

## 7. 결 론

레토르트식품은 제품의 폭을 넓히면서 새로운 수요를 개척하여 발전하고 있다. 그대로 3분정도 데우거나, 차게하여 먹을 수 있는 타입의 제품등 소비층을 확대하여 가고 있다. 따라서 레토르트식품은 종래의 간편성, 비상시의 보존식품이라는 개념에서 지금까지 발전하여 왔으나 향후는 이러한 상

품컨셉트를 탈피하여 실물감, 볼륨감이 있으며 매일의 점심이나 저녁에 대응할 수 있는 식품으로 진전해야 된다고 사료된다. 그러나 레토르트 식품은 가압가열처리하기 때문에 고기 및 야채류의 식감이 좋지 않다는 결점이 있으므로 이점을 극복하여 상품의 차별화를 도모하는 것이 업계 공통의 고민이라 사료된다. 이를 위해 살균값을 완화하기 위한 기초연구로서 초기균수의 최소화, 고형물크기 및

합량관리, 초기온도관리, 점도관리, 잔존공기량관리, 살균기관리등 해결해야 할 부분이 많다. 향후에도 레토르트식품 시장은 업체간 신규장르에의 참여, 신상품개발 경쟁의 가운데 품질향상을 키워드로 활황을 보여 갈 것이다.

### 참 고 문 헌

- 1) Olson, F. C. W., Jackson, J. M. : Heating curves, Theory and practical application, *Indust. and Eng. Chem.*, 34, 337(1942)
- 2) 池上 義昭, 竹内 章子, 岡屋 忠治 : 回轉殺菌における熱傳達について, *罐詰時報*, 46, 55 (1967)
- 3) 池上 義昭 : 靜置殺菌法と回轉殺菌法とによる殺菌値の比較-III, 固形物と液汁とが罐を満たす場合について, *罐詰時報*, 50, 74(1971)
- 4) Pflug, I. J., Smith, G., Holocomb, R., Blanchett, R. : Measuring sterilizing values in containers of food using thermocouples and biological indicator units, *J. of Food Protection*, 43, 119(1980)
- 5) NFPA : Guidelines for thermal process development for food packaged in flexible containers. National Food Processor's Association, Washington,DC.,USA(1985)
- 6) 山本 勉, 小西 哲雄 : 新容器における壓力制御殺菌技術とレトルト周邊のライン化, *罐詰時報*, 68, 4(1989)
- 7) Adams H., Hardt, P. : Determining temperature distribution in cascading water retorts, *Food Technol.*, 12, 110(1990)
- 8) 정명수, 차환수, 구분열, 안평옥, 최춘언 : 레토르트 카레 소스 생산을 위한 최적 살균 조건의 선정, *한국식품과학회지*, 23, 723(1991)
- 9) 芝崎 勳 : 加熱による微生物制御と將來への展望, *日本食品工業學會誌*, 39, 738(1992)
- 10) 田口 善文, 高橋 球代 : 回轉殺菌がプラスチック成形容器詰デンブンの熱傳達に及ぼす影響, *罐詰時報*, 72, 333(1993)
- 11) 堤陽太郎 : 레토르트食品 誕生と發展, *罐詰時報*, 73, 105(1994)
- 12) 정명수, 안태희, 이용갑, 유무영 : 열수식 살균기의 온도 분포에 관한 연구, *한국식품과학회지*, 27, 827(1995)