

## 정전무화기술을 활용한 냉장고용 야채실 개발

정 문 철

유통연구단

### The Refrigerator Compartment which is Applied Electrostatics Atomization

Moon-Cheol Jeong

Food Marketing Research Group

## 서 론

가정용 냉장고에 보관 중인 식품 중에서 부패가 가장 심하게 일어나는 것은 야채와 과실이 일반적으로, 야채실의 선도보존 향상이 지속적으로 요청되고 있다.

보존성 향상을 위해서는 냉장고의 내부공간을 고습상태로 유지할 필요가 있다. 일본의 가정용 냉장고는 증발기에서 생성된 냉기를 순환시키는 간접냉각방식을 채택하고 있기 때문에 증발기에서 제습된 저온저습공기가 야채실에 유입되어 고내를 건조시켜 야채의 수분증산을 확산시키는 문제가 있다. 또한 보존공간의 밀폐도를 증가시키면 용기 내부에 결로가 생성되는데, 그 결로수와 접촉하는 야채표면에서는 야채의 호흡이 억제되어 조직세포의 파괴와 부패균의 번식이 촉진됨

으로써 신선도가 현저히 저하되는 문제가 있다.

최근 일본 파나소닉의 연구진들이 독자적인 정전무화기술(고온고압을 가하여 공기 중의 수증기로부터 반응성이 높은 대전미립이온을 생성하는 기술)을 적용하여 청결성과 선도보존능력을 겸비한 '냉장고용 야채실'을 개발하고 상기문제를 해결하였고, 일본냉동공조학회의 2009년 기술상을 수상하였기에 금회 해외기술개발 사례의 대상으로 보고하고자 한다.

## 개발의 개요

### 1. 장치 검토

표 1에 mist 발생방법간의 비교를 나타내었다.

표 1. Mist 발생방식의 비교

분류	압력energy	기체energy	원심력energy	진동energy	전기energy
방식	Spray	ejector	회전원반	초음파무화	정전무화
입자직경	~100 μm	~100 μm	10~50 μm	~3 μm	5~10 μm
적용과제	노즐막힘방지위한 고압력 필요, 소형화	노즐막힘방지위한 고압력 필요 소형화	고속회전필요 고내의 균일분포성 소형화 분무량 조정	발진자에서의 이물 침적 발열 전력량 과다 분무량조정	고압전원필요 오존발생
야채실 결로	×	×	×	△	○
응용 예	?	흡입기	연료기화기	가습기	도장가습기

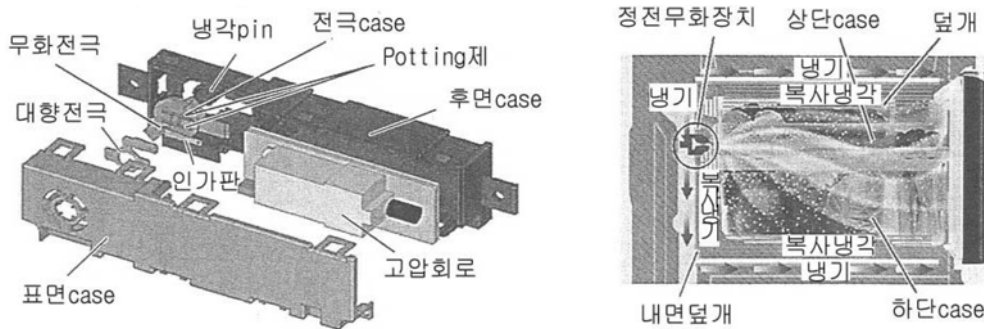


그림 1. 냉장고용 정전무화 장치 및 야채실의 구성

Mist 발생방법 중 압력, 기체, 원심 energy를 사용하는 방법은 대응적에서 노즐 폐색 등에 대한 대책이 필요하고, 입자의 직경도 수십 μm 이상으로 크며, 발생량도 수백 g/h 이상으로 결로의 발생의 원인이 되기 때문에 가정용 냉장고에 사용하기는 적합하지 않다. 또한 진동 energy를 사용하는 초음파무화방법은 진동주파수에 따라 입자직경을 3 μm 정도까지 미세화할 수 있지만 전기압력은 최저에서도 수십 W정도 필요하고, 소비전력 증가나 진동수의 발열에 의해 냉장고 내부 온도 및 수온상승 등의 문제를 야기하기도 한다. 따라서 야채실에 적용될 수

있는 장치로서는 전기에너지를 사용한 정전무화방식이 적정한 것으로 판단하여 냉장고에 적용·검토를 행하였다.

## 2. 정전무화기술의 야채실 적용

그림 1에 냉장고용 정전무화 장치 및 야채실의 구성을 나타내었다.

냉장고용 장치로서는 냉장고의 -20~ -25°C의 냉각공기를 사용하여 장치 뒷면의 냉각 pin을 냉각하고 열전도에 의해 냉각 pin과 열적으로

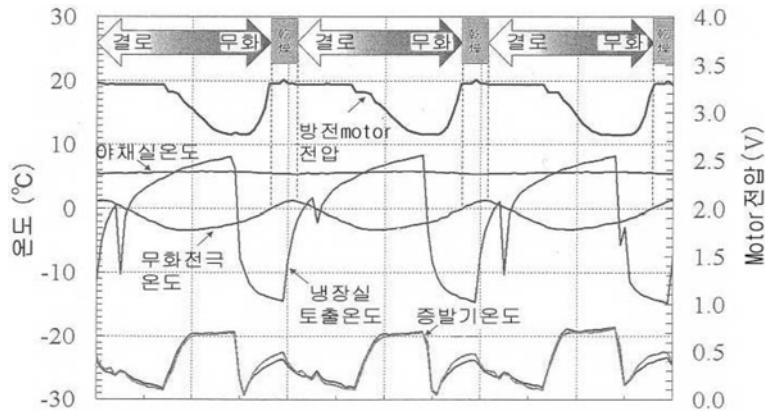


그림 2. 냉장고 온도와 무화제어

접속된 무화전극을 냉각하는 것과 히터제어에 의해 무화전극온도를 조정하여 무화전극에서 생성된 결로량을 제어하고 있다. 무화전극과 대전전극간에는 약 6.5 kV의 고전압을 인가함에 따라 방전이 발생하고 무화전극 선단부의 결로수가 하전되어 Rayleigh 분열을 일으켜서 직경 약 20 nm의 nano입자까지 미세화된 대전미립이온을 발생시킬 수 있다.

여기서 중요한 것이 무화전극 선단의 결로량이지만 결로량을 어느 일정이하로 유지하는 시스템제어를 확립함에 따라 안정된 분무를 실현할 수 있었다. 구체적으로는 그림 2에 표시한 바와 같이 야채실에 유입된 건조냉기를 이용하여 무화전극선단을 결로상태, 무화상태, 건조상태를 순차반복하는 사이클을 구축하여 무화전극 선단부를 정확하게 건조하여 물이 없는 상태를 만드는 것으로 과잉 결로를 방지하고 결로량을 적정화하는 방법이다. 이에 의해 방전상태가 안정화되고 안정적인 무화를 실현하게 된다.

## 식품에의 효과

생성된 대전미립이온은, 수분에 함유된 상태를 유지하고 있기 때문에 지속성을 지니며, 또 반응성이 높아, 이것이 야채실 내에 확산될 경우 청결성, 영양소 증가, 저온장해 억제, 에틸렌가스 분해에 대한 효과를 확인할 수 있었다.

야채실을 상정한 70 L의 평가박스를 활용하여, 고습도 환경에서 주변온도를 5°C, 대상균으로는 대장균과 황색포도당구균을 사용하고, 분무가동율을 50%(30분 ON, 30분 OFF으로 실제 가동상황에 상당한 조건)로 하여 평가한 결과는 그림 3과 같다. 3일후 대장균 99.92%, 황색포도당구균 99.86%가 억제되었음을 확인할 수 있었다. 이것은 반응성이 높은 대전미립이온이 부패균의 세포막에 작용하여 그 단백질 변성을 통하여 부패균을 불활성화시키는 것으로 이해되고 있다.

또 야채실 온도 약 6°C, 분무가동율 50%의

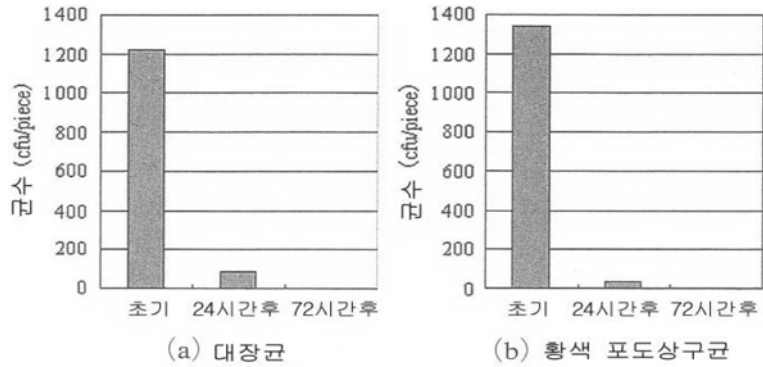


그림 3. 제균효과

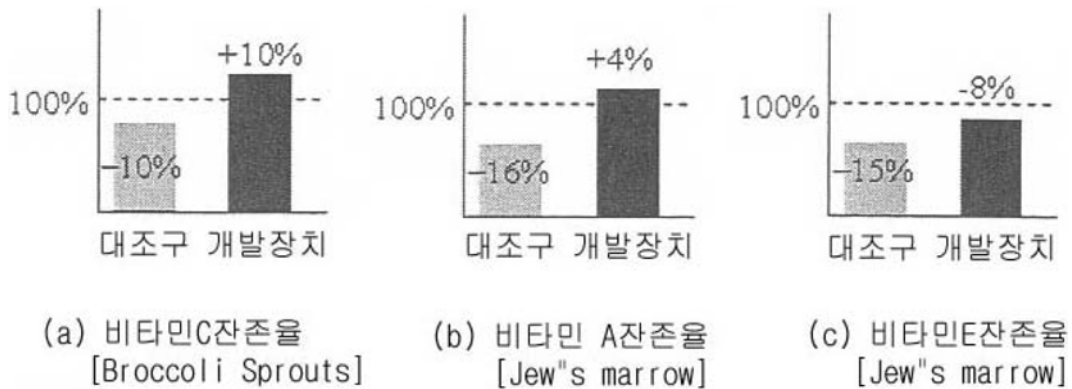


그림 4. 비타민 효과

조건에서 비타민을 평가한 결과는 그림 4와 같다. 대조구와 비교할 경우 Broccoli Sprouts의 비타민 C는 20% 증가효과가 인식되었으며 또한 물로키아(모로헤이아, Jew's marrow)의 비타민 A, 비타민 E도 유사한 효과가 나타났다.

이것은 대전미립이온이 야채표면에 부착하여 야채의 세포를 자극함에 따라 야채의 생체방어 반응을 유도하여 식물 호르몬을 분비하고, 이에 의해 야채의 생체활동이 활성화되어 효소발현

을 유도하여 영양소가 증가하는 것으로 생각된다고 하였다.

## 결론

일본 파나소닉사에서 독자적인 정전무화기술을 가정용냉장고에 새롭게 개발·적용하여 청결성, 영양소 증가, 저온장해 억제, 에틸렌 가

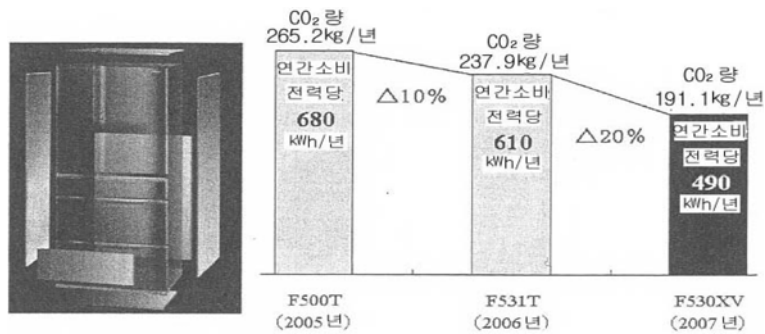


그림 5. 개발 냉장고 F530XV와 에너지 절감효과

스 분해의 기능을 겸비한 야채실냉장고F530XV을 상품화하였다. 또 고단열화의 촉진과 열교환기의 효율화 등의 개발에 따라 에너지 절감효과를 도모하고, 그림 5에 표시한 바와 같이 2005년도 대비 약 30%의 에너지절감효과를 달성하고 있다고 한다. 본 기술은 향후 정전무화 기술의 응용발전, 신기술의 추가확립에 의해 새

로운 보존환경을 제안할 가능성이 높으며 일본의 식문화 향상에 기여할 수 있는 기술이라고 하였다.

자료출처

冷凍, 485-486, 84(980), 2009

정문철 농학박사

- 소속 한국식품연구원 유통연구단
- 전문분야 식품저장, 포장, 선도유지기술
- E-mail mcjeong@kfri.re.kr
- TEL 031-780-9143