

통조림 食品製造의 新技術

New Techniques of Canned Food Processing

李 聖 甲*
Lee, Seong Kap

1. 머리말

현대 식품가공기술의 3대 기법은 인위적으로 할 수 있는 건조방법과 역시 간편하게 손쉽게 아무때나 구매없이 할수 있는 동결 기술 외에 완전한 식품저장가공법으로서 통조림 제조 기술이라고 할수 있다.

식품보존의 주요원리는 미생물 작용의 적절한 조절기술, 식품자체 효소에 의한 산화작용의 방지나 활용 그리고 쥐, 새 같은 소동물이나 곤충의 피해방지등을 들수 있으며 그중 큰 변패요인은 미생물이라 할수 있다. 이들 변질 원인을 제어하기 위한 수단으로 미생물의 식품에의 오염원을 극소화 시키기위한 청결(clean)관리 유지와 숙명적으로 피할수 없는 오염미생물의 발육 조건을 최악으로 하기위한 저온관리(cold) 그리고 지구상의 미생물상에 의한 식품에의 미생물 오염을 차단하기 위한 포장(cover) 즉 통조림이나 간단한 가마나나 종이봉지를 이용한 식품의 싸기 등으로 이를 3C라고도 한다.

원래 통조림 제조는 프랑스인 아페트가 창안하여 나포레온의 근대식량가공법 현상공모에 응모 당선됨으로써 알려진 것으로 이때 사용한 병대신 6년 후 영국의 듀란드가 양철로 만든 통으로 대체한 것이 통조림의 시초로써 불과 200년 미만의 짧은 기간내 눈부신 개량 및 발전을 이룩하여 현대의 슈퍼마켓의 진열

장을 화려하게 천연색으로 다종다양한 통조림이 장식되고 있는 실정이다.

이와같이 다양한 통보림 식품의 생산소비가 급신장하는 원인은 통조림식품이 보존성, 안전성, 위생성, 편의성 및 풍미성등을 모두 보유하여 소비자의 욕구충족에 기여해주기 때문이다. 즉 통조림식품은 다른 가공식품에 비하여 많은 장점을 가지고 있어 세계 각국에 널리 보급되어 식생활의 근대화에 공헌하였고 그결과 식품공업 분야에서 큰 비중을 차지하기에 이르렀다.

통조림의 생산기술은 새로운 통조림용기나 살균방법 등의 개발로 더욱 개량 발전되어 왔다. 통조림 제조기술은 가식부를 취하여 적절하게 전처리한 식품을 깨끗한 양철통에 담고 주입액(설탕액이나 염수)을 채워 통내의 공기를 뽑아내고 두껍을 막아 밀봉한후 내부 식품에 오염잔존하는 미생물을 살멸시키기 위하여 가열살균처리함으로써 완전한 통조림을 만들수 있는데 이는 식품을 통에 담아 공기를 뽑아 호기성부패균의 생육을 막아주고 두껍을 막아 밀폐시켜 식품과 외부를 완전 차단하여 미생물 공기, 수분등의 침입을 막아주고 혹시 잔존할수 있는 세균을 살균으로 모두 살멸시킴으로서 식품의 변패요인을 거의 제거시켰기 때문이다.

초기의 통조림 제조 기술의 근본원리는 변화가 없으나 탈기기술, 살균기술, 냉각기술, 밀봉기술 등의 개량발전이 극한되어 왔다. 본고에서는 살균기술의 개량개선 결과로써 얻은 새로운 통조림 살균 기법에 대하여 알아보려고 한다.

* 食品技術士, 農博, 國立安城産業大學校 食品工學科 教授

2. 새로운 통조림 살균기술

가. 정수압 연속 고온 살균 및 냉각 기술

통조림살균법은 수증기를 매체로 한 가압살균술(pertort)법이 일반적이는데 이법은 회분식(batch)이기때문에 대량살균을 목적으로 연속살균을 할수 있는 연속식 정수압 살균기가 개발되었다.

이 살균기는 연속식 가압가열 살균장치의 일종으로 2개의 물기둥과 포화증기로 일정한 살균온도로 유지된 증기실로써 구성되는 살균장치에 의하여 통조림을 연속적으로 또한 개방적으로 가압살균을 할수 있다. 물기둥과 증기실은 물기둥의 수압과 증기실의 증기압이 평형을 이루어 서로 접속 연결되어있다.

통조림은 컨베이어 운반장치에 의하여 첫번째의 물기둥을 통과하면서 예비가열이 되어 증기실로 들어가 소요살균시간동안 그속을 이동하면서 가열살균된후 다른 물기둥을 통하여 냉각되면서 나오도록 된것이다. 현재 산업용의 정수압 레토르트트의 능력은 보통 1분간에 1000~1500관 정도의 살균처리가 가능하다.

정수압(hydrostatic retort) 연속 고압살균기의 원리를 그림 1에서 보면 가열탑, 증기실, 냉각탑으로 크게 나누어 구성되어 있다.

먼저 밀봉한 통조림은 초온을 올리기위하여 가열탑인 반입조에 투입시킨다. 반입조는 물탕

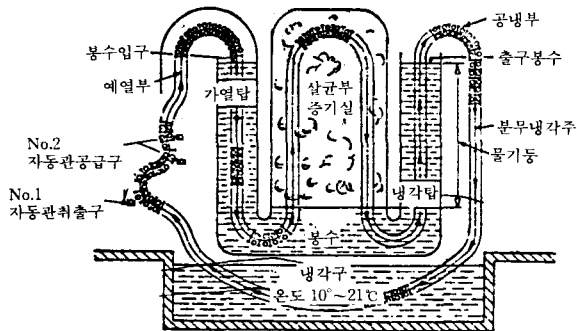


그림 1 연속식살균 장치의 원리

크로서 증기실의 증기압과 평형을 유지하는 정수압을 가진 물기둥이며 수온은 상압에서 100℃로 별도 조절한다.

가열탑에서 예열한 통조림은 계속 증기실로 이동되어 소정의 살균 온도로 유지된 실내를 일정기간 통과시켜 가열살균 처리한다. 증기실의 높은 증기압은 반입기둥과 반출기둥내의 물의 중량에 의하여 평형이 유지되어 (정수압)통의 연속적 출입과 고온살균이 이루어져 정수압 레토르트라고 한다.

증기실의 고온고압을 유지하기 위하여는 높은 물기둥의 설치가 필요하며 한예로 121℃ 유지하려면 1.05kg/cm²의 압력을 유지시켜야 함으로 반입, 반출의 물기둥의 높이를 증기와 물의 경계면으로부터 11.3cm 높이가 되어야 한다. 즉 물기둥 10cm 높이는 0.18℃의 온도변화를 가져온다.

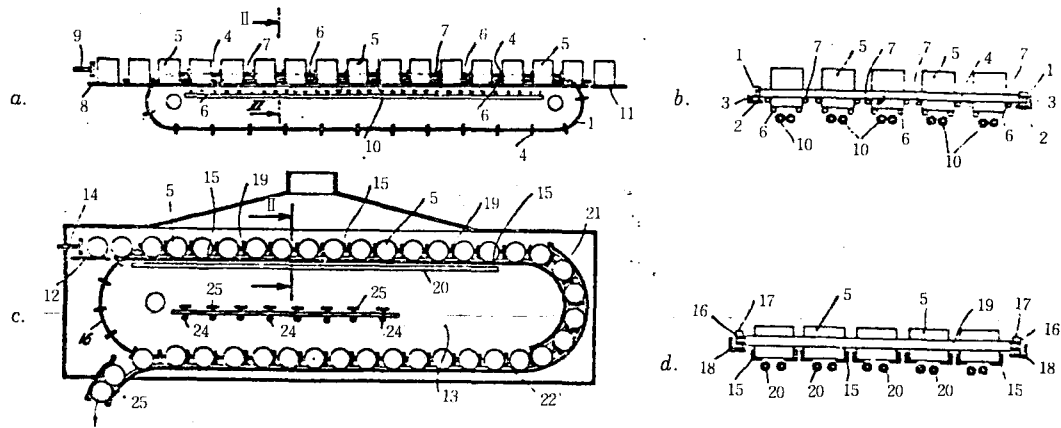
증기실에서 살균된 통조림은 냉각탑인 반출기둥을 통하여 냉각수 중에서 냉각되면서 자동으로 반출된다. 냉각탑의 높이도 높게하여 증기압과 평형을 유지시켜야 하고 냉각탑중의 물은 고온살균한 높은 온도의 통조림때문에 온도가 상승하여 100~102℃의 범위를 유지하고 있어 냉각탑의 밑부분과 윗부분의 온도차를 균일하게 하고 열을 회수하여 증기소비량을 절약하기 위하여 교차순환장치(cross-circulation system)를 설치한다.

냉각의 완벽을 기하기 위하여는 냉각탑의 물을 냉각용 열교환기의 장치나 별도의 냉각조를 통과시켜야 한다.

나. 고온조사에 의한 급속살균

종래의 고압살균술은 정치하거나 소정온도로 한 살균실내로 통조림을 이동시켜 실시하는 통조림살균법으로 장시간이 소요되고 시설용적이 크고 시설비가 많이드는 단점을 갖는다.

이러한 단점개선을 위하여 통조림을 장축으로 회전시켜서 관내온도의 상승을 빠르게하여 살균시간을 단축시킬 수 있으나 역시 시설용적



a. 예열장치 측면도 b. a의 II - II의 단면도
c. 살균장치의 장축 단면도 d. c의 IV - IV의 단면도

- | | | |
|---------------------|---------------------------|---------------------------|
| 1. Chain | 10. Gas Burner | 18. Rail |
| 2. Supporting Guide | 11. Carrier Band | 19. Flat Iron Bar |
| 3. Flat Iron Bar | 12. Carrier Band | 20. Gas Burner |
| 5. Cans | 13. Sterilizing Apparatus | 21. Chute |
| 6. & 7. Round Bar | 14. Driving Member | 22. Guide Ways |
| 8. Carrier Band | 15. Angle Bar | 23. Chute |
| 9. Driving Member | 16. Chain | 24. Water Spraying Device |
| | 17. Supporting Roller | 25. Control Valve |

그림 2 고온 화염 조사에 의한 급속살균공정도

이 넓어야하고 고가이다. 그리하여 신속완전한 통조림살균법으로 1963년 Cheftel 등이 고안한 법은 통조림을 고온의 가열된 면을 장축으로 회전시켜 살균하는 것으로 가열면은 특수 버너에 의해 발생하는 고온의 조사(照射)에 의하여 1350℃ 이상을 유지시킨다. 가열면은 매우 빠르게 통조림을 살균온도(100~150℃)까지 가스버너를 이용 직화로 처리한다.

밀봉전 통조림은 화염위를 통과시켜 100℃로 예열시킨후 용기를 밀봉하여 매우 신속하게 소정의 살균온도로 가열하기 위하여 가스버너 위나 화염위로 컨베어 윗면에 통조림을 수평위치로 장축으로 회전하면서 지나가게하여 살균장치로 보낸다.

통조림은 다시 살균장치내에서 적당히 조절된 시간동안 같은 온도를 유지하도록 살균실의 하부를 지나가게하여 적당한 형식의 냉각장치로 보내 냉각시킨다.(그림 2)

이 방법은 가열표면에서 1Kcal/min/cm²

의 열을 조사할 수 있고 예열과 살균되는 통에 조사된 열의 40~50%을 전달할 수 있다. 이는 1ℓ 용적의 통조림에 분당 40℃의 온도를 상승시키는 것에 해당되며 1/2ℓ 관은 분당 60℃ 상승, 1/4ℓ 관에서는 분당 90℃의 온도상승에 해당된다. 이는 관형에 따라 살균시간을 1분, 45초, 30초로 각각 단축되어 최종제품중 비타민 같은 영양물질 파괴나 변색등을 방지할 수 있어 품질을 개선할수 있다. 실제로 살균에 쓰이는 장치는 예열장치와 살균장치로 되어 있다. 예열장치는 통조림을 곧바로 세워 컨베어를 통하여 가스버너의 생화염위를 통하게 되어 있는 다단계 케도로 되어있다. 컨베어는 예열된 용기를 밀봉장치로 보내서 밀봉후 살균장치로 보내 먼저 용기를 가스버너의 불꽃위로 체인을 통해 지나고 다시 살균장치의 아래 부분에서 일정기간 머물게하여 냉각장치로 보내는 다단계로 구성되어 있다.

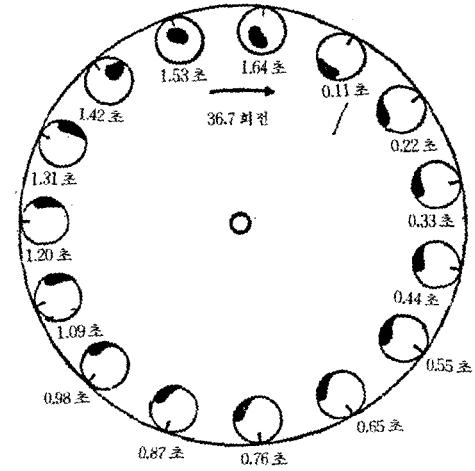
다. 동요살균

통조림을 살균장치내에서 동요 또는 회전시키면서 가열처리하여 살균시간을 단축시키는 것으로 1935년 고안되어 실용화되고 있다.

일반적으로 고형분이 많거나 주입액의 점도가 크면 통조림의 관중심부 까지 살균온도에 도달하는 동안 관외측부분은 과도한 가열로 통조림의 품질이 저하하게 된다. 이 방법은 내용물의 고·액비율이나 주입액의 점도에 따라 효과가 다르며 액이 적거나 없는 고기통조림, 개통조림, 감자 페스트통조림 등은 효과가 없고 동요로 내용물이 파괴되는 통조림도 적용할 수 없다.

동요 살균에서 관의 동요는 (1) 천지방향으로의 연속회전 (2) 관축방향으로 연속회전 (3) 관축방향으로 단속적 회전 (4) 수평왕복운동 등이 있다.(그림 3)

살균시험 결과 완두, 옥수수통조림 경우 121℃ 살균시 정치법 40~45분; 천지회전, 9~12분; 관축단속회전, 12~14분으로 동요살균이 정치살균보다 1/4로 살균시간이 단축된다.



② 축방향 회전

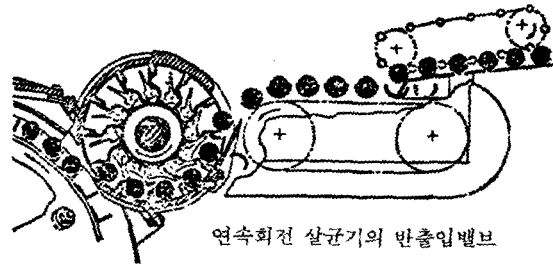
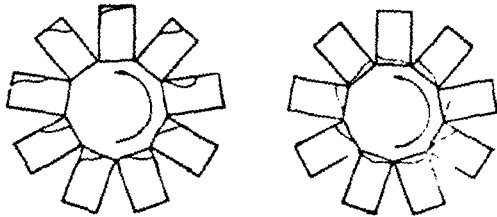
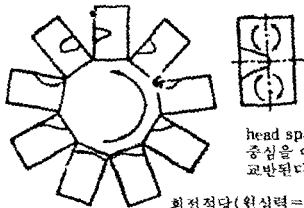


그림 3 동요 방식별살균기법 비교



(a) 회전속도 높을때 (원심력 < 중력)

(b) 회전 빠를때 (원심력 > 중력)



회전적당(원심력 = 중력)
(c) 회전이 적당(원심력 = 중력)

① 천지방향회전시 상부공간이동

수평왕복 운동효과는 120회/분 할때 15℃를 126℃까지 상승에 4.3분을 1.4분으로 단축할 수 있다.

천지 방향은 회전속도가 적당(원심력=중력)하면 가장 효과적인 방법이고 대형관(903×700)의 경우 회전반경을 3.5인치라면 100회전/분이 적당하다.

라. 무균통조림 제조

(가) 저압증기와 화학살균제 이용

무균통조림법은 공관과 식품을 미리 살균 냉각시켜 무균조건하에서 충전및 밀봉하는 것으로 1938년 미국인 볼(Ball)에 의하여 고안되었고 HCF법(heat-cool-fill process)이라고도 한다. 무균조건은 대기압정도의 포화증기로 실

내의 대기를 치환시키는데 포화증기압력은 7-15 psi 정도로 하고 대기제거는 5분정도가 좋으나 실내크기에 따라 다르다.

충진및 밀봉기계 주위의 공기를 제거한후 이들 기계는 밀폐실과 함께 대기압정도의 포화수증기에 화학살균제를 혼합한 증기로 살균한다. 화학살균제로는 암모니아, 알콜, 아세트알데히드 휘발산류, 염소, 퀘놀화합물, 에폭사이드 등이 사용된다.

수증기는 에폭사이드의 살균효과를 촉진시키고 에폭사이드를 5~10% 정도 탄산가스중에 사용시는 몇시간 소요되나 수증기중에 10~

30% 사용하면 살균은 30분으로 단축된다. 밀폐실은 수증기 살균제혼합증기로 살균후 포화증기로 살균제를 제거한다. 살균수로 충전및 밀봉기계를 다시 세척하기도 한다. 충전및 밀봉기를 밀폐실 내에서 살균한후 공관과 식품을 충전기에 공급하고 뚜껑도 함께 투입한다. 투입한 용기와 두껍은 15~40psi 압력의 포화수증기로 살균처리하고 식품은 밀폐실 투입전 살균한다.

무균실에서 살균된 식품은 소독된 통에다 충전하여 살균한 뚜껑으로 자동밀봉된다. 처음 유제품에 실용화하였고 그후 발전시켜 액체통조림에서 기타 제품으로 적용하게 되었다. 우리나라 can커피도 이방법이 채용되고 있다.

(L) 과열증기와 적외선 조사이용

1963년 GRAY는 적외선조사와 수증기 처리로 부패균 살균 효과시험을 우유를 대상으로 무균통조림하여 37℃에서 30일 배양시 세균수는 음성이고 품질도 하등변화가 없음을 발표하여 채용하기 시작하였다.

이 살균공정은 그림 6과 같이 밀폐실 ①은 40기압에 견딜수 있어야하며 가압증기는 도관 ②를 통하여 밀폐실에 투입된다. (10~20기

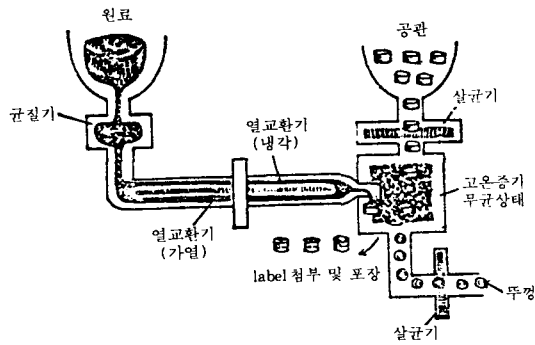


그림 4 무균통조림법의 제조원리

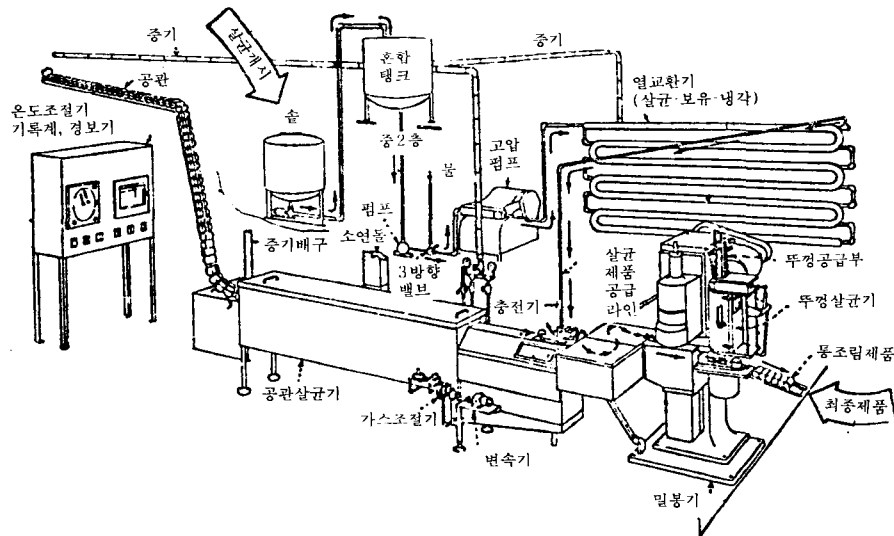


그림 5 마틴 무균통조림 제조공정도

압)살균할 액상식품은 액류관 ⑤로 도입되는데 액류관벽은 적외선 조사가 투과될수 있게 BOROSILICATE 같은 내열내압성 투명유리로 만들고 또 이 액류관은 149℃의 온도와 40 psig의 압력에 견딜수 있어야 한다.

액류관 주위에는 방사형으로 적외선 램프 ⑧과 같은 적외선 조사장치 또는 적외선 발생튜브를 설치한다.

액상식품은 펌프 ⑨에 의해 액류관에 공급되며 체크 밸브 ⑩과 ⑪을 인입관 ⑥과 출구 ⑦에 각각 장치하여 액체의 역류를 방지한다.

액류관을 통과한 액체는 그다음의 밀폐실에서 가압하에서 살균된 급속용기에 무균적으로 충전 밀봉되어 냉각된다. 액체는 액류관에 들어가기전에 예열기 ⑫에서 예열된다. 예열에는 수증기나 뜨거운 물이 사용된다. 살균처리시간

은 액류관의 크기, 적외선조사의 밀도, 증기의 온도, 인입물질의 온도 및 최종온도, 열의 흐름, 기타 요인에 의해 결정된다.

이 처리의 목표는 세균수가 0이 되는 점이며 냉각부로 가기전에 수초간 이 온도를 유지시켜 여열로 잔존균의 살멸을 시켜야 한다.

(c) 고형식품의 무균가공

무균적 통조림 가공은 많은 이점이 있으나 우유같은 액상식품에 그 이용이 한정되는 단점이 있다. 이는 급속한 가열과 냉각에는 열교환 장치가 이용되는데 액상만이 대류방식에 의한 열교환이 가능하여 고체나 반고체식품은 이장치를 사용할수 없다. 그리하여 이같은 고체식품의 무균적 통조림 가공방법은 1969년 고안(젍슨)하였고 그림 7에서 볼수 있다.

고형식품을 급속히 극초단파로 가열하고 강

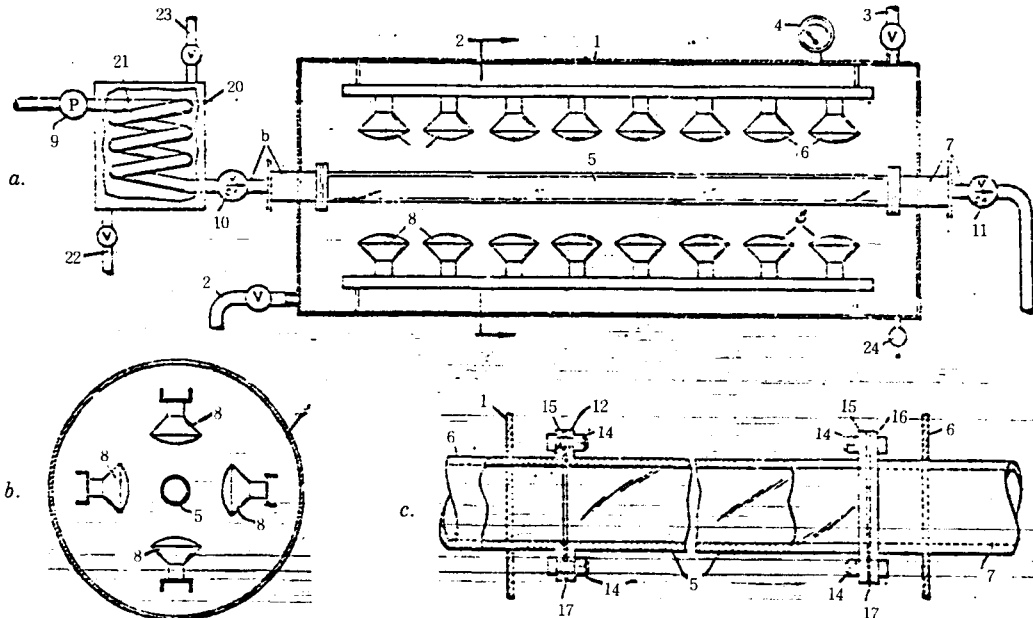


그림 a 2-2의 단면도

액류관5의 상세도

- | | | |
|---|---|---|
| <p>〈범례〉</p> <p>1. Pressure chamber</p> <p>2. Valved conduit</p> <p>3. Valved conduit</p> <p>4. Pressure gauge</p> <p>5. Confined liquid flow path</p> | <p>6. Entrance conduit</p> <p>7. Exit conduit</p> <p>8. Inflared lamp</p> <p>9. Pump</p> <p>10.) Check valve</p> | <p>20. Preheater</p> <p>21. Immersed coil</p> <p>22. Valved conduit</p> <p>23. Valved conduit</p> |
|---|---|---|

그림 6 과열증기와 적외선 조사 처리도

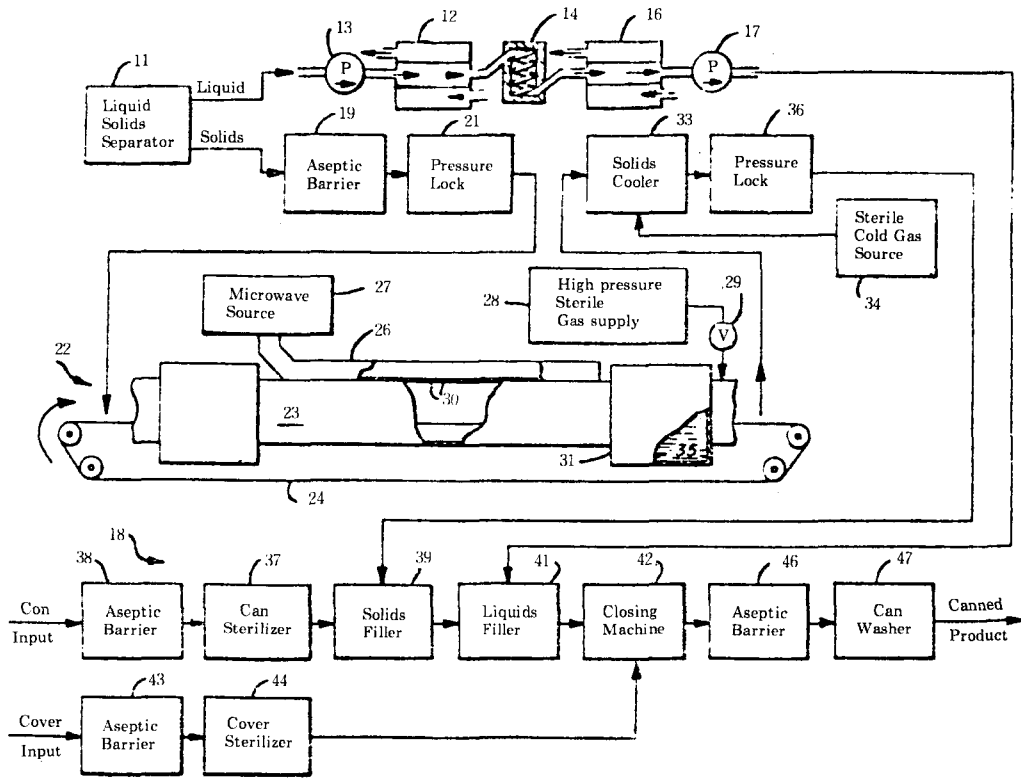


그림 7 고체식품의 무균 통조림 공정도

제로 냉각시키는 살균된 고압실내를 식품이 연속적으로 지나치게 하는 것으로 값이 비싼 극초단파가열의 이용을 최소화하기 위해 제품중 액체부분은 가열전에 고형분과 분리하여 열교환 장치를 통해 살균하고 이를 다시 고형물과 함께 살균된 용기에 넣고 밀봉한다.

공정의 첫단계는 제품을 액체와 고체로 분리시켜 액체는 열교환기에서 가열살균한다. 열교환장치에서 ⑫ 급속가열한 액체는 홀딩코일 ⑭로 가서 살균에 필요한 시간동안 살균온도로 유지한다. 그 다음 액체는 2차 열교환장치 ⑯을 지나면서 급냉 시킨다음 액체는 통조림 라인으로 보낸다.

분리한 고형분은 수증기분사나 기타의 방법으로 이후의 무균가공라인에 세균의 오염을 방지하는 무균벽 ⑰를 거쳐 연속 극초단파 가열

터널 ⑳로 Pressure lock를 통하여 들어간다. Pressure lock ㉑은 제품이 극히 고온으로 가열될때 비등을 피하기에 충분한 압력을 터널내에 걸어준다. 극초단파 터널은 전기전도체로 된 터널구조 ㉒와 컨베이어 벨트 ㉔로 되어있다. 극초단파 가이드 ㉖을 통하여 터널내로 분사되는 마이크로웨이브 에너지는 터널의 반대편벽에 반복적으로 반사되어 터널의 끝까지 점차 전달된다. 이리하여 컨베이어를 타고 터널을 지나가는 제품을 반복적으로 마이크로웨이브 에너지가 통과한다. 그 결과 제품을 매우 빠르고 균일하게 가열시킨다. 이 터널은 고압의 뜨거운 살균된 가스로 차 있다. 이 가스는 ㉘에서 공급되며 제품의 함유수분의 정상적인 비등점이 상으로 품질의 손상없이 가열하기위하여 터널내에 높은 압력을 유지해준다.

한예로 포도식초에 닭근 소고기나 치킨제품의 고형분은 132℃에서 1분간 가열한다. 이때 터널내의 압력은 40psi 이상으로 유지한다. 터널구조는 물 ㉔을 채운 끝부분 ㉑을 포함한다. 이 부분의 물은 터널의 끝에 도달한 micro-wave energy를 흡수한다.

터널을 통과한 제품은 급속냉각부 ㉓로 돌아간다. 제품의 냉각은 살균된 냉각가스를 제품에 분사하는 등의 방법을 사용한다. 냉각장치를 거쳐 제품은 2차 가압 LOCK ㉖을 거쳐 통조림 Line ㉒에 들어간다.

제품은 대기압 상태로 들어가기전에 대기압 하에서의 비등점 이하로 냉각되어야 한다. 통조림 라인에 공관은 무균벽을 통해 공관살균장치를 거친후 충전기 ㉕에서 고형분을 충전하고 다시 2차 충전기에서 액체를 주입한다.

뚜껑은 별도로 공관과 같은 방식으로 공급되어 밀봉기에서 공관을 밀봉한다. 밀봉된 통조림은 마지막 무균벽을 거쳐 무균상태를 벗어난다.

이 공정은 제품의 종류에 따라 가열정도, 살균시간, 가열부의 압력등이 크게 달라진다. 이상적으로는 제품은 가능한 가장 높은 온도에서 살균에 필요한 시간 가열해야 할 것이다. 그러나 식품은 열과피에 민감하므로 최고 온도 한계가 나와야 한다. 그리하여 각 제품에 대해 시험에 의해 이 조건이 결정되어야 한다.

마. 가열살균전 pH 조절에 의한 살균시간단축

통조림 제품은 저장성이 극히 우수하나 가열살균에 따른 고열은 식품의 품질을 저하시키는 약점을 갖고 있다. 세균포자 같은 것은 열저항성이 커서 살균은 100℃ 이상에서 장시간 가열해야 파괴된다. 완두콩, 당근, 옥수수 같은 채소류의 가공은 2호관의 경우 115~121℃에서 20~50분 살균이 통조림협회 권장사항이어서 최소살균 조건이 된다. 그러나 이러한 과도한 열처리는 제품의 영양소의 파괴뿐 아니라 색택, 향미, 육질등이 필연적으로 나쁜 영향을 받는다.

일반적인 통조림 살균의 또 하나의 바람직하지 못한 양상은 호열성세균의 살아있는 포자가 가열살균한 제품중에 잔존한다는 사실이다. 따라서 통조림을 부주의로 호열성 세균발아온도(50~80℃)에 두면 이들 세균포자의 발아와 성장으로 골치아픈 변패가 생기게 된다.(개관시)

미생물의 적합한 pH의 경향은 효모나 곰팡이 같이 포자 불생성하는 것은 산성역인 pH4~5이고 부패성, 병원성 세균류는 중성에서 약알칼리성인 pH7~8이다. 그리하여 가열살균시 산성조건이면 세균포자의 열저항성을 감소시킬수 있게된다.

식초산같은 유기산을 채소제품에 첨가하여 pH를 중성이하로 낮게하여 산성역으로 하면 보통 살균보다 많이 낮은 온도로 살균할수 있다. 이것은 세균이 불리한 액성때문이다.

그러나 산첨가에 의한 가열살균은 미생물살멸 효과가 있으나 제품의 향미를 떨어뜨리고 또 산에의해 관이 부식되어 내산성 내면도장 공관이나 유리병 등을 사용해야 한다. 그리고 또다른 문제점으로 산성조건과 높은 온도와의 작용으로 식품에 화학적인 변화를 초래할수 있는 점이다.

산첨가에 의한 미생물의 제어는 불리한 pH로 만들어 미생물의 발육을 저지시키고 아울러 조미가공효과도 얻을수 있다. 첨가산의 효과는 염산같은 무기산보다 빙초산같은 유기산이 미생물 발육저지 능력이 크고 향미도 좋다. 같은 pH와 같은 농도에서의 살균력은 식초산, 젖산, 구연산의 순서로 강하다.

미국 농무성의 G. Alderton의 공정(미특허 3328178호 -67')에 따르면 산첨가시의 문제점 해결방안을 제시하였다. 산처리 살균공정을 다음과 같이 단계별로 1) 대상식품을 산으로 처리한다. 2) 산처리한 식품을 알칼리로 중화하여 원래의 pH로 회복시킨다. 3) 식품을 가열 살균한다.

이들 처리단계의 원리는 세균포자의 양이온 교환성 즉 산성용액에 포자를 두면 포자는 수소이온을 흡수하여 수소(산성)형으로 변하는

데 만일 포자가 Ca^{++} 이나 Na^+ 같은 양이온과 특히 중성 및 알칼리성 조건에서 접촉되면 포자는 금속이온을 흡수하여 포자는 칼슘이나 나트륨 형태로 변하게 된다. 더구나 세균포자가 수소형이나 염형태나에 따라서 열감수성이 크게 달라지는데 보통 산성형 포자는 열저항성이 낮는데 비하여 염형태의 포자는 높은 열저항성을 갖게된다. 이러한 원리를 응용한 살균공정은 첫단계에서 살균한 식품을 산과 접촉시켜 수소이온을 제공한다. 이때 사용하는 산은 비독성인 염산, 질산, 황산, 인산, 사염화탄소, 초산, 후말산, 주석산, 살리친산, 사과산 등이다. 처리산농도는 pH1.5~5.0 범위가 좋고 충분한 반응시간을 주어 포자내 존재하는 금속이온을 수소이온으로 치환시킨다. 50℃에서 1시간 내지 5시간 걸리는데 25℃에서는 10일 걸려야 같은 효과를 얻을수 있다. 역시 식품중에 존재하는 금속이온의 농도와 원자기도 그 속도에 영향을 주는 인자로서 다가금속(Ca과 Mg) 양이온은 Na과 K와 같은 1가 양이온보다 치환에 더 많은 시간이 필요하고 더 낮은 pH가 요구된다. 열저항성의 효과적인 감소가 어느 때인가를 측정하기 위하여 산치환중에 가열살멸 시험을 계속할 필요가 있다. 산치환은 열저항성이 현저히 떨어질때까지 계속되어 환경조건에 따라서 그 시간은 1시간에서 10일 사이가 된다. 산치환은 고온에서 신속해지기 때문에 대상식품이 파괴될 정도의 고온단시간 처리하는 것이 유리하다.

두번째로 대상식품을 산치환후 원래의 pH로 중화하기 위하여 알칼리를 가한다. 사용알칼리는 Na이나 K 같은 독성이 없는 1가 금속염이 바람직하여 보통 NaOH, $Ca(OH)_2$, KOH, $NaCO_3$, KCO_3 , 인산나트륨 등을 원래식품의 pH로 중화하는데 필요한 량을 첨가한다.

고체식품의 경우 특히 불투과성일때 잔류한 산은 물로 세척하여 제거한다.

세번째 단계는 중화한 식품의 열에 약한 포자는 열처리하여 살균한다. 가열살균처리온도와 시간은 열전달효율, 식품의 성질, 오염된 미

생물의 형태, 오염정도 등에 따라 차이가 있다.

한예로 냉동완두콩을 해동마쇄하여 100℃에서 1시간 가열후 원심분리 하였다. 분리한 주스를 여과하여 15PSI 압력으로 20분 살균하였다. 이 완두콩주스의 일부는 염산(주스 136ml에 1.02N-HCl 9ml 첨가)을 가하여 pH2.5로 하였다. 또한 bacillus stearothermophilus의 포자를 주스 ml당 10만개의 포자 수준으로 산성주스에 접종하였다. 이를 실온에서 16시간 방치후 1N-NaOH 용액으로 원 pH6.0으로 중화하였다. 또다른 blank test는 산화시키지 않은 주스에 동량의 물과 소금을 가하였다.

이 두 처리의 주스 2ml씩을 TDT tube에 넣어 밀봉하고 120.6℃의 oil bath에서 시간을 달리하여 가열하였다. 가열후 tube를 빨리 냉각하여 glucose trypton agar에 부었다. 55℃에서 6일동안 배양후 세균균락을 계수한 결과는 표 1과 같다.

표 1 산처리 후 살균시의 효과비교

시 료	가열시간 (분)	결 과
산처리중화	10	2개는 각각 2개 균락발생, 8개 무발생
산 처리	15	균락없음
무 처리	20	10시료에서 각각 20~50개 균락발생
무 처리	25	3개는 1개의 균락 발생, 7개 무발생
무 처리	30	음성(무발생)

바. 성층 살균

일반적으로 관내에서 내용물이 액층과 고체층으로 분리되는 식품에 적용할 수 있는 것으로 대형관의 크림형 옥수수 살균에 이용된다. 크림옥수수 통조림의 경우 먼저 옥수수를 충전한 다음 염수를 조용히 주입하여 2층으로 분리된 상태에서 살균한다.

이같이 하면 염수의 대류작용과 옥수수의 전도작용에 의하여 층의 중심부로 열전달이 신속

하게 된다. 살균후에는 내용물을 혼합시킨다. 이와같이 하면 일반살균시간보다 40~50% 단축할수 있다.

사. 전기적 살균

전기를 통조림 식품의 살균에 이용하는 것은 급속히 균일 가열할수 있는 극히 우수한 방법이다. 이는 식품에 전극을 직접 접촉시켜 전류를 흐르게 하여 저항에 의한 발열을 이용하는 저항가열법과 식품중 고주파 전자장에 넣어 양극자 회전에 의한 분자 마찰열에 의한 가열시키는 유전가열법등 2가지 방법이 있다.

저항가열법 살균은 먼저 크림형태의 옥수수를 60Cycle, 100Volt, 7Ampere의 교류를 사용하여 45초에 83.3℃에서 121.2℃로 온도를 상승시켜 이온도에서 10분간 유지 살균후 냉각시킨다. 이때 사용한 관의 흥부는 전기 부도체가 되고 상하뚜껑이 전체 또는 일부만 전기도체로 되어 있어 이 양측뚜껑이 전극으로서 작용한다. 이 방법으로 살균한 통조림은 보통 가열살균제품보다 색택, 향미등이 극히 우수하였다.

고주파 가열은 직류 또는 저주파교류로서는 전혀 통과할수 없는 공기나 절연체를 쉽게 통과하며 이때 발열하는 것을 이용하는 가열방식이다.

외부가열방식은 외부의 열원으로부터 전도, 대류, 복사등에 의하여 물체에 열에너지를 전달하나 내부가열인 고주파가열은 주파수, 전압을 적절히 조절함으로써 피가열체의 내부까지 급속히 균일가열할 수 있다. 즉 두터운 것이라도 표면, 내면을 균일하게 신속가열할 수 있다.

고주파(단파, 초단파, 마이크로웨이브) 가열에는 가열대상이 도체일때의 유도가열과 절연체를 가열하는 유전가열이 있다. 식품은 보통 유전체(절연체)로 볼 수 있으므로 유전가열방식이 적합한 경우가 많다. 절연체의 내부에는 분자의 양단부에 같은 량의 음양전기를 가지고 있는 양극자를 많이 가지고 있어 이것이 전기력에 의하여 그 축의 배열방향을 바꿀때 내부

마찰이 일어나서 발열하는 것을 이용하는 것이다. 식품중에는 염분, 기타전해질 성분을 많이 함유하는 것은 마이크로파 가열이 더 유효하다.

그러나 통조림에 있어서는 금속용기표면에서 마이크로파가 난반사되어 직접적인 내용물 조사에는 효과가 적다. 역시 경제적으로도 일반증기살균법보다 고가이어서 실제 통조림 살균에 전기살균의 응용은 더 많은 연구가 요청된다.

아. 방사선을 이용한 통조림살균

냉온살균이라고 하는 방사선 조사에 의한 무열상태에서 살균하는 방법이 통조림식품에 시도되고 있다. 식품조사에 주로 사용하는 방사선은 CO^{60} 이나 CE^{137} 등의 γ 선이 이용된다. 식품에 방사선조사는 보통 0.1Mrad 이하 선량조사로 저장농산물의 발아억제, 기생충 곤충의 살멸이 목적이다. 증선량조사는 0.1~1.0Mrad의 선량치리로 식품표면 부착 변패원인균을 살멸시켜 식품의 저장성을 연장시킨다. 그리고 강한 살균력을 얻기위한 고선량 조사는 1~5Mrad 정도의 선량조사로 식품에 부착된 모든 미생물을 완전살멸시킬수 있는 반면 방사선조사 부반응으로 식품조직의 열화, 이미, 이취생성, 지질산화, 비타민분해등 품질저하와 또 잔존효소때문에 저장중 자기소화를 일으키는 수도 있다. 그리하여 이러한 고선량 방사선의 실용화는 먼저 부작용을 방지하는 효과적인 방법이 선결되어야 하고 또 방사선조사의 조작난점, 조사식품의 안전성, 그리고 경제성등의 면에서 해결하여야 할 문제점이 많다.

3. 결 어

현대 식품 가공기술의 정수인 통조림 제조법도 그동안 꾸준한 연구발전을 추진한 결과 통조림 용기도 병→양철판→알루미늄판→무도석 강판→레토르트 펠립등의 발명을 가져와 단용 또는 공동 사용하고 통조림 제조기구도 자동진공 권체기, 탈기기, 살균기등 장족의 현

대화 발전을 가져와 식품산업의 특질인 3M 즉 대량생산, 대량판매, 그리고 대량소비를 만족하게 뒷받침하고 있다. 대량생산에 문제가 되던 통조림 살균기술을 대량신속 처리할 수 있도록 자동연속화 하는 것과 효율적인 가열매체의 개발 그리고 열전달 촉진 기술등에 대하여 지금까지 개발된 신기술을 소개하였다. 그러나, 아직도 더욱 발전시켜 해결하여야할 많은 문제점이 있다.

통조림 가공업 분야의 연구나 실제 제조자들은 서로 유기적으로 협동하여 도출되는 문제점을 공동 해결해 나감으로서 더욱 좋은 통조림 식품을 생산, 공급시켜 생산단가를 낮추고 경쟁력을 향상시켜야 할 것이다.

참 고 문 헌

1. 이성갑 1991. 통조림제조학 실험실습서, 수학사.
2. 박영호 1985. 통조림 제조학, 형설출판사.
3. 이성갑 1992. 농산식품가공이용학, 유림문화사
4. 이성갑 1978. 기술사 11권 1호
5. 이성갑 1979. 식품공업 51.
6. 이성갑 1980. 기술사 13권 3호.
7. 이성갑 1992. 외식저널 3권 5호
8. Noyes data Coporation 1972. Food Canning Technics.
9. N.ACA 1969. Canning Foods in Community Plants.
10. 谷川 英一 1956. 缶詰の製造・紀元社.