

식품산업에 있어서 냉동, 해동 방법의 최신 기술

구 경 형

유통연구단

Recent Technology of Refrigeration and Thawing Method in Food Industry

Kyung-Hyung Ku

Food Marketing Research Group

냉동 식품의 품질을 결정하는 요소

식품의 냉·해동의 기술은 현재까지 계속 발전되어 왔는데, 냉동 식품의 품질을 결정하는데 여러 가지 요소가 있다. 품질을 결정하는 요소에는 크게 재료와 조리, 동결, 저장, 해동과 조리 이외에 시간이라는 요소가 있다. 품질 = (1. 재료, 조리) × (2. 동결) × (3. 저장) × (4. 해동, 조리). 첫 번째 요소는 동결할 재료, 조리인데 이 부분의 경우 식품 냉동기술의 요소(동결, 저장, 해동)로 보기 어렵다고는 하지만, 이 첫 번째 요소가 열악하면 이후 어떠한 노력도 의미가 없다. 두 번째 요소인 동결 공정은 최적의 동결기술을 적용하는 것이다. 세 번째 저장기간과 네 번째 요소인 해동과 조리에 의해 품질이 결

정된다. 이와 같이 동결, 해동 식품의 품질은 단순히 동결의 기술만이 아니고 그 전후를 포함한 냉동 기술을 생각해야 한다.

냉동 식품이란 저온을 유지하여 식품의 화학 변화 진행 및 세균류의 증식을 억제하고 시간을 멈추게 하여 장기 보관할 수 있도록 하는 것으로 상품 손실 삭감, 선도 유지, 환경보호 등의 관점에서 설명하고자 한다.

1. 직팽식인가 간접식인가

응축기에서 액화한 냉매를 팽창판에서 직접 팽창시켜 잠열로 냉각하는 직접식의 경우에는 식품을 냉각하는 매체(공기)와 증발하는 냉매와의 온도차가 보통 8~12 K 정도이다. 간접식은

팽창판에서 나오는 냉매의 잠열로서 2차 냉매로 물이나 라인을 냉각하고 이것을 펌프로 운송해서 열교환하고, 공기 또는 식품을 냉각, 동결하는 방식으로 온도차가 1.5~2배 정도이다. 간접식 냉동은 냉동기의 특성상, 증발온도를 낮게 하면 냉동능력은 감소하고 성적계수(COP: 냉동능력/소요동력)도 낮게 된다. 거기다 2차 냉매를 순화시키기 때문에 펌프 동력분은 성적계수의 분모에 가산되어 분자에서 펌프 동력분을 감소 시키므로 장치 성적계수가 나쁘게 되는 결점이 있다. 암모니아 냉매를 사용하는 경우에 이 간접 방식을 이용하고 있다. 직접 팽창식의 최근 기술로서 압축기에서 증발되지 않은 액체 냉매가 되돌아가지 않고 증발기, 팽창판 및 냉매 분배기, 이단압축기로 냉장고내 온도를 -70°C 가 가능하게 한다. 또 응축온도를 5°C 로 낮게 해도 안전운전이 가능하고 성적계수를 향상시켜 에너지가 절약되는 기술로 확립되었다. 냉장고내 공기 온도와 증발온도가 근접해 있어서

이슬 착상도 어렵고, 제상 간격이 길게 늘어나서 에너지 절약이 된다. 현재 이 기술은 냉장, 냉동보관창고, 동결시설에 응용되고 있다.

한편 간접식의 최신 기술은 그림 1에 개념도를 표시했는데 1차 냉매로 최소한의 냉매를 넣은 암모니아 냉동기, 2차 냉매에 이산화탄소를 이용해서 통상의 간접식으로는 2차 냉매의 입구와 출구 온도차를 이용하는 액화 이산화탄소의 잠열을 이용하는 새로운 방법이고, 2차의 순환 펌프가 필요하지 않은 자연 순환도 가능하다. 이렇게 해서 성적계수는 크게 개선된다. 온도 범위는 $-45 \sim +10^{\circ}\text{C}$ 까지 가능하고, 이산화탄소의 열수송 능력이 크고 압력 손실이 적어서 가는 배관을 사용할 수 있어 경제적 장점이 있다.

연간 CO_2 배출량은 R22 직팽방식, 암모니아를 이용한 간접방식, 이외의 암모니아/이산화탄소 순환방식의 3방식을 비교하면 100 : 120 : 60으로 순환방식이 환경적으로 가장 우수하다고 알려져 있다.

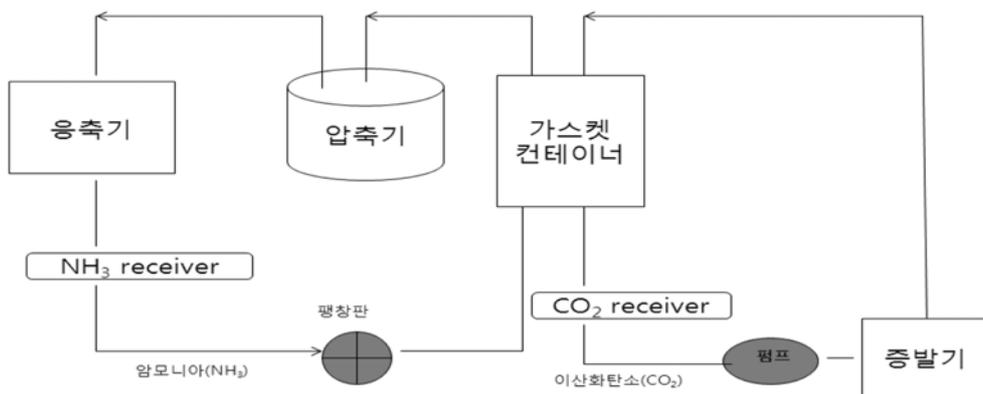


그림 1. CO_2 냉매시스템의 개념도

2. HCFC(hydro chloro fluoro carbons) 대체 냉매와 자연 냉매

몬트리올의정서에서 규제되는 프레온가스(CFCs)는 오존층을 파괴할 뿐만 아니라 지구온난화지수(Global Warming Potential)가 매우 높은 물질이다. 냉매(refrigerant)로 가장 널리 사용됐던 CFC-12(CF₂Cl₂)의 경우 교토의정서(Kyoto Protocol) 규제물질인 HFC-134a보다 지구온난화지수가 약 8배 가량 높다. 또한 가정용 에어컨의 냉매 및 발포제(foam agent)로 광범위하게 사용되는 HCFC-22의 경우도 지구온난화지수가 매우 높은 물질로 사용이 전면 금지된다. 몬트리올의정서 채택에 따른 프레온 가스 규제에 따라 전세계 냉동공조(Refrigeration and Air-conditioning)업계는 CFCs 대체물질로 HCFCs (Hydro Chloro Fluoro Carbons)나 HFCs (Hydro Fluoro Carbons) 및 탄화수소계(Hydro Carbons)를 사용하고 있다. 그러나 냉동기 및 에어로졸 제품의 CFC 대체물질로 널리 사용되고 있는 HFC-134a(1,1,1,2-Tetrafluoroethane)의 경우 오존 파괴지수(ODP: Ozone Depleting Potential)는 '0'이지만 지구온난화지수(GWP: global Warming

Potential)가 이산화탄소(CO₂)보다 1,500배나 높아 장기적인 해결책이 되지 못하고 있다. 현재 중간 대체물질로 사용되는 HCFC-22의 경우 의정서상 규제되는 물질로서 지난 제19차 몬트리올 의정서 당사국 총회에서 채택된 조기 전폐 일정에 따라 2015년부터 점진적인 감축 후 2030년까지 전폐해야 하는 물질로 규정되어 있다. HFCs의 경우 교토의정서상의 배출 규제 대상 물질로도 포함되어 있다. 표 1의 공조기나 저온설비에 사용하고 있는 HCFC계 냉매 R22는 오존층 파괴계수(ODP)가 0.055로 일본 냉동공조공업회의 자주규제로서 2020년까지 사용가능하므로 현재는 R22를 넣은 제품은 제조출하를 하지 않고 있다. HCFC 대체 냉매로서 저온시설용으로 HFC계 냉매의 R404A나 R507A가 선발되어 현재 제품이 출하되고 있다. 그런데 이런 냉매도 지구온난화 계수(이하, GWP)가 이산화탄소를 1로 할 때 R404A는 3780, R507A는 2210으로 대단히 크다. 일본의 경우 프레온회수, 파괴법을 제정해서 위반자는 1년 이하의 징역 또는 50만 엔 이하의 벌금을 과하고 있는데 반드시 회수율 향상에 도달하지 않으면 안되는 것이 현실이다. 앞으로 ODP가 0이면서 GWP가 작은 저온용

표 1. 최근 사용되고 있는 저온용도의 냉매와 지구환경특성

냉매의 종류	불화 탄소계 냉매(FluoroCarbon)					자연냉매		
	HCFC계 R22	HFC 계				NH ₃	CO ₂	Isobutan
		R134a	R404A	R507A	R23	R717	R744	R600a
ODP	0.055	0	0	0	0	0	0	
GWP	1700	1300	3780	2210	12000	0	1	3
규제 예측	2020년 폐지	온실효과 가스로 확정				현재규제없음(지구환경에 제한)		

설비에 적합한 새로운 불화 탄소계의 출현이 기대된다. 표 1은 현재 사용되고 있는 냉매이다. 대체 냉매의 경우 ODP도 GWP가 대단히 적은 자연냉매를 사용하는 방향을 추진하고 있는데, 가정용 냉장고에는 이미 R134a(GWP: 1300)에서 자연냉매의 이소부탄 R600a(GWP: 3)으로 대형설비에는 암모니아(ODP, GWP 0), 이산화탄소(ODP: 0, GWP: 1)를 조합하여 사용하고 있다. 암모니아는 냉매로서 증발잠열, 이론 성적계수가 크고, 배관의 압력 손실도 적어서 불화탄산계 용매보다 우수한 특수성을 가지고 있는데, 최대의 결점은 새는 경우에 인체에 위험이 크다는 것이다. 예전에는 암모니아 동선을 전동기에 내장하지 않아 축봉장치를 외부로부터 구동하는 개방형 압축기를 사용했으나 최근 전도기의 선을 알루미늄으로 반밀폐화시켜 냉매 누수 위험성이 전혀 없게 되었다. 거기다 인버터에 의한 증감속이 가능하고 증발온도가 낮게 되는 등 냉매증기밀도가 적게 되어서 전동기 부하가 가볍게 되고 증속해서 냉동능력을 증가시키고 있다. 인버터의 탑재로 설비도 줄일 수 있고, 또 암모니아 냉매와의 상용성이 있는 냉동기유가 개발되고 자동운전도 가능하다. 그 외에 가장 안전한 천연 냉매는 공기로 팽창 터빈의 개발 목표를 세워 냉장고내 온도를 -80°C 로 하는 설비의 실증시험이 끝났다.

3. 냉장 · 냉동 보관 기술

냉장 · 냉동 보관은 용도가 여러 가지로 많은

데 시료의 보관온도를 안정적으로 유지하는 것이 우선이고 에너지 절약기술과 선도유지기술이 있다. 가정용 냉장고에는 에너지 절약 관점에 의해 2009년 모델부터 냉동고 zone을 끼운 형태로 상단에는 고기와 우유, 계란 등의 냉장고, 최하단에는 야채용 냉장고를 배치하는 형식이 여러 냉장고 회사에 통일되어 있다. 대형냉장고의 배치 경우도 냉동고의 범위를 냉장고는 $5\sim 10^{\circ}\text{C}$ 전후로 냉각 제습하는 전실을 설계하는 것이 일반적이다. 최근 에너지 절약 계산도 엄밀하게 요구되어 냉동고를 개방할 때의 손실 부하에 있어서 초단위의 비계폐 조건으로 비교 검토를 하고 있다. 차단 효율향상 대책으로 고속 셔터나 투명 비닐 문을 늘어 뜨리는 것을 권하고 있는데, 특히 최신의 에어컨은 횡방향에서 바람이 나오고 이것을 반대 측의 송풍기 흡입측면이 받는 횡흡 순화류형의 셔터 방식으로 차단 효율을 높여 가동 비용의 15% 삭감이 가능하다.

다음 검토 항목은 냉장 온도 변동의 변동을 작게 하는 방법으로서 냉장 창고의 건물 외측 전체를 단열하는 것으로 외단열방식의 이용이다. -60°C 의 냉동 다량어 보관실에서의 실측치에 있어서 24시간 운전을 정지해서 1.7 K 상승했다. 필요한 건물의 열용량을 축냉제로서 이용하기도 하고, 최근 일부 업무용 냉장고에도 벽면에 열용량을 유지시키는 방식으로 하고 있다. 냉장 보존은 온도 외에 습도도 신선함을 유지하는데 중요한 인자이다. 가정용 냉장고로 정전상화기술을 응용해서 습도 억제를 하고 있고, 이것 이외의 제균 이온 발생장치, 오존 발생에 의한 제

균과 탈취, 진공 보존과 항산화 비타민을 조합해서 맞춘 산화 방지대책, LED의 광을 조사해서 야채의 비타민 C를 증량하는 등, 야채 냉장고에 각사의 신기술이 활용되고 있다.

4. 냉동 설비

터널 freezer에는 네트 전면에 일정한 냉풍을 불어 넣지 않고 다수의 슬리트를 설치해서 부분적으로 풍속 15~45 m/s의 냉풍을 불어 넣는 충돌분류식이 주가 되고 있다. 열전달율의 증대로 종래 방식의 동결시간을 1/4~1/2로 단축가능하다는 데이터가 있고, 식육 패티를 액체 질소에 의해 빨리 동결시킨 보고도 있다. 최근 식품동결 중 자장 효과에 의해 식품 내부의 상태를 수화시켜 자유수를 적게 하고 동결시켜 종래의 동결 결과와 다르게 하는 동결 설비가 개발되어 판매되고 있다. 약 80°C에서 조리한 밥을 그대로 냉동고에 넣어 동결해도 원래 냉동고에 있던 냉동식품의 온도 상승이 1K 미만으로 억제하고 가동식의 적외선 온도 센서와 냉기 공급제어 등이 있는 냉동고가 화제가 되고 있다. 더구나 표면부터 동결하는 것이 아니라 과냉각현상을 사용해서 균일하게 동결시켜 고기의 드립을 억제하고 해동 후 감자나 죽순의 조직감도 살아있고, 종래의 동결방법과 다른 효과를 얻고 있다. 이외에 다량어 7 톤을 30~60°C까지 24시간 이내에 동결이 가능한 이원 냉동기에 의한 배치식 동결장치 40 피트 컨테이너와 그 주변기기인 발전설비, 연료 탱크, 냉

동보관고 등 전체가 하나로 되고 있다.

5. 해동 설비

드립 양을 종래의 유수 해동의 7~1% 이하로 억제할 수 있는 상압에서의 저온과 열증기해동 방법이 있다. 예를 들면 포장된 동결품(예: 2kg 계육)을 최초에는 10°C 전후에서 습도 100의 과열수증기로 해서 수증기가 갖는 잠열을 이용해서 해동시키는 방법으로 식품 표면의 열전달 효율이 크고 식품의 심온과 표면 온도의 차이가 적다.

손실 감소와 선도 유지가 되는 새로운 냉동, 해동 기술

1. 최적의 냉동, 해동 기술에서 얻는 장점

일본의 식품 재료 보급율은 약 40%로 낮아 많은 식품을 해외 수입에 의존한다. 현재, 수입되는 축육, 수산제품은 사육에서 유통까지 시스템화 되어 있고, 식품의 선도과 품질을 유지하기 위해 냉동시키거나 해동 후의 식미, 식감을 유지하는 냉동 기술의 발전과 함께 적절한 해동으로 고품질의 상태로 사용할 수 있다.

그러나 각 가공, 조리 현장에서 해동하는 상태를 냉동 기술의 발달과 동일하게 하기는 어렵다. 현재 많은 식품 가공 공장에서 흐르는 물에 해동하거나 완만 해동이 대표되는 방법이고,

결과적으로 품질이나 선도가 열화되고 있다. 단 금년의 원자재 가격의 급등 이후 식품 공장이나 유통계에서는 상품 손실의 감소나 물건을 만들 때 원료의 손실을 없애는 냉동 및 해동 시스템에 관심을 가지고 있다. 최적의 냉동, 해동방법으로 얻어지는 장점은 아래와 같다.

① 폐기 손실의 감소

계획 생산할 수 있게 제조시 예상되는 폐기 손실, 날씨에 의한 폐기 손실을 감소할 수 있다.

② 야간 작업의 감소

스케줄에 의해 냉동, 해동에 의해 야간의 조리, 한창 때 작업을 하지 않고 인건비가 비싼 심야 작업을 감소시키고, 노동 관리도 용이하다.

③ 인건비 감소

계획 생산으로 공장을 24시간 가동하지 않고 주간에 집중하고, 1로트 대량 생산으로 생산효율도 좋다.

④ 품질의 안정

제일 맛있는 상태로 동결하고 한번에 대량으로 해동하여 품질이 안정화된 안전한 상품을 제공할 수 있다.

⑤ 판매지역의 확대

동결한 것은 배송시간에 제약이 없다. 또 지역에 해동기를 설치해서 판매 지역을 확대하는 것이 가능하다.

2. 해결 방안이 확대된 식품냉동 기술

해동 기술을 논하는데 있어서 현재 냉동 식

품은 일상 생활에 필요 불가결한 것이고 업무용, 가정용 수요가 계속 확대되고 있다. 특히 품질도 좋고 다양하며, 또 해외에서 생선식재료나 조리식품 등을 냉동 상태로 수입하는 양도 신장되고 있다. 그러므로 동결 분쇄법이나 식품 가공에서 냉동 기술을 이용하는 요구 수준도 높아져 냉동 기술과 냉동 장치 자체의 레벨이 향상되고 있다.

동결은 식품 동결기술의 최고 중요한 공정의 하나로 식품내 빙결정 생성이 되면 식품의 조직을 파괴하고 동결 농축 현상을 일으키는 단백질이나 기타 성분의 화학 평형의 밸런스를 붕괴하고 그 결과 식품을 불가역적 상태로 만든다. 동결과정에서 냉각 속도가 빠르면 생성되는 빙결정이 작은 것은 많은 시험에서 확인되어 급속 동결시키는 방법을 전열 공학적 측면에서 연구하는 노력이 있었다.

최근 소비자의 냉동 식품의 이용과 다양화, 안전성, 미각, 색 등의 품질 요구도가 높아지고 있다. 거기다 식품 공장의 생산 라인에 있는 냉동고(freezer)의 상품 개발은 단순히 동결하는 것에서 청결, 안정성이 확보되어야 한다. 한편 오랫동안 사용하였던 동결용 냉매(프레온)는 오존층 파괴의 원인 물질로 정해져 있어 공조기나 저온시설에 사용되고 있는 HCFC계 냉매 R22은 오존층 파괴계수(ODP)는 0.055로 현재는 R22를 넣는 제품은 제조하지 않고 있다. 이와 같은 배경에 의해 식품 공장에서는 새로운 자연 냉매를 이용한 냉동 및 냉장 장치로 바꾸는 것이 활발하게 진행되고 있다.

3. 냉동 장치 메이커의 동향

前天製作所(03-3642-8181)는 산업용 냉동기의 제작에서 출발해서 85년간 식품과 열 분야에서 고객의 요구에 해답을 제공해 왔다. 산업용 냉각 분야에 있어서도 일본내에서 압도적이고 업계에서는 앞서 나아가 Non 프레온 등 환경성을 배려한 장치를 제안하고 있다. 종래의 냉동기와 비교해서 냉각 동결 속도, 제품 품질, 위생성 등이 향상되어 액상, 입자 제품에서 펙 제품까지 넓은 범위의 제품의 적용이 가능하기 때문에 다목적 냉동기로 사용할 수 있으며, 스틸 벨트 방식과 노즐 벨트 방식이 용이하고 제품에 따라 선택이 가능하다. 최근 중국 냉동야채의 농약혼입사건 이후 국산 야채의 의존도가 급속히 높아지고 있다. 소비자 측면에서 원재료 가격의 상승을 감소시키는 노력에 의해 보완하려고 하고 있다.

동결기계 업체인 테크니칸(045-948-4855)은 약

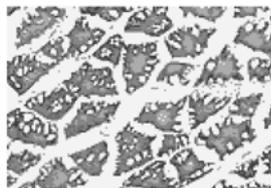
-30°C의 에틸알코올을 매체로 한 액체 동결의 연구를 28년 전부터 시작했다. 장기간에 걸친 연구개발의 누적으로 개발된 냉동고는 일본, 아메리카, 독일을 시작으로 해서 6개국에서 특허를 취득하고 있다. 거기다 식육, 햄 업계, 수산, 외신 산업에서 널리 도입해서 약 1,000대 가까이 납품한 실적이 있다. 이 방법은 다른 방식에 비교해서 동결점이 빨라 빙결점이 팽창하지 않고 세포 파괴를 일으키지 않고 동결할 수 있는 것이 최대의 장점이다. 공기 냉각으로 빙결점이 100~200 micron에서 이 동결 방법은 동결 속도가 빨라 3~5 micron이 되므로 육류나 어류 등은 고품질의 동결이 가능해 해동시 드립이 일어나지 않는 것이 장점이다.

4. 신선도 유지에 좋은 고품질의 해동 기술

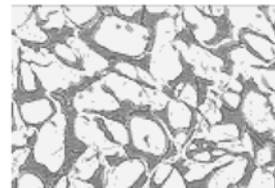
식품 해동의 경우 오랜 기간 사용해왔던 완만 해동법은 장시간이 걸려 해동하지만 품질은



サーモジャックフリーザー



<급속동결 조직세포>



<완만동결 조직세포>

그림 2. 냉동속도에 따른 참치의 조직세포
 (출처: 前天製作所(www.mayekawa.co.jp))

좋다고 생각하고 있다. 그러나 이것은 냉동식품을 만드는 동결 기술이 미숙했던 시절 이야기이다. 급속 냉동 기술의 보급으로 현재 냉동시에 식재료의 세포 중에서 밖으로 나오는 동결세포의 동결수의 결합도 적고 여기에 해동 시간도 단축되어 세포의 동결수가 해동시에 다시 세포 중으로 들어가는 수화에 필요한 시간이 수 십분 정도면 충분하다고 알려져 있다. 즉 해동 기술에 단시간으로 고품질로 처리할 수 있는 것이 중요하다. 단시간의 해동이 가능하면 소량 다품종의 해동이나 해동량에 대한 부하변동대응도 가능하다. 또 식재의 열화가 적은 고품질로 해동할 수 있으면 제품 보유는 물론 물질의 안정화, 위생 유지도 용이하게 된다고 생각한다. 일반적으로 축육 등의 식품원료는 -20°C 정도에서 냉동보존하고 있다. 여기서 축육은 다음 공정을 위해 가공이 쉽게 하기 위해, 크게 분할하거나 그대로의 상태로는 대단히 단단하게 빙결되어서 가공이 곤란하다. 그러나 $-5\sim-1^{\circ}\text{C}$ 정도의 반해동 상태가 되면 절단 등의 가공이 용이하고 품질 저하도 방지할 수 있다. 이 빙점의 남은 반 해동 상태로 하는 것은 완전 해동과 구별해서 템퍼링(tempering)이라고 부른다. 템퍼링은 고주파나 마이크로파를 이용한 전자파해동이 적당하다. 한편 완전 해동은 템퍼링 후에 계속 해동을 유지할 필요가 있는데, 고주파나 마이크로파의 이용은 효율이 나쁘고 거기다 수분 증발에 의한 품질의 열화를 초래하기 쉬워서 저온 고습도해동이나 진공 증기해동, 유전자열 해동, 원적외 가열 해동 등이 적당하다.

전자파(마이크로파, 고주파)해동

전자파 해동은 마이크로파, 고주파를 식재료에 조사하여 단시간(초단위)으로 내부, 외부로도 균일하게 가열할 수 있다. 식품에 변성을 일으키지 않고 풍미, 식감도 망가지지 않는다. 전자파해동(tempering)의 특징은 ① 완전 해동이 아니고 빙점 이하의 온도까지의 해동으로 최적 이 된다. ② 5~60분의 단시간으로 처리할 수 있다. ③ 표면과 내부의 온도차가 작고 균일해서 품질이 좋다. ④ 드립이 적다. 마이크로파는 비교적 단면 사이즈가 작고, 형상의 부정형한 재료의 가열에 적절하고 고주파는 단면 사이즈가 큰 것과 넓은 재료의 가열에 적당하다.

日本 ハイコム(027-253-8156)는 하이컴식 마이크로파가열 장치를 제조 판매하고 있다. 동 장치는 고온제어가 우수하고 복수의 마그네톨을 사용하여 각 식재에 맞추어서 균일하게 조사하여 가열할 수 있다. 특히 해동의 경우에는 빙결정대를 급속 해동에 의해 단시간으로 통과하기 때문에 품질이 높은 해동이 된다. 인라인방식으로 단시간으로 가열 해동이 가능하기 때문에 생산량의 변동에도 즉시 반응할 수 있다. 또 up-down 방식으로 되기 때문에 청소는 극히 용이하고 전자파에 있어서는 사용자를 위한 이중 안전대책을 세워 걱정할 필요 없고, 간편한 조작성도 특징이다. 최근에는 냉동한 팩해동과 가열 살균 등을 한 대로 사용할 수 있는 장치를 개발하여 오전 중에는 냉동한 1톤을

해동하고 오후에는 2,000 팩/hr의 가열 살균을 실시하고 있다. 또 점포용으로서 탁상형 소형해동기를 개발, 베이커리점이나 양과자점의 해동기로 성능이 우수해서 소매점포에 재료의 폐기 손실 해소를 하고 있다. 최근, 이 해동장치를 야끼니꾸 본부가 사용하는 것으로 결정되었고, 그룹 전점포에 설치, 손님의 주문을 받아 해동 품질에 무리 없이 구운 고기 소재를 수분으로 해동, 즉시 제공하려는 것이 해소되고 있다. 이 장치의 도입으로 날씨, 요일, 시간대 등에서 예측이 어려운 수요변동에 대해 시간을 세분해서 대응할 수 있고 점차로 해동이 끝난 고기의 폐기 손실이나 불완전 해동 발생을 제로로 하는 장치로 평가되고 있다.

山本 ビニタ(06-6771-0606)는 고주파를 이용한 해동장치(FRT형 시리즈)를 판매하고 있다. 소량 생산용의 배치식 소형 해동장치와 중형 해동 장치, 대량 생산용의 연속식 대형 해동 장치의 3종류를 제조하고 있다. Batch식 소형 해동 장치(FRT-5형)는 식품의 종류나 마무리 온도에 의해 다른데 시간당 생산량 60~150 kg 중형 해동 장치(FRT-15BS형)는 200~500 kg의 배치, 처리할 수 있다. 다품종 소규모의 해동에 적합하기 때문에 현재 편의점, 도시락 제조 공장, 외식 촌의 센트럴 키친 등에서 사용을 시작했고, 보급을 추진하고 있다. 연속 대형 해동 장치(FRT-30형)는 시간당 500~4000 kg의 대형 처리가 가능하고 수송 벨트로 고주파 발진기와 전극을 복수 설치하고 있다. 식품 원료의 진행

상태(온도)에 맞추어 복수의 고주파 발진기를 억제하여 최적의 상태로 고주파 가열을 할 수 있도록 되어 있다.

三浦工業(089-960-234)은 진공화 기술과 보일러를 시작으로 하는 증기기술을 융합하고 진공해동장치(CD-80V, 160V, 320V)를 판매하고 있다. 진공 해동 장치는 우선 포화 증기에 의해 ① 압력과 온도가 일대일로 되어 해동 용기내의 장소를 통합해서 같은 온도가 된다. ② 바람의 상태나 물의 흐르는 상태에 의해 온도의 고르지 못한 것이 없다. ③ 온도가 낮은 장소의 식재료에 집중으로 열을 가하여 균일한 가열을 한다. 거기다 진공 증기에 의해 ① 공기를 배제한 진공하에서 높은 응축 열전달율을 이용할 수 있다. ② 같은 온도로 단시간으로 해동 가능 ③ 같은 해동시간으로 낮은 온도로 해동 가능 등 급속 가열에 의해 빠르고 고품질의 해동을 할 수 있다. -60°C부터 완전 해동이 가능하기 때문에 해동 후의 조리 가공의 고효율화나 품질의 안정에 공헌할 수 있다.

저온 고습도 해동방식

前川製作所(저온 고습도하에서 응축잠열을 이용한 해동)은 해동의 know how를 약 15년 전부터 축적하고 있고, 저온하에서 고습도의 해동방식(해동고 내 습도 95% 이상에서 고품질로 해동한다)으로서 상품화 실적을 가지고 있다.

이 제품은 고객이 현재 사용 중인 냉동고를 해동고로서 사용할 수 있다. 거기다 임의의 온도와 시간으로 해동 모드를 여러 단계로 선택할 수 있어 프로그램 해동을 실현하는 것을 최대의 특징으로 육류, 어패류 등의 제품에 대해 소량부터 대량 해동까지 사용할 수 있고, 해동시 드립이 적고 고품질로 양질의 해동이 가능하다. 또 해동고내 습도가 95% 이상의 고습도로 되기 때문에 벽면이 얼지 않는 등 위생 면에도 우수하다. 이것을 특징으로 사용자가 해동 공정의 연속화를 현실화 한 연속식 해동장치, 제품의 표면과 심의 온도차를 억제한 고품질 해동이 가능하고, 콘베어 등의 해동고 내부의 오염 부착을 방지하는 것도 눈으로 보도록 점검이 쉬운 위생 사양이 되었다.

마이너스 이온 +원적외선에 의한 하이프린트 해동 방식

ブレハブ冷熱(03-3634-6631)은 마이너스 이온과 원적외선을 병용해서 냉동식품의 외부에서 중심부까지 균일 해동을 실현한 Mi-Fi 해동고를 판매하고 있다. Mi-Fi 해동고는 해동고 내부의 전역에 마이너스 이온 발생관을 부착해서 마이너스 이온을 발생하는 환경을 만든다. 마이너스 이온에 의해 냉동식품의 물 분자를 세분화하고 세분화된 물 분자는 식품의 세포를 손상시키지 않고 해동시키고 식품의 세포 활성화를 크게 한다. 거기다 원적외선에 의해 표면에

서 중심부의 해동온도차가 적은 행동 방식이 된다. 이 결과 드립이 최소로 억제된 해동을 할 수 있다. 어패류, 고기, 야채, 빵, 케익, 면류 등의 냉동 식품의 그 맛을 손상시키지 않고 해동할 수 있다. 해동은 해동고내 온도를 최적 온도로 자동 조절하고, 해동이 끝나면 동시에 자동적으로 냉장고가 되어 식품의 선도를 유지한다. Mi-Fi 균등해동기술은 제조 가격 감소 효과로 15~25% 정도의 가격이 감소되어 사용자에게 맞도록 수주생산도 행하고 있다. 위생성이 우수한 스텐레스 외장 모델도 용의하다. 또 탁상형 Mi-Fi 해동고(CRS-091), control 형(CTS-122D) 등 소형에서 10평 class의 대형까지 취급하고 있다.

고전압 정지방식

サンテツ技研(078-393-7092)은 고전압 정전유도발생장치를 이용한 정전식의 급속동결기, 해동기, 선도 유지기를 개발했다. 특수한 전기 에너지를 식품에 전달함으로써 식품중의 세포를 유지 산화도 억제하도록 할 수 있다. 이 결과 식품의 동결이나 해동시에 발생하는 손상을 억제하고 냉장 보존시에 있어서도 산화를 합해 조직의 열화를 방지해서 장기 보존이 가능하게 된다. 거기다 물이 활성화, 기름의 산화 억제도 되고 식재료의 품질과 선도 관리를 향상시킨다. 이 기술 개발 이래 현재까지 약 3,000대 이상의 판매 실적이 있고, 또식품의 해동 방식으로

일본, 미국 등 EC에 있어서 특허를 취득했다, 대형 냉장실 타입의 정전식 speed 해동기(SE-DEPAK H형 시리즈)는 냉동고에서 해동에 비해 짧은 시간으로 해동이 가능하다. 해동 후의 해동고 내부가 적당한 온도로 자동 설정되어 있어서 가공하기도 좋고, 해동 후에 생기는 산화에 의해 퇴색이 없고 드립도 적게 되어 품질의 향상과 함께 선도도 유지한다.

참고문헌

1. N Kimizuka, CT Suzuki, Cryobiology, **56**, 80-87, 2007
2. 古川博一, 食品分野における冷凍, 解凍最新技術, 食品の開発, **44(8)**, 16-18, 2009
3. 編集部, ロス削減と鮮度保持で見直しが進む冷凍, 解凍技術, **44(8)**, 22-25, 2009
4. 領木 徹, 冷凍食品の品質を決める要素技術, 食品の開発, **44(8)**, 13-15, 2009

구경형 공학박사

- 소속 한국식품연구원 유통연구단
- 전문분야 식품공학(식품의 물성, 관능검사 등)
- E-mail khku@kfri.re.kr
- TEL 031-780-9052