



통(병)조림식품제조의 기초원리에 대하여

한국냉장주식회사
연구개발과장
李 聖 甲

머 리 말

통(병)조림은 현대 과학을 최대로 복합 활용한 가장 근대적인 가공방법으로 과일 채소류의 농산물이나 생선 어개류의 수산물 고기 우유같은 축산물 및 버섯 같은 임산물등의 원료를 식품으로 가공하여 통(병)에 담아 뚜껑을 닫아 가열 살균하는 것으로 이는 어느 정도의 신선미를 유지함과 아울러 위생상의 요건을 충족시킴은 물론 수송상의 편의와 저장 능력을 부여함으로써 일상 생활에 있어서 수시 조리의 복잡성과 시간을 절약시키고 영양가가 크게 손실되지 않고 먹기 좋은 식품을 소비자에게 년중 공급할수 있는 식품을 제조할 수 있는, 방법으로 이의 원리는 탈기, 밀봉, 살균이다.

원래 통조림은 그 기원이 1809년 볼란서인 Nichalaz Appert가 유리병에 조리한 뜨거운 음식을 담고 가볍게 「코르크」마개로 막아 열탕에 처리한후 마개를 꼭 막아 저장하는 병조림을 발명한 이래 유리병의 단점을 개선하기 위하여 1823년 영국인 Peter Durand가 병대신 금속통을 사용한 것이 오늘의 통조림이 된 것이다. 그러나 초기의 통조림은 과학적 뒷받침없이 경험적

으로 제조하였으나 그후 프랑스인 L. Pasteur에 의하여 식품의 부패 원인이 세균에 기인 된다는 것을 구명함으로써 통(병)조림의 원리인 탈기, 밀봉, 살균, 공정으로 세균을 살멸시키므로써 2차오염을 방지 할수 있다는 과학적인 뒷받침이 되었다. 여기서는 통조림의 중요공정인 살균의 조건 구명에 있어서 고려해야할 주요 요인들을 지적 하고 적합한 살균 시간과 온도에 도달하는 과정을 기술코져한다.

1. 식품의 살균

가공 식품 제품이 시장에 유통되어 소비되기 위해서는 저장중 미생물학적 면에서 영구히 부패 변질되지 않는 상태를 유지해야 한다. 이러한 상태를 유지시키기 위하여 즉 미생물에 의한 부패로부터 식품을 안전하게 보호하기 위하여는 살균 처리를 받아야 한다. 진정한 의미에서 살균(sterilization)이란 모든 살아있는 형태의 미생물을 완전히 제거함을 의미하는데 이는 멸균이라고도 말할 수 있다. 이에 대해 통조림 식품류의 살균은 “상업적 살균”이라 할 수 있는데 이는 완전한 멸균상태는 아니고 호열성 세균의 일부 포자가 살아 남을 수도 있는 상태를 의미한다. 즉 모든 병원균과 독소형성균은 물론 정상적인 저장 조건에서 자랄수 있고 변패를 일으킬 수 있는 모든 미생물을 파괴하는 “살균정도”라고 통(병)조림 식품의 살균을 정의 할 수 있다. 통조림 식품의 살균에 옛날부터 쓰이고 지금도 가장 많이 사용되는 방법은 가열 살균이다

*産業應用技術士(食品製造加工)

1. 1964. 2. 고려대학교 농화학파출
2. 1973. 7. 인도 마이소아 대학원식품공학과 출
3. 1964~1976-농촌진흥청 농공이용연구소 농산물 이용연구실 근무
4. 1976-현재 한국냉장주식회사 연구개발과장.

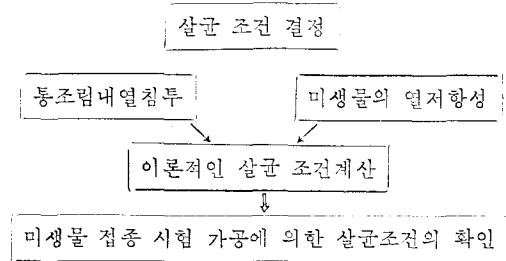
1874년 미국인 수라이버(A.K. Shriver)가 고온 가열 처리를 위하여 증기를 이용한 가압 살균술을 고안하여 이용하면서 과학적인 가열 살균이 시작되었다. 현재 이용되는 살균 장치로는 장치식 가압 살균술이 가장 일반적이며 그외에 저온 살균 장치, 연속 가압 살균장치, 동요 회전식 살균장치, 무균격 살균장치, HTST 살균장치, 등의 가열 살균장치가 이용되고 있다. 또한 전기식 살균, 방사선 살균, 자외선 살균, 항생 물질에 의한 살균 방법도 고안 되고있다.

2. 가열 살균 조건의 기초 결정

과학적인 가열 살균 조건을 결정하는 이론적 기초를 이해하기 위해서는 먼저 세균의 사멸부터 시작해야한다. 식품의 부패세균은 살아있는 생물로서 다른 생물과 마찬가지로 환경 조건이나 빠른 살수도 자랄수도 없으며 따라서 환경이 생장에 적합하지 않으면 죽은 것으로 알려져 있다. 이러한 환경의 가장 조절가능한 조건은 온도이다. 세균에 오염된 식품을 밀봉 용기에 넣어 충분히 높은 온도에서 충분한 시간 방치하면 부패에 안전할 수 있다는 것은 상식적인 이야기다. 높은 온도는 존재하는 세균을 사멸시키고 밀봉된 용기는 외부로부터 세균오염을 방지한다. 그러나 어떤 온도에서 얼마동안을 처리해야 되느냐 하는 문제에 대한 해답은 상당히 어려운 문제로서 지금까지 많은 과학자들의 주요 관심사가 되어있다.

살균 조건을 계산하는 과정은 복잡한 요인 즉 제품의 성질, 용기의 크기, 통조림 기계공정, 오염세균의 가열 저항성등의 각종 요인들이 관여 되므로 이 요인에 대한 지식이 필요하다. 이러한 정보를 수집하여 어떤 특정한 제품을 특정한 형태의 용기에 담아 일정한 온도에서 살균할 때 변태 미생물을 파괴하기 위해서는 얼마나 오래 살균 해야하는가를 결정하는 것이 곧 살균조건의 계산이다. 레틀트에 의한 통조림의 살균은 통조림을 밀봉전이나 후에 상압적 살균상태를 얻기에 충분하다고 과학적으로 결정된 온도와 시간에서 용기내의 식품에 열처리를 하는것을

의미한다. 살균 조건을 결정하기 위해서는 먼저 제품이 가열될때 얼마나 빨리 필요한 온도로 되느냐는 열 침투속도에 대한 정확하고 신뢰할 수 있는 Data가 필요하다. 또한 각 제품에 존재하는 미생물에 대한 열 저항성 (미생물을 죽이는데 필요한 열량)을 알아야한다. (그림참조) 어떤 특정한 식품에 대한 살균 조건이 결정 될 때는 그 조건을 식품처리법, 사용용기의 크기살균 방법 등이 정해진 것에서만 적용된다는 것을 알아야 한다. 한번 결정된 살균 조건은 통조림 가공에 전문적인 지식을 가진 사람이나 기관에서 조건 변경에 대한 특별한 지시가 없는한 변경되어서는 안된다.



가열 살균 조건 결정 과정표

3. 미생물의 열 저항성

세균, 이스트, 곰팡이등 미생물의 성장세포는 100°C에서 거의 순간적으로 파괴되며 보통 통조림 식품의 가열살균에 있어서는 문제를 일으키지 않는다. 그러나 일부 세균 포자는 열에 대해 극히 저항성이 강해서 이 포자의 파괴를 위해서는 고온에서 장시간 노출시켜야 한다. 미생물이 열에 의한 파괴는 온도와 시간 관계로서 나타낼 수 있는데 이러한 미생물의 치사 조건을 측정하기 위하여 여러 방법이 고안 되어 있다.

열 저항 측정기 (Thermoresistometer)는 고온 단시간의 조건에서 세균을 사멸 시키는데 필요한 열을 측정하기위해 특별히 고안된 장치이다. 소형 장치식 레틀트로 세균의 열 저항성 측정용으로 고안된 것이다. 이 시험 목적으로 특별히 소형관을 만들어 가열 살균시간 측정용관 (Thermal Death Time Can, TDT Can)이라 부르고 이것을 소형 레틀트에서 가열 처리한다. 세균의 열 저항성을 측정하기 위해서는 미리 일

정한 수의 세균을 현탁시켜 이를 일정한 온도로 가열한다. 일정한 시간 **가열후**, 냉각시켜 세균이 가장 자라기 좋은 온도에 둔다. 가열 시간을 달리한 여러 시료를 만들면 가열시간이 불충분한 시료에서는 세균이 제품내에서 자라는 것을 볼 수 있다. 가열 처리후 세균의 배양 시험을 통하여 일정한 온도에서 주어진 일정한 수의 세균을 파괴 하는데 필요한 시간을 정확히 알아낼 수 있다. 이러한 시험을 통해 얻은 정보를 정리하여 세균의 열 저항성에 대해 몇가지 특정치로서 표시할 수 있다.

가) D치 (Decimal Reduction time 사멸 시간치)

이 값은 특정 온도에서 존재하는 세균을 90% 사멸시키는데 필요한 시간을 말한다. 세균의 열에 의한 파괴는 일반적으로 특정한 온도에서 단위 시간마다 일정한 비율로 세균수가 감소되는 성질을 가지고 있다.

그림 1은 PA 3671번 균주를 240°F에서 처리할 때의 가열살균속도 곡선(Death Rate Curve)

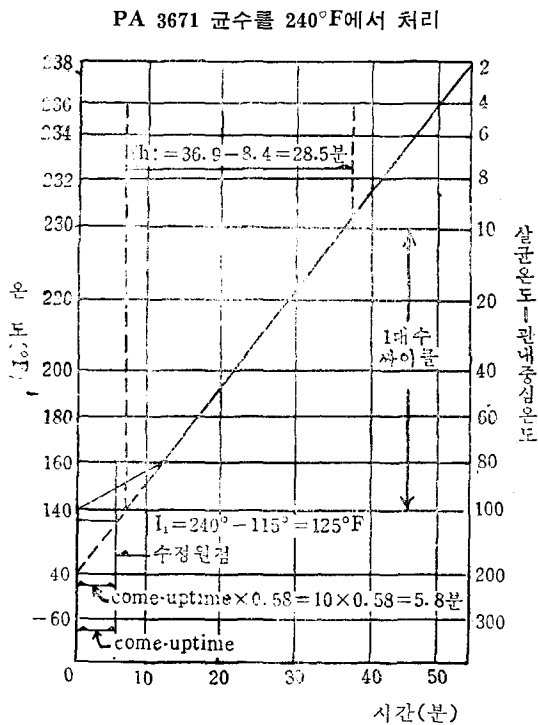


그림 1. 가열살균속도곡선

이다.

그림 1에서 PA 3671균은 240°F로 가열할때 균수가 90%로 감소시키는데 4.9분씩이 걸림을 알 수 있다.

나) "Z"치

세균의 열 저항성 실험을 여러 온도에서 실시하여 그 결과를 정리하던 특정 세균에 대하여 그 사멸에 필요한 온도와 시간 관계를 알 수 있다. 온도와 시간 관계를 나타낸 것이 다음 그림 2의 가열 살균시간 곡선(Thermal Death Time Curve)이다. "Z"치는 가열 살균시간 곡선에서 온도의 변화에 따르는 세균의 살균 시간의 변화를 나타낸 값이다. 가열 살균시간 곡선에서 살균시간의 10배로 변하는데 (1 log cycle) 대응하는 온도의 차이를 표시한다. 그림 2에서는 "Z"치가 17.6°F로 나오는데 이는 240°F에서는 살균시간이 10분 걸리나 257.6°F에서는 1분 밖에 안걸림을 의미한다.

다) "F"치

가열 살균시간 곡선에서 알 수 있는 또 하나 중요한 특징은 F°치이다. 이 값은 주어진 온도에

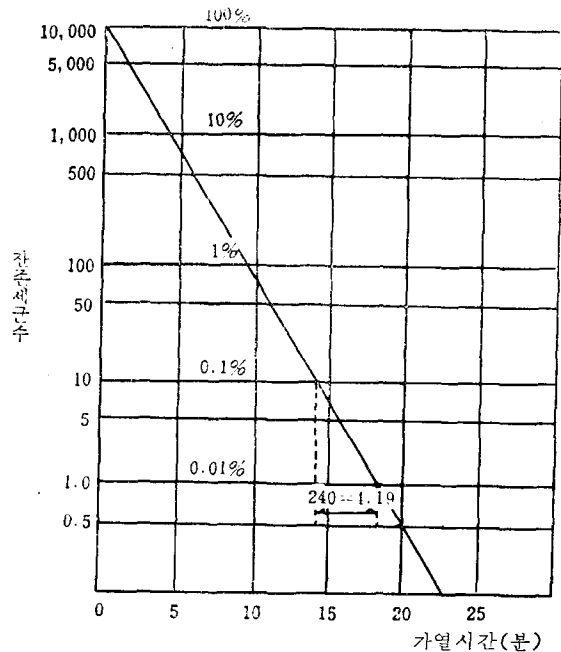


그림 2. 가열살균시간곡선(T.D.T curve)

서 일정한 수의 미생물을 파괴하는데 필요한 시간을 표시한다. 그림 2에서 clostridium Botulinum 균은 250°F에서 245분이면 완전히 사멸됨을 알 수 있다. 이는 물론 일정한 세균수를 전제로 한 것인데 이는 일반적으로 clostridium Botulinum 균에서는 10개의 포자를 기준으로 한다.

이상에서 본 “D”치 “Z”치 “F”치는 미생물의 열 저항성을 나타내는 중요한 특성치로서 통조림 살균조건의 결정에 매우 중요한 역할을 한다. 이 특성치는 각종 미생물에 따라서 그값이 다르며 미생물이 존재하는 환경에 의해서도 달라진다. 세균 포자의 열 저항성은 여러가지 요인에 의해 영향을 받는데 그 요인들을 분류해 보면 다음과 같다.

가) 세균포자 현탁액에 관련된 요인

- 1) 포자 형성 배지의 성질
- 2) 포자형성 온도는 일반적으로 포자형성시의 온도가 높을수록 열 저항성은 강해진다.
- 3) 포자의 수명

나) 가열 배지에 관련된 요인

- 1) PH : PH가 낮을수록 포자의 열 저항성은 약해진다.
- 2) 염 농도 : 낮은 염 농도는 열 저항성을 강하게 하나 염 농도가 높으면 열 저항성은 낮아진다
- 3) 당농도 : 당농도가 높으면 열 저항성을 강하게 한다.
- 4) 지방 농도 : 세균이 지방에 둘러 쌓이면 파괴하기가 어렵다.

다) 회복 배지에 관련된 요인

- 1) PH : 어떤 세균은 산도가 어느선 이상으로 강해지면 자랄수 없다. 예를 들면 clostridium Botulinum 균의 포자는 PH 4.6 이하에서는 자랄 수 없다. 따라서 복숭아나 도마도 같은 산성 과실은 cl. Botulinum 균 포자를 죽이는 살균은 필요하지 않다.

2) 수분함량 : 세균의 성장에 필요한 수분보다 낮은 수분함량을 가진 식품에서는 세균에 의한 변패가 생기지 않는다. 예를 들면, 감자 칩에서는 세균 변패가 일어나지 않으나 건조하지 않은 감자에서는 변패가 일어난다. 수분 함량을 나타내는 기준으로 수분활성도(water activity aw)를 사용한다. 수분 활성도는 압력과 온도가 동일한

조건 아래서 순수한 물의 증기압으로 식품의 증기압을 나눈값을 말한다. 저산성 통조림 식품의 가열살균에 관련된 FAO 규정에서는 낮은 PH와 낮은 수분함량이 cl. Botulinum과 같은 독소생성균의 성장을 억제하는 효과가 있음을 표시하고 있다. 이 부분에 관한 FAO 규정을 보면 “저산성 식품”이라함은 주정음료를 제외한 최종 평형 PH값이 4.6 이상이고 수분 활성도가 0.85 이상인 식품을 말한다. 또한 가열 살균의 목적으로 산성화에 의해 PH값이 저하된 정상적으로 저산성인 과일 채소 및 그제품도 포함한다. PH값이 4.7이하인 도마도, 배, 파인애플 및 주스등은 저산성 식품으로 분류 되지 않는다.

4. 통조림내의 열 침투

통조림 내로의 열 침투가 빠르냐 느리냐를 측정하기 위해서는 시험 통조림에서 Thermocouple을 장치하여 레볼트에서 일반적인 살균 방법에 의해 가열하면서 통조림내의 온도변화를 측정함으로써 가능하다. 통조림내의 열 침투속도에 영향을 미치는 요인으로서는 제품의 점조성액체와 고체의 비율, 제품종류, 크기, 내용물의 배열 제조공정, 레볼트내의 위치 용기의 크기 상부공간(Head Space) 등을 들 수 있다. 열 침투 속도를 결정하기 위한 시험은 이러한 요인들을 전부 감안하여 실시해야 할 것이다. 용기내의 모든 부분이 똑 같은 속도로 살균온도에 도달할수는 없으며 통조림내의 열 전달은 전도(그림 3)와 대류(그림 4)의 두 가지 형식에 의해 일어난다. 대류에 의한 열전달은 통조림내의 수분이 열에 의해 움직임에 따라 열이 통조림내에 전달되는 형태이고 전도에 의한 열침투는 열이 외부에서 내부로 전달되는 형태이다. 통조림내의 열 전달은 대류와 전도가 동시에 일어난다. 액즙이 많은 것일수록 대류에 의한 열 전달이 일어나 열 침투 속도가 보다 빠르다. 액즙 농도가 진한 제품에 있어서는 초기에는 대류에 의하고 나중에는 전도에 의해 열이 전달되는 경우도 있다. 통조림 내에서는 가장 열 전달이 높은 점을 냉점(冷點)(cold sport)이라 하며 열 침투 속도를 측정하기 위해서는 이 점의 온도를 측정해야 한다. 일반적으로 이 냉점의 위치는 전도에 의한

열 전달의 경우 용기의 기하학적인 중앙에 위치
하나 대류에의 경우나 또는 제품이 용기내에서
특정한 층을 이룰 경우 등에는 그 위치가 달라
진다. 열 침투 속도를 측정해서 얻은 데이터는

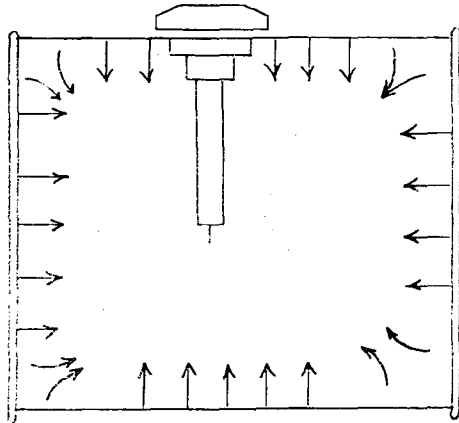


그림 3. 전도에 의한 열침투

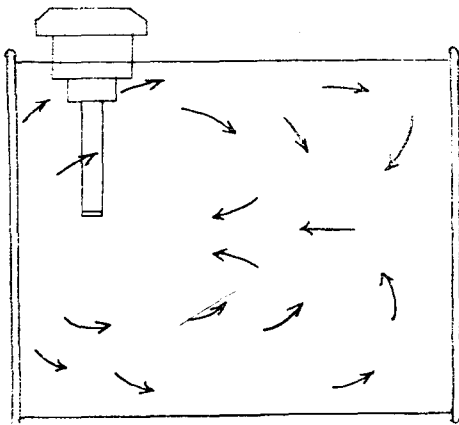


그림 4. 대류에 의한 열침투

살균조건 계산에 이용된다. 이 데이터를 반대
수방안지(Semi-logarithmic paper)에 옮기면 대
부분 직선의 가열곡선을 나타내나 전분 용액같은
은 초기에는 대류, 나중에는 전도에 의해 열 전
달이 되는 제품에 있어서는 구부러진 가열곡선
을 나타낸다.

5. 가열 살균 조건의 결정

어떤 통조림 식품에 대한 열 침투 곡선과 그
식품에 존재하는 특수한 변패미생물에 대한 열
저항 특성치를 가지고 과학자들은 이 제품에 대

한 이론적인 살균 조건을 계산할 수 있다.

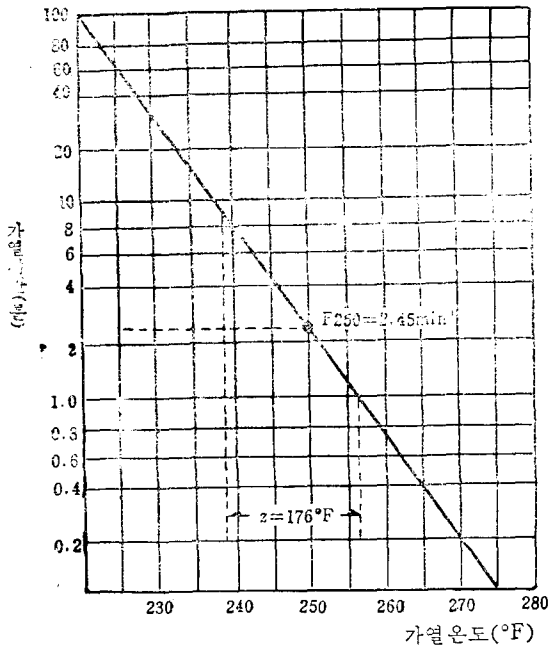


그림 5. 살균온도관내중심온도 (°F)

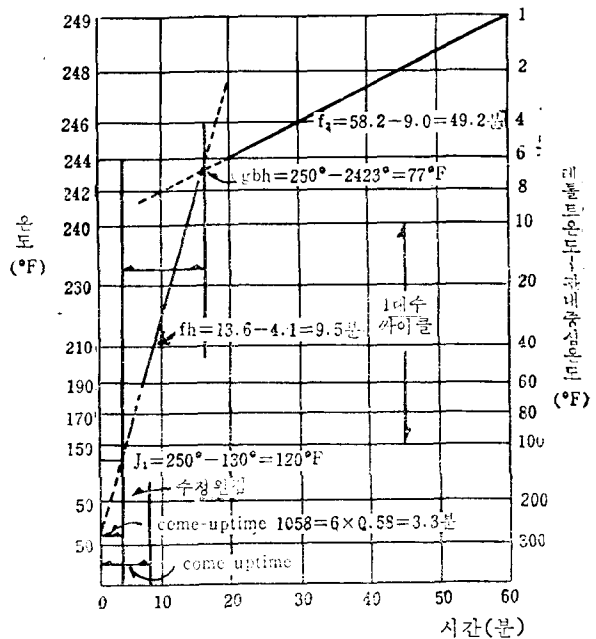


그림 6. 레틀트온도-관내중심온도 (F°)

그 계산 방법에는 여러가지로 할수 있는데 이는
수학적으로 제품을 살균하는데 이론적으로 적합
한 시간과 온도를 계산하는 것이다. 이렇게 계
산된 살균 조건을 시험 미생물을 접종하여 시험

가공을 함으로서 그 조건의 적부를 확인할 수 있으며 또 할 필요가 있다. 시험 가공은 실제 공장 의 가공 조건에서 실시해야 한다. 접종 미생물은 저산성 식품에 있어서는 *Cl. Botulinum*의 포자보다 열저항성이 더 강한 미생물을 선택 하여야 한다. 일정한 수의 미생물을 접종하여 같은 온도 또는 다른 온도에서 시간을 달리하여 가열 살균한다. 계산된 살균 조건과 접종 가공 시험의 결과가 일치되면 이 살균 조건은 적합하고 안전함을 강력하게 보장할 수 있을 것이다. 특수한 경우 열 침투 속도에 대한 데이터를 얻지 못할 때는 그 제품에 대한 살균 조건은 열저항성을 정확히 측정한 세균 포자를 일정량 접종하여 시험가공 함으로서만 결정할 수 있다. 시험 미생물의 접종한 제품은 주어진 살균 온도에서 상압적인 방법으로 일련의 시간차에 의해 가공하여 시험 미생물이 자라기에 가장 적당한 온도에서 배양 시험을 거쳐 살균 조건을 결정하게 된다.

결론

이상에서 검토한 통조림 식품의 살균에 대한 과학적인 기초를 요약하면 다음과 같다.

1. 살균은 과학적으로 결정된 특수 제품에 대한 특수한 온도와 시간으로 식품에 열을 가하는 것으로서 과학적으로 결정된 살균 조건은 주어

진 제품 및 그 조성, 제조 공정, 용기의 크기, 살균 형식이 정하여진 것에만 한정된다.

2. 살균 조건의 결정은 제품의 열침투 속도와 제품내의 미생물의 열 저항성에 의하는데 세균 포자의 열저항성은 사용되는 포자현탁액, 가열되는배지, 세균이 자랄 배지에 영향을 받게 된다.

3. 열침투 시험은 가능한한 실제의 상압적인 살균과 같은 조건으로 행해야 하며 열 침투 속도에 영향을 미치는 많은 요인은 전부 사전 조사 되어야한다.

4. 열 침투와 열 저항성의 연구에서 얻은 데이터로서 이론적인 살균 조건을 계산 할 수 있으며 다른 방법으로는 살균 조건을 결정할수 없을 때는 접종 가공 시험에 의해서 살균 조건을 결정해야 한다. 통조림 식품은 적정 살균 조건을 사전 구명하여 실제 제조를 정확히 할 경우에 한하여 완전한 식품 가공의 가장 이상적인 수단이 된다. 그러나 통조림 식품도 원료 조건, 적절한 진처리 유무, 용기 문제, 충전, 탈기, 밀봉, 살균 등 어느 한 부분에서라도 결함이 있을때는 다른 식품 가공법 보다도 재 처리나 재가공이 더욱 어렵고 특히 저 산성 식품인 경우는 식중독의 위험이 상당히 크다. 통조림 가공에 종사하는 사람은 인류의 건강한 식생활에 공헌 한다는 사명감을 갖이고 관련되는 하나 하나의 문제에 세심한 주의를 기울려 완전한 제품생산에 노력하여야 하겠다.

寄稿歡迎

本誌의 內容을 더욱 充實하게 하기 爲하여 다음과 같이 會員 및 讀者 諸位의 寄稿를 歡迎합니다.

- 1) 200字 原稿紙를 使用하고 題目과 姓名은 國漢文 및 英文으로 記載하여 주시기 바랍니다.
- 2) 筆者의 寫眞一枚와 本文 記事와 關係있는 寫眞 및 圖解를 添付하여 주시기 바랍니다.
- 3) 採擇된 原稿에 對해서는 所定의 稿料를 드리겠습니다.
- 4) 提出期間: 隨時로 接受함
- 5) 보내실곳: 韓國 技術士 會 事務局 編輯室

서울特別市 中區 明洞 2街 2의7

電話 (776) 1265 (776) 1866