

무균포장식품과 무균포장기술

임종환 / 목포대학교 식품공학과 조교수

목 차
1. 머리말
2. 무균가공법의 기본원리
3. 무균포장식품의 종류 및 형태
3-1. 균질의 액상식품
3-2. 작은 입자를 함유하는 액상식품
3-3. 큰 입자를 함유하는 액상식품
4. 무균포장방법의 기본형태
4-1. 충전밀봉 방법
4-2. 열성형 및 충전밀봉 방법
4-3. 조립 및 충전밀봉 방법
4-4. Blow mold 및 충전밀봉 방법
4-5. 성형·충진·밀봉방법
5. 무균포장기술
5-1. 기본적인 무균포장 시스템
5-2. 식품의 가열살균
5-3. 무균포장재
5-4. 무균포장재의 살균
6. 맺음말

1. 머리말

최근에 무균포장식품의 상업화가 이루어지면서 무균혁명(aseptic revolution)이라 불릴 정도로 무균포장방법의 도입은 식품산업분야에 획기적인 변화를 가져왔다.

무균포장이란 종래의 통조림 제조방법과는 달리 내용물과 포장용기를 독립적으로 살균한 후 무균환경 하에서 식품을 용기에 무균적으로 충전하고 밀봉함으로써 저장성이 연장된 제품을 얻는 방법(그림1)으로써 Nicholas Appert가 1809년에 통조림의 제조 원리를 발견한 이래 식품가공기술상의 최대의 혁신으로 평가 받고 있는 식품가공기술이다.

무균포장방법은 1938년 미국의 Ball에 의해 가공원리가 처음 개발되어 1930년대 후반부터 상업적으로 이용되어 온 것으로 전혀 새로운 방법이라고는 할 수 없다.

미국에서 개발된 초기의 무균포장 방법은 금속관을 200~300℃의 과열수증기를 사용하여 용기를 살균하는 방법으로 종래의 통조림 제조법에 비해 큰 장점이 인정되지 않았다. 그러나 최근에 무균포장에 적합한 새로운 소재 및 포장기계의 개발과 식품과 포재의 살균 및 제균방법의 개발로 인하여 새로이 각광을 받게 되었다.

무균포장방법이 상업적으로 큰 성

공을 거둔 것은 종래의 고온고압 살균법이나 고온충진법에 비해 많은 장점을 갖기 때문이다. 무균포장방법은 고온단시간(High Temperature Short Time; HTST) 살균법이나 초고온순간(Ultra High Temperature; UHT) 살균법을 적용함으로써 제품의 풍미, 색감, 영양가, 조직감 등의 품질이 우수하며, 내용물을 용기와 별도로 연속적인 방법으로 살균처리하기 때문에 용기의 크기에 관계 없이 품질이 균일한 제품을 얻을 수 있다.

따라서 무균포장방법은 고온고압의 열처리 방법을 적용할 수 없는 열에 민감한 제품들의 가공에 적합하며, 제품이 무균적으로 처리되어 제품의 저장이나 유통중에 제품을 냉장할 필요가 없으므로 에너지 절감효과도 기대할 수 있다.

또한 무균포장방법은 종전에는 금속이나 유리에 제한되었던 포장재를 플라스틱이나 종이를 바탕으로 하는 재질로 대체하여, 값이 싸고 취급이 용이할 뿐 아니라 사용이 간편하고 사용 후 폐기성이 우수한 장점도 갖고 있다.

무균포장방법은 초기에는 유제품이나 과일주스와 같이 열에 약하여 종래의 고온고압 살균법에 견딜 수 없는 제품 등에 주로 활용되었으나 요즘은 균질상의 다양한 액체 식품

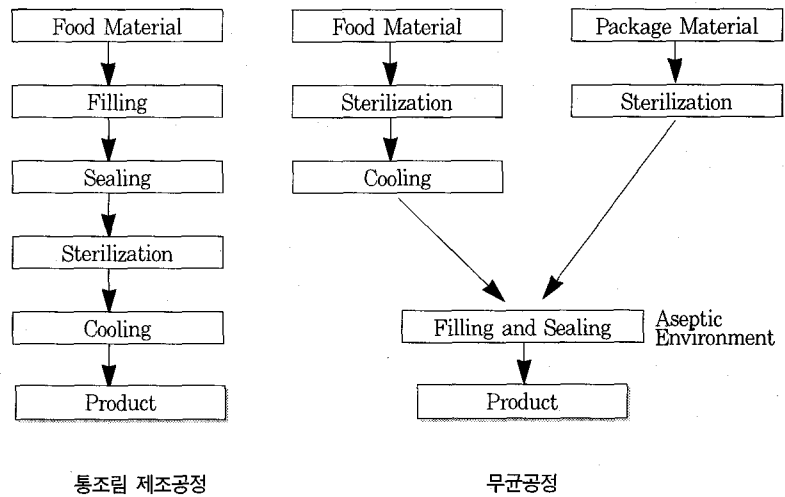
뿐만 아니라 작은 입자를 함유하는 액상식품의 포장에서부터 큰 입자를 함유하는 비균질식품(heterogeneous foods)에 이르기까지 그 형태가 매우 다양하다. 그 적용방법도 단순히 기존의 통조림 가공법을 대체하는 것에서 부터 새로이 신선식품에도 적용하는 등 그 적용범위가 점차 넓혀져가고 있다.

2. 무균가공법의 기본원리

일반적으로 통조림 제조시에는 105~120℃의 온도에서 약 10~30분의 열처리를 하는데, 이때 가열온도가 높아질수록 가열시간은 짧아지게 된다. 그런데 이러한 일반 가열살균법에서 사용하는 온도보다 훨씬 높은 온도를 사용하면 같은 정도의 살균을 이루는데 더욱 짧은 시간의 가열로도 족하게 된다. 즉, 135~150℃의 온도를 사용하면 단지 수초의 가열로 목적하는 살균조건을 이룰 수가 있다. 게다가 이러한 방법을 사용하면 일반적인 가열살균법을 적용했을 때보다 영양성분의 파괴나 기타 품질을 손상시키는 변화도 덜 일어나 보다 좋은 품질의 제품을 얻을 수 있다. 따라서 이러한 방법은 일반적인 통조림제조에 사용되는 가열살균법과 구분하여 초고온 순간살균법(Ultra High Temperature Sterilization)이라 하며 흔히 UHT살균법이라 약하여 말한다.

우유와 같은 저산성 액체식품의 경우 135~150℃의 초고온을 이용하여 1~6초 정도 열 처리를 하는데, 이와같은 초고온 순간살균법은 통조림살균법에 비해 고품질의 제품을 보다 짧은 시간에 연속적으로 생산할

(그림 1) 통조림 제조공정과 무균공정의 비교



수 있는 장점이 있으며, 무균포장법에 적합한 가공법으로서 무균가공법이라 부르기도 한다.

135~150℃의 가공온도를 사용하면 가공시간을 단축시킬 수 있는데 실제적인 측면에서 볼 때 이러한 가공조건은 열교환기를 사용한 연속살균법으로만 가능하다. 135℃의 온도에서는 비교적 긴 가열시간이 요구되어 정치식 가열법으로도 가능하나 그보다 온도가 높아지면 가열시간이 너무 짧아 정치식 가열법으로는 이러한 조건을 얻기가 불가능하다. 또한 대부분의 살균공정에서도 가열매체로써 고압의 스팀을 사용하는데 150℃ 이상의 온도를 갖도록 가압하는 것은 비경제적이다. 이러한 이유에서 식품의 무균가공법에 사용되는 온도는 이들 사이의 온도범위(135~150℃)로 결정되게 되었다.

일반적으로 식품을 고온으로 가열하면 두 가지의 열처리 효과가 나타날 수 있는데 하나는 미생물에 대한 사멸효과로써 이는 열처리를 하는 주

목적으로써 바람직한 반응이라 할 수 있다. 둘째는 색깔, 향, 조직감, 영양 성분 등의 변화와 같은 화학변화로써 이러한 종류의 화학변화는 대부분의 경우 바람직하지 못하다.

미생물 사멸속도와 화학반응 속도는 모두 온도의 변화에 따라 크게 영향을 받는데 다행스럽게도 이들 두 반응속도에 대한 온도의 영향이 서로 다르기 때문에 가열조건에 따라 한 반응의 다른 반응에 대한 상대적인 속도의 조절이 가능하다.

반응속도에 대한 온도의 영향을 표시하는 여러 가지 방법이 있지만 가장 간단한 것은 Q_{10} 값을 사용하는 것이다. 이 값은 온도가 10℃변화할 때의 반응속도의 변화율인데 실용적인 측면에서 볼 때 식품의 살균온도 범위 내에서 상수값을 갖는다고 가정할 수 있다.

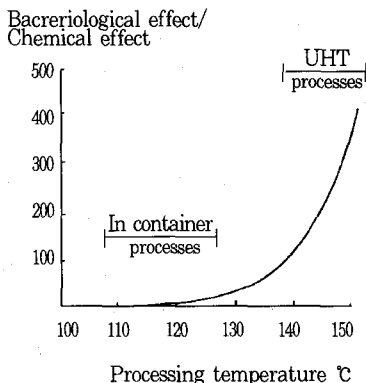
가열살균의 목표가 되는 내열성 미생물의 사멸에 대한 Q_{10} 값은 10~20℃인데 반해 가열시 나타나는 화학 반응들에 대한 Q_{10} 값은 이보다 훨씬

낮은 약 3정도이다. 만약 100℃에서 미생물 사멸반응속도와 화학반응속도의 비가 1이라 할 경우, 반응 온도를 10℃ 증가시킨 110℃에서 같은 시간 가열 한다면 미생물에 대한 사멸 효과도 Q_{10} 값인 10배 만큼 증가하는 데 반해 화학반응 속도도 3배 만큼 증가하게 된다.

따라서 미생물 사멸속도와 화학반응속도의 비는 1에서 3.33으로 증가하게 된다. 이 비율의 변화를 100℃에서 150℃사이의 온도범위에서 조사하면 (그림 2)와 같은 결과를 나타낸다. 식품의 일반적인 살균온도인 110~120℃범위에서는 이 비율의 증가가 두드러지지 않으나 무균가공 온도범위인 135℃이상이라면 이 비율은 매우 급격하게 증가한다. 즉, 저온에서는 미생물의 사멸속도가 영양성분의 파괴속도에 비해 낮는데 반해 고온에서는 미생물의 사멸속도가 영양성분의 파괴속도에 비해 매우 빠르게 된다.

이러한 사실은 일반 살균법보다 무균가공법이 미생물의 살균에 보다 유리함을 잘 설명하고 있다. 즉, 무

(그림 2) 화학변화에 대한 미생물 사멸속도의 온도에 대한 변화



균가공법을 사용하면 일반 살균법과 마찬가지로 상업적인 살균을 달성하면서 가열시간을 단축시킬 수 있을 뿐만 아니라 화학적인 변화도 더 줄일 수 있다.

결과적으로 무균가공법은 고온에서 열처리를 할수록 미생물을 최대한 사멸시키고 영양성분을 최대한으로 유지시킬 수 있다는 HTST, 또는 UHT 가공법의 원리를 최대한 이용하는 방법으로 통조림 제조에 사용하는 가압살균법에 의해 우수한 품질의 제품을 얻을 수 있는 가공법이다.

3. 무균포장식품의 종류 및 형태

무균포장공정에서는 식품의 전살균(Presterilization)을 위하여 고온 단시간살균법이나 초고온 순살균법을 사용하여 식품 내의 미생물을 최대한 사멸시키고 식품의 품질을 최대한 유지하는 방법을 사용하고 있다.

식품에 대해 UHT 살균법을 적용하기 위해서는 몇가지 전제조건이 필요한데, 식품을 순간적으로 고온에 도달하도록 가열하거나 가열이 끝난 식품을 충전온도까지 신속하게 냉각시키기 위해서는 열 전달매체와 식품 또는 식품과 냉매 사이에 열 전달이 빠르게 일어나야 하며, 이들 가열이나 냉각장치에서 식품의 이송도 쉽게 이루어져야 한다.

잘 알려진 바와 같이 대부분의 고체식품은 열 전도도가 매우 낮아 이러한 열처리 방법의 적용이 부적합한 것으로 생각되며, 이러한 측면에서 볼 때 두터운 절편의 햄이나 큰 덩어리의 고기와 같은 식품은 가열살균시 심각한 문제가 발생한다. 반면에 액체식품은 대류작용에 의해 열전달이

신속하게 일어나므로 무균포장은 살균과 이송이 쉽게 이루어질 수 있는 액체식품에 제한되어 사용되는 경향이 있었다. 특히 pH가 4.5 이하인 액상 식품은 그 자체만으로 세균의 생육을 억제할 수 있으므로 무균포장에 적합한 식품이라 할 수 있으며, 이러한 이유로 인하여 오렌지 주스를 포함하는 여러 종류의 과일주스에 무균포장기술이 도입되어 상업적으로 크게 성공을 거두게 되었다.

식품의 가열시 열 전달이 일어나는 속도에 따라 무균포장을 위한 전살균이 가능한 식품군을 다음과 같이 분류할 수 있다.

3-1. 균질의 액상식품 (Homogeneous Liquids)

우유나 과일주스와 같이 저점도의 균일한 식품이 이에 속하는데, 대부분의 저점도의 액상 식품은 적절한 열교환기를 사용하여 높은 유속과 난류흐름(turbulence)을 통해 적절히 온도를 조절하면서 높은 열전달효과를 얻을 수 있다. 이러한 방법으로 고온의 살균온도에서 식품이 체류하는 시간을 매우 짧게 유지할 수 있다.

이러한 전살균방법을 가장 잘 활용해 온 것은 우유와 유가공음료로서, UHT 살균유, UHT chocolate 음료, 가향우유와 크림 등과 같은 제품을 포함한다. 이 기술은 점차로 저온살균처리된 과일주스나 야채주스에도 적용되고 있으며, 제약분야에서도 열에 민감한 정맥 주사용, 영양액 등이 이러한 방법으로 생산되고 있다. 최근에는 그 사용범위를 넓혀서 저점도의 액상식품 이외에도 크림, 푸딩, 수프 및 각종 소스 등과 같은 비교적

고점도의 식품들에 대해서도 같은 방법의 열처리를 이용하여 무균포장제품을 생산하고 있다.

3-2. 작은 입자를 함유하는 액상식품 (Liquids with Small Particles)

작은 입자상의 식품이 액상식품에 분산되어 있는 것으로 이 그룹에 속하는 식품으로는 rice pudding이나 semolina pudding, 또는 입자의 크기가 2~3mm 정도인 고기나 야채를 함유하는 수프나 소스 등이 있다. 이러한 식품들의 경우 열전달이 순수한 액상식품에 비해 다소 늦게 일어나는데, 고체입자 내에서는 낮은 열전도도로 인하여 열 평형이 보다 늦게 일어난다. 따라서 고체입자는 원하는 온도로 가열하거나 냉각하기 위하여 보다 장시간 가열하거나 냉각할 필요가 있다.

이 그룹에 속하는 식품들 중 점도가 낮은 식품들은 판상열교환기 (plate heat exchanger)나 관형열교환기 (tubular heat exchanger)를 사용하여 가열과 냉각을 시키며, 점도가 비교적 높은 식품들은 표면궤기 열교환기 (scraped surface heat exchanger)를 사용한다. 특히 의가소성 (pseudoplastic behavior)을 갖는 비뉴턴성 (non-Newtonian) 식품의 경우 열전달속도를 높이기 위하여 표면궤기열교환기를 사용하며, 크기 15mm 정도의 고체입자를 함유하는 식품을 가열할 경우는 이중관형 표면궤기열교환기를 사용한다.

3-3. 큰 입자를 함유하는 식품

우리의 국이나 찌개 또는 서양의 수프나 스투(stew)와 같은 형태의 식품으로 크기가 15~25mm 정도의

고기덩어리나 감자나 당근과 같은 야채를 함유하는 비균질상 (heterogeneous)의 식품을 무균가공을 할 경우, 고체입자의 가열은 전도 (conduction)에 의해 일어나므로 고체식품 내부의 온도조절도 쉽지 않을 뿐만 아니라 열매체와 식품간에 열평형이 일어나는 데에도 장시간이 소요되어 식품의 가열이나 냉각에 많은 시간이 걸린다. 이와같은 비균질상의 식품을 가열살균할 경우 열전달속도가 가장 낮은 고체입자의 중심부가 완전히 상업적인 무균상태에 이르도록 열처리를 해야한다. 만약 이러한 기준하에서 입자상의 식품이 액상의 충전물과 동시에 열처리를 받게 되면 액상 식품은 지나친 열처리를 받게 되어 UHT 방법의 장점을 잃게 된다. 따라서 이들 큰 입자를 함유하는 식품의 무균가공을 위해 특별한 장치들이 개발되어 이용되고 있다.

이와같이 무균가공법을 이용하는 식품은 그 형태가 다양하나 이들 모두는 다음과 같은 공통적인 특성이 요구된다. 즉, 무균가공법을 적용하는 식품은 그 가공 특성상 펌프에 의해 이송이 가능해야 한다. 또한 무균가공에 사용되는 식품들은 가공중에 성분 상의 큰 변화를 보이지 않는 것이 좋다. 왜냐하면 가공중 구성성분의 변화를 일으키게 되면 유체의 유동특성과 가열살균정도가 변할 수 있기 때문이다.

최근의 무균포장기술을 식품에 응용하는 형태를 두 가지로 나누어 볼 수 있는데, 첫째는 미리 살균처리를 한 무균상태의 식품을 무균적으로 포장하는 방법으로 전통적인 의미의 무균포장법이다. 이 경우 포장기는 무균저장탱크 (aseptic surge tank)에

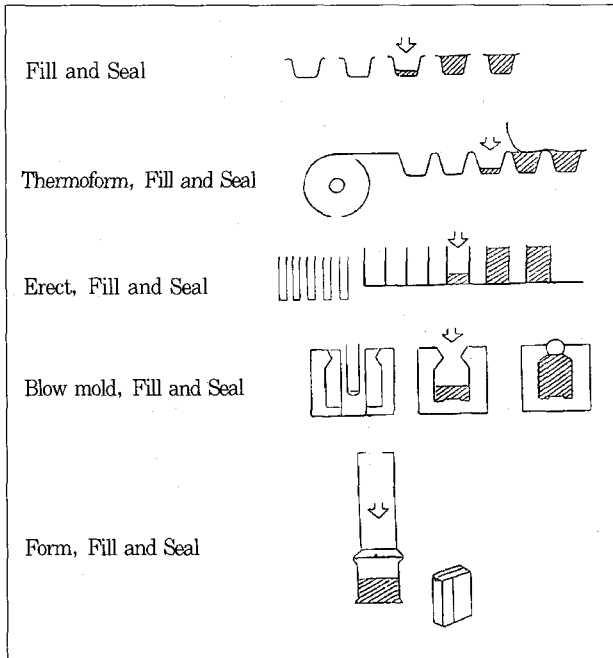
연결되거나 살균장치에 직접 연결된다. 이러한 방법을 사용하는 주목적은 가공이 끝난 제품을 상온에서 저장할 수 있게 하며, 저장성이 연장된 고품질의 제품을 얻는 데 있다. 일반적으로 여러 형태의 식품들이 이와같이 식품의 전살균과 무균포장방법을 병용하여 보다 생산비를 절감하면서 고품질을 갖는 제품을 생산하고 있다.

이 무균포장법의 또 다른 응용방법은 비교적 새롭게 시도되고 있는 것으로 발효식품과 같은 비살균식품 (non-sterile products)을 대상으로 가공 후 미생물에 의한 오염을 피하기 위하여 무균포장방법을 사용하는 것이다. 이 경우 내용물은 완전 무균상태가 아니므로 제품의 저장수명은 본래의 무균포장제품에 비해 매우 짧으며 따라서 저온유통이 필요하다. 이러한 방법을 사용하는 주목적은 발효가 끝난 제품을 가열살균을 하지 않거나 혹은 보존료를 첨가하여 효모나 곰팡이의 침투를 방지하여 저장수명을 연장시키기 위한 것이다. 이러한 방법은 주로 발효유가공품 (yoghurts, desserts)을 포함하는 신선식품에 적용된다.

4. 무균포장방법의 기본형태

일반적으로 널리 사용되고 있는 무균포장방법은 캔 (can)이나, 병, 컵 (cup), 카톤 (carton), 파우치 (pouch) 등의 형태로 이루어져 있다. 이들 여러 형태의 무균포장 방법은 각기 다른 방법에 의하여 제조되는데, 현재 사용되고 있는 무균포장방법은 [그림 3]에서 보는 바와 같이 다섯 가지의 기본적인 형태로 분류할 수 있다.

(그림 3) 기본적인 무균포장방법



4-1. 충전·밀봉방법

미리 성형하여 살균된 용기를 사용하여 무균환경하에서 충전과 밀봉을 한다. 열성형 플라스틱용기, blow mold용기, 금속캔 등이 이 방법으로 포장되는 대표적인 것들이다.

4-2. 열성형 및 충전·밀봉방법

두루마리(Roll) 상태의 플라스틱 포재를 가열, 성형하여 멸균 시킨 후 무균환경하에서 충전·밀봉한다.

이러한 방법을 사용하는 무균공정의 상업적인 개발이 활발한데 대표적인 것으로 Conoffast, Benco, Bosch System 등이 있다.

4-3. 조립 및 충전·밀봉방법

날개로 미리 성형되어 납작한 형태로 공급된 포재를 조립하여 살균하고 충전·밀봉하는 방법의 대표적인 예로 Combibloc System이 있다.

4-5. 성형·충전·밀봉방법

포재가 두루마리(Roll) 형태로 공급되어 무균환경하에서 성형·충전·밀봉하는 방법으로 현재 액체식품의 무균포장에 가장 널리 사용되고 있다. 유명한 Tetra Pak이 이 방법을 사용하는 대표적인 포장방법이다.

5. 무균포장기술

5-1. 기본적인 무균포장 시스템

무균포장방법은 근본적으로 내용물과 포장재의 전살균(presterilization)과 이들의 무균적인 결합으로 이루어진다. 따라서 식품의 살균장치와 무균포장 설비는 무균포장 시스템의 가장 근본적인 장치라 할 수 있다.

(그림 4)는 기본적인 무균포장시스템을 보여주고 있다. 그림에 표시된 바와같이 무균포장 시스템은 식품의

4-4. Blow mold 및 충전·밀봉방법

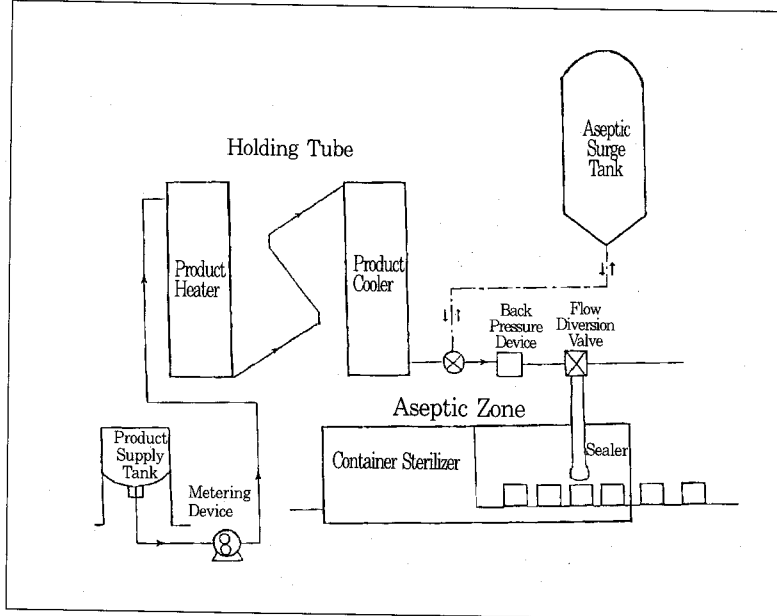
사출이 가능한 플라스틱재를 blow mold에 의해 성형하여 사용하는데 제품의 충전 및 밀봉은 용기가 mold 내에 채류하는 동안에 이루어진다. 이 방법은 병류나 유연포장 용기에 적용가능하다.

살균을 위한 일련의 열교환기와 멸균된 식품을 포장기까지 이송하는 설비를 포함하는 무균가공공정(aseptic processing unit)과 멸균된 식품을 무균상태하에서 충전, 밀봉하는 무균포장 공정(aseptic packaging unit)의 두 부분으로 구성되어 있다.

식품의 무균가공 및 포장공정을 살펴보면 우선 식품이 제품공급탱크(product supply tank)로부터 가열장치에 이르게 되면 열교환기를 통하여 식품이 일정한 살균온도에 이르도록 신속하게 가열(heating)하고, 이 온도에서 일정시간 동안 유지(holding)하여 제품을 상업적인 멸균상태에 이르게 한 후, 다시 열교환기를 이용하여 급속히 냉각(cooling)한다. 이와같이 가열, 살균, 냉각의 연속적인 공정에 의해 상업적인 무균상태로 처리된 제품은 무균실로 이송되어 미리 살균된 포장용기에 충전하고 밀봉을 한다. 이와같이 연속적인 제품의 살균과 무균포장에 의하여 통조림과 마찬가지로 상온에서 저장이 가능한 저장성이 연장된 고품질의 제품이 얻어진다.

현재 식품의 무균가공 및 포장을 위해 수많은 방법들이 개발되어 이용되고 있는데, 사용하는 식품의 특성에 따라 가장 적합한 무균가공장치와 무균포장방법을 결합하여 전체적인 무균포장시스템을 이루게 된다. 따라서 무균포장시스템에서는 제품과 가공공정 및 포장을 따로 분리하여 생각할 수 없으며 이들 모두는 서로 긴밀하게 연결되어 있어 결국은 하나라는 개념을 갖는 것이 무엇보다 중요하다. 왜냐하면 무균포장공정은 근본적으로 연속공정이므로 어느 한 부분이라도 무균처리에 실패하게 되면 전

(그림 4) 기본적인 무균포장 시스템의 개요



체적인 시스템의 성능에 지대한 영향을 미치게 되기 때문이다. 따라서 무균포장공정을 확립할 때에는 제품, 가공설비, 포장재 및 무균포장기의 살균 뿐만 아니라 시스템 전반에 걸친 무균상태의 유지에 각별한 주의가 필요하다.

결국 무균포장 시스템에서 가장 중요한 것은 미생물 살균기술의 확립으로 식품에 내재하는 미생물, 포장재의 표면에 부착하는 미생물, 각종 기기류에 부착하는 미생물, 그리고 충전기 내의 무균실에 부유하는 미생물 등의 멸균 및 제균기술이 필요하다. 따라서 무균포장 제품을 성공적으로 생산하기 위해서는 무균공정에 사용되는 모든 설비는 상업적인 무균상태를 유지해야 하며, 제품 및 포장용기도 상업적 무균상태를 유지해야 하고 식품과 포장용기가 무균적으로 결합되는 무균실 역시 상업적 무균상태로 유지해야 한다.

이외에도 공정상의 모든 주요 인자들에 대한 지속적인 기록 및 통제가 필요하며, 완성된 제품은 외형이 파손되거나 변형되지 않도록 적절한 취급이 요구된다.

5-2 식품의 가열살균

무균공정에서 식품의 살균은 일련의 열교환기를 이용하여 연속적으로 이루어지는데, 식품의 살균공정은 일반적으로 세 단계로 이루어진다.

먼저 식품의 온도를 원하는 온도로 가열하고, 이 온도에서 일정시간 동안 유지(holding)시킨 후, 제품의 온도를 충전에 적합한 온도로 냉각시키므로 식품을 무균상태에 이르게 한다.

식품의 가열매체로는 포화수증기를 주로 사용하는데 식품을 가열하는 방법에 따라 포화수증기를 직접 식품과 접촉시켜 식품을 가열하는 직접가열 방법과 열교환기를 사용하여 식품을 가열하는 간접가열 방법으로 구분

된다.

직접 가열 방법의 경우 식품이 직접 고온고압의 수증기와 접촉하므로 가열속도가 매우 빠르기는 하나 고체상태의 식품을 가열할 때에는 고체식품의 낮은 열전도도로 인하여 가열속도가 비교적 느린 경향이 있다. 간접가열 방법은 점도가 낮은 액상식품에 주로 활용하는데, 이는 액상식품이 주로 대류작용에 의해 가열되므로 열교환기를 통해 연속적인 가열이나 냉각이 가능하기 때문이다.

직접가열 방법으로는 식품과 포화수증기가 직접 접촉하도록 식품 속으로 증기를 강하게 분사하는 방법(steam injection method)과 고온의 증기실 내로 식품을 작은 입자형태나 박층으로 주입하는 방법(steam infusion method)이 있다.

간접가열 방법은 주로 세 가지 형태로 열교환기가 사용되는데, 판상열교환기와 관형열교환기는 유체제품이나 균일한 액상 식품의 살균에 흔히 사용되며, 표면류기열교환기는 고점도의 식품에 흔히 적용된다.

이들 직접가열 방법과 간접가열 방법의 가장 큰 차이는 가열과정 중에 나타나는 식품의 온도변화에서 찾아볼 수 있는데, 직접가열 방법에서는 식품이 가열매체와 직접 접촉하게 되므로 그 온도가 즉시 상승하고 가열이 끝난 후에는 감압증발관(flash cooler)을 이용하여 냉각되므로 순식간에 온도가 떨어지게 된다. 반면에 간접가열 방법에서는 식품의 온도가 가열이나 냉각에 대해 즉각적인 변화를 보이지 못하고 어느 정도의 지연현상을 보이게 된다. 결과적으로 이들 각각의 가열방법을 사용하여 같은 살균온도에서 같은 시간만큼 열처리

를 하더라도 가열살균효과는 서로 달라지게 된다.

이러한 가열방법 이외에도 입자상의 고체식품을 함유하는 식품의 UHT 가공을 위해 개발된 장치로서 Jupiter 시스템, 전기저항가열법 (Ohmic heater), Steripart 시스템 등이 있다.

▲Jupiter 시스템은 액체식품과 고체식품을 따로 분리하여 각각 적절하게 열처리를 한 후 두 성분을 무균적으로 혼합하고 포장하여 무균제품을 얻는 방법이다. 이 방법에서 충전액은 연속식 살균법에 의해 초고온순간살균을 하고, 고체식품은 포화수증기를 직접 분무하는 방법으로 비연속적으로 살균한다.

▲전기저항가열법은 최근에 식품의 UHT 가공을 위해 영국에서 개발된 것으로 식품의 유전특성 (dielectric property)을 이용하여 식품을 electrical cell 사이로 통과시키면서 순간적으로 가열시키는 방법이다. 이 방법에 의한 가열속도는 식품의 전기 전도도 (electrical conductivity)에 따라 다르나 50°C/s 이상이고, 열침투 깊이도 거의 제한이 없는 것으로 알려져 있다.

이 방법은 열전달을 위한 접촉부위가 필요없이 식품의 연속적인 가열이 가능하고, 식품의 전 부위가 균일하게 순간적으로 가열되므로 점도가 높거나 입자함유식품의 무균처리에 적합하여 이 분야의 사용이 크게 기대되는 방법이다.

▲Steripart 시스템은 고체와 액체의 혼합식품에 대한 균일한 열처리를 위해 Stork사에 의해 개발되었는데, 원기둥 모양의 통 안에서 spokes가 회전을 하면서 액체는 빨리 흘러 보내고 고체식품은 흐름을 늦추어 각

식품의 체류시간을 조절하므로써 고체와 액체식품이 각각 적절하게 열처리되도록 고안된 장치이다.

5-3. 무균포장재

무균포장재에 사용되는 포장재는 그 재질에 따라 강성(rigid), 반강성(semi-rigid), 유연성(flexible) 포장재의 세 가지로 나눌 수 있으며, 주로 금속, 유리, 플라스틱 세 종류의 기본적인 재료가 이용되고 있다.

이들중 금속용기는 높은 강도를 가지며, 표면살균이 용이하고, 기체나 기타 오염물에 대한 높은 차단성과 밀봉성을 갖는 장점이 있는 반면에 비교적 값이 비싸고 성형방법에 제한이 있는 단점이 있다.

유리병은 무균포장재로써 금속용기와 유사한 특징을 가지나 쉽게 깨어지고, 무거운 단점이 있다.

이들 금속이나 유리의 단점을 보완하기 위해 플라스틱재를 사용하는 데, 어떤 특정한 플라스틱 한 가지만을 단층으로 사용해서는 무균포장재로써 필요한 요구조건을 만족시킬 수 없으므로 흔히 두 가지 이상의 플라스틱재를 서로 조합하여 원하는 재질의 경제성이 높은 무균포장재로 이용하고 있다. 경우에 따라 알루미늄 foil이 차단성을 높이기 위해 사용되며 내층에는 열접착성을 위해 EVA가 사용되기도 하고, 또 다른 경우에는 외층에 강도 유지를 위해 나일론층을, 차단성을 높이기 위해 알루미늄 foil을 사용하며 식품과 직접 접촉하는 표면층은 열접착이 잘 되도록 PE층을 사용하기도 한다.

병이나 컵 형태의 플라스틱재 무균포장 용기는 적당한 강도를 유지하도록 PS나 PP 등이 주로 사용된다.

그러나 이들 재료만으로는 차단성이 낮으므로 EVOH나 EVA 재질을 접착하여 사용한다. Composite Can이나 Carton은 판지가 구조적 강도를 유지하기 위해 사용되는데, 이때 차단성을 높이기 위해 알루미늄 foil을 사용하며 내부의 식품과 직접 접촉하는 층에는 PP나 PE 등을 사용한다. 일례로써 (그림 5)에 6층으로 구성된 무균포장재의 구조를 나타냈다.

열가공에 의해 성형된 컵과 뚜껑으로 구성되는 용기는 PS나 PET가 구조적 강도를 유지하기 위해 사용되고, EVOH나 알루미늄 foil이 차단층으로 사용된다. 이때 식품 접촉면은 역시 PP나 PE가 사용된다.

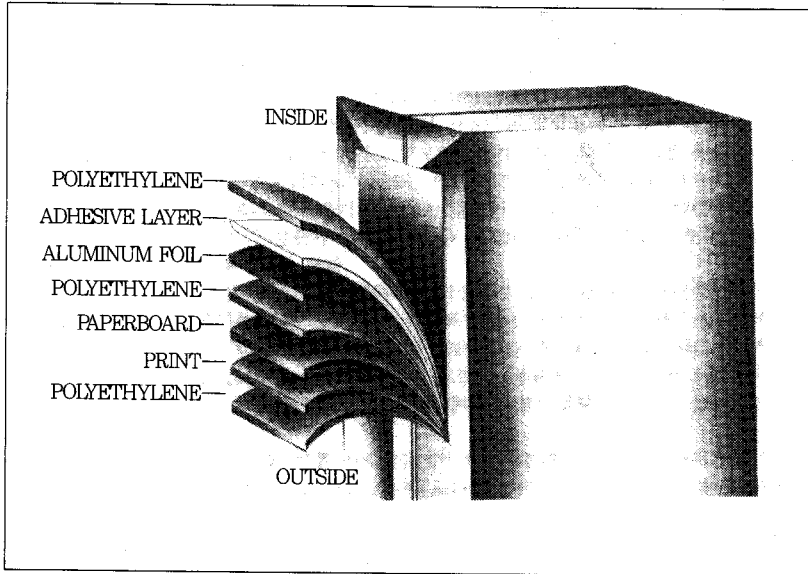
5-4. 무균포장재의 살균

무균포장용 용기나 포장재의 살균은 오염의 가능성을 최대한으로 줄이기 위하여 충전 바로 전에 행하거나 충전공정과 결합하여 이루어지고 있다.

무균포장재의 살균법으로는 가열살균법이나 방사선 조사와 같은 물리적 방법과, 화학 살균제에 의한 화학적 방법 및 이들을 조합하는 방법이 흔히 사용된다.

▲가열살균법은 식품산업분야에서 가장 널리 사용되는 방법인데 이를 위해 주로 포화수증기나 열수가 사용된다. 이외에도 과포화수증기, 가열 공기, 적외선 혹은 방사열 등이 열전달 매체로 사용되기도 하는데, 이러한 가열살균법은 주로 금속이나 유리 용기에 이용된다. 플라스틱 용기의 경우는 용기의 성형중 용융이나 압출시 받는 열에 의해 포장용기의 살균이 이루어지기도 하는데, 제품의 충

(그림 5) 카톤형 무균포장용기의 구조



진 밀봉이 끝날 때까지 무균상태를 유지해야 한다.

▲ 화학적 살균법은 살균력을 갖는 화학제를 이용하여 살균 대상물의 표면을 일정시간 처리하여 무균상태를 얻는 방법이다.

무균포장재의 표면살균 처리제로서 과산화수소(H₂O₂)가 가장 널리 사용되고 있다. 과산화수소는 무균포장의 살균제로 사용했을 때 식품에 불쾌취(off-flavor)를 남기지 않으며, 살균처리후 포장재 표면이나 상부공간(head space)에 잔존하는 H₂O₂가 인체에 유해한 영향을 끼치지 않는 장점이 있다.

경우에 따라 H₂O₂ 이외의 다른 화학살균제가 이용되는데 염소액이나 여러 가지 식품등급의 유기산들이 산성식품이나 산성화(acidified)식품의 포장설비의 살균을 위해 이용되고 있다. 또한 가스상태의 살균제도 이용되고 있는데 일반적으로 가스살균제는 살균 속도가 느리므로 포장재를

사용하기 전에 예비살균용으로 흔히 사용되고 있다. 특히 미리 성형된 용기를 대량 살균하려면 침투성이 큰 살균제가 필요한데 이러한 목적으로 Ethylene Oxide가 흔히 이용된다. Ethylene Oxide는 복합판지로 만들어진 carton이나 플라스틱 포장재의 예비살균에 사용되었으나 상온에서 유통되는 저산성 식품에 대해서는 사용이 금지되고 있다.

▲ 방사선에 의한 살균 방법은 주로 자외선, 감마선, electron beam 등의 고에너지 전자선을 이용하고 있다.

이외에도 물리적인 방법과 화학적인 방법을 서로 조합하여 사용하기도 한다. 특히 과산화수소와 열 및 자외선을 결합하는 방법이 흔히 사용되는데, 이 경우 살균작용의 상승효과를 기대할 수 있다.

5-5. 무균포장

일단 열처리가 끝나면 식품을 무

균적으로 포장하게 되는데, 이때 사용되는 무균포장 기계는 미리 멸균된 식품을 멸균처리된 포장재와 결합하여 저장성이 연장된 기밀성의 포장식품을 제조하도록 고안된 설비이다. 무균포장기는 포장재의 살균과 제품의 충전 및 용기의 밀봉작업이 연속적으로 이루어지는 곳으로 무균포장을 완성하는 곳이라 할 수 있다.

포장작업이 시작되기 전에 식품과 직접 또는 간접적으로 접촉하게 되는 포장기계의 표면을 미리 살균해야 한다. 이때 무엇보다도 중요한 점은 무균상태의 식품을 살균처리된 용기에 충전하여 완전하게 밀봉될 때까지 모든 기계장치가 무균상태를 유지해야 한다는 사실이다.

무균포장기의 핵심부는 무균포장실(Aseptic zone)인데 무균포장실은 포장재의 살균이 이루어지는 부분 또는 미리 살균된 용기가 포장기에 도입되는 부분에서부터 무균적으로 충전 밀봉된 제품이 무균공간을 떠나기 전까지의 장치를 포함한다.

포장작업을 시작하기 전에 포장기 내의 무균포장실은 상업적인 무균상태를 유지해야하며, 이때 사용되는 살균제는 무균포장실의 전면적에 대해 균일하게 작용해야 한다. 무균포장실의 무균성을 유지하기 위하여 과포화 수증기나 멸균공기를 가압상태에서 사용하거나 여과기를 통해 채운 공기를 층류의 상태로 무균포장실 내에 주입한다.

무균포장실에서 식품을 용기에 충전한 후 기밀성을 유지할 수 있도록 완전 밀봉함으로써 무균포장이 완성되는데, 밀봉상태는 포장의 열접착상태와 접착부위의 오염 여부에 의해 결정되므로 엄격한 관리가 필요하다.

6. 맺음말

무균포장방법은 미생물학적인 측면에서 불 때 미생물의 살균, 세균 및 미생물의 제어 기술을 종합적으로 활용한 것이라 할 수 있으며, 가공 측면에서는 HTST나 UHT 살균법을 적용하여 연속적인 공정을 사용하므로 공정상의 많은 장점을 갖고 있는 방법으로써 1809년에 Nicholas Appert가 통조림의 제조원리를 발견한 이래 가장 획기적인 식품가공기술상의 혁신으로 평가되고 있다.

무균포장방법은 포장기법상의 혁신일 뿐만 아니라 품질과 경제성 및 간편성을 동시에 만족시키며, 포장비용 및 유통경비를 절감시키고, 새로운 수요를 창출하여 마케팅 측면에서도 기여하는 등, 식품산업 전문분야의 기술이 집약된 종합기술이라 할 수 있다.

무균포장방법의 또 하나의 장점은 그 응용성에 있다. 실제로 미국에서는 1981년에 FDA에서 식품용기의 표면살균제로써 과산화수소의 사용을 허용한 이후 매년 약 3,000종의 무균포장제품이 새로 선을 보였다. 이들은 전혀 새로운 식품을 개발한 것이 아니라 기존의 제품들에 대해 무균포장기술을 도입하여 새로운 상품으로 재창조한 것에 지나지 않는다. Hegg와 Plett(1989)는 최근에 무균포장제품이 상업적으로 큰 성공을 이루게 된 것은 [표 1]에 나타난 바와 같이 무균포장방법이 갖는 마케팅, 경제, 및 기술분야의 복합적인 원인에 기인함을 지적하였다. 그들은 특히 최근 10년동안 무균포장용의 새로운 포장소재와 무균포장기계 및 무균가공법이 개발되어 무균가공의 제3의 물결(the

(표1) 무균포장법의 특징

분 야	무균포장의 장점
마케팅	고품질의 제품을 생산 저장수명을 연장하여 계절상품의 연중 공급이 가능 식품업계에서는 끊임없이 혁신적인 제품을 원함 신상품의 개발이 용이 제품의 간편성
경 제	통조림용 캔값이 계속 상승 값싼 재질의 포장재 개발 원가절감(포재, 에너지, 물류비용절감) 연속공정에 의한 생산성 향상
기 술	초고온에서의 연속살균법을 사용하는 최적의 열처리법 무균포장용 신소재 개발 새로운 무균포장기의 개발 새로운 살균장치 개발 사용후 폐기가 용이

third wave of aseptic processing)을 맞이하게 될 것으로 예측하고 있다.

반면에 국내에서는 이 분야의 연구가 거의 없는 형편이다. 제품면에서는 UHT 살균유나 과일주스에 대해 일부 이 방법을 적용하고 있으며, 소주의 포장에 무균포장용 카톤을 사용한 예가 있으나 이는 무균가공법에 의해 생산된 것은 아니고 단지 포장의 간편성만을 활용한 것으로 원래의 무균포장과는 차이가 있다. 현재 국내에서 적용되고 있는 무균포장방법은 제1세대 무균포장방법으로 그 형태나 포장방법이 매우 단조로워 제품의 다양성을 기하기가 어려운 형편이다.

한 가지 특기할 만한 사실은 고려대학교의 연구진과 인천 탁주제조협회가 공동으로 개발하여 탁주의 포장에 무균포장법을 사용한 예가 있는데, 이들은 저장성이 문제가 되던 탁주를 무균포장함으로써 상온에서도 품질의 저하없이 3개월 이상 보존성을 연장하여 탁주의 상품가치를 크게 올리는 성과를 얻었다. 이것이 국내

에서 우리의 고유 음식에 대해 무균포장법을 적용한 최초의 시도로서 이들의 결과는 이 분야의 매우 고무적인 사례라 할 수 있다.

이와같이 무균포장기술과 우리의 전통식품을 접목시켜 저장성이 연장되고 사용이 간편한 제품을 개발하여 전통식품의 현대화를 통한 우리 고유의 음식문화를 계승발전시키고, 상업적으로는 신상품을 개발하여 신수요의 창출을 기대 할 수 있다.

특히 최근 문제가 되고 있는 농산물 수입 개방에 따른 외국식품의 무분별한 유입에 의한 우리 고유 식품의 입지가 크게 흔들리고 있는 상황에서, 무균포장기술과 같은 새로운 식품가공 기술을 도입하여 우리의 전통식품을 현대화함으로써 외국식품과의 경쟁력을 키워 나갈 수 있으며, 결과적으로 우리의 찬란했던 음식문화를 계승 발전시켜 나아갈 수 있을 것이다.