

조리를 위한 해동방법

임성빈(한국관광대학) 한춘섭(호텔 캐피탈)

제 1 절 해동 (defrosting, thawing)

해동

해동은 냉동식품을 조리하거나 가공하기 위하여 식품 내에 형성된 빙결정을 다시 녹이는 현상을 말한다. 이때에 녹은 물은 동결전과 같이 식품의 조직구조 내로 다시 흡수되는 것이

이상적이거나, 대부분의 경우는 동결중에 일어난 단백질의 변성으로 인하여 다시 흡수되지 않고 분리되어 드립으로 발생한다. 해동과정 중에는 냉동식품보다 온도가 높은 대체 즉, 물, 얼음, 증기, 금속판, 오븐 등이 사용되는데 이들을 해동매체라 한다.

1. 해동에 의한 복원성

(1) 형태적 복원

산업적 규모로 동결된 동결품은 조직세포 내에 존재하는 수분이 동결과정 중에 서서히 세포 외로 흘러 나와서 일반적으로 세포 외 동결을 한다. 세포 외 동결 제품을 해동하면 세포외의 얼음은 녹아 세포 내로 흡수되어서 세포의 형태는 원형으로 복원된다. 이러한 흡수에 의한 복원을 형태적 복원이라고 하며, 동결 저장 초기의 세포내에서는 복원이 충분히 이루어지나 저장기간이 연장됨에 따라서 세포의 흡수능이 약하여져 많은 양의 수분이 세포내로 흡수되지 못하고 세포외에 남아 세포는 불충분한 상태로 해동이 종료되며 자유 드립으로 (free drip)으로 유리된다. 즉 동결육의 품질이 우수한 경우에는 조직세포의 활성이 높기 때문에 흡수 복귀도 충분히 일어난다고 볼 수 있다.

(2) 본질적 복원

세포 내로 흡수된 물은 세포 내의 단백질과 단단히 결합(수화)하여야 하고, 이와 같이 흡수된 물과 단백질이 단단히 결합된 상태를 본질적 복원이라고 한다. 본질적 복원이 충분히 진행되어야 동결 전의 육이 가지고 있던 높은 보수성 및 조직이 살아나게 된다. 형태적 복원이 충분히 진행된 경우에도 본질적 복원인 수화가 불충분한 경우에는 해동 품으로서의 품질이 저하하게 된다. 그러므로 본질적 복원은 필수조건이며, 형태적 복원은 수화를 유도하기 위한 전제조건이라고 할 수 있다. 수화의 근원은 세포 내의 단백질이며, 수화를 방해하는 근원은 동결저장 중에 진행한 단백질의 동결변성이다. 따라서 단백질 변성을 억제한 고품질의 동결 육은 수화가 충분히 진행되어야 본질적인 복원이 달성된다고 할 수 있다.

2. 해동의 종류

(1) 완전해동

대부분 동결식품을 해동하여 이용하고자 하는 경우 완전해동을 하는데, 이는 어떠한 해동방법에 의해서 원상태로 만들어 조리하거나 형상을 바꾼 후에 가열 조리하는 것이 보통이다. 해동 전에는 조미가 잘 되지 않으므로 반드시 해동시킨 후에 실시하여야 한다.

(2) 반해동

해동시의 온도조절은 용도에 따라서 다르나 해동 후에 보존할 필요가 있을 경우에는 반 해동 상태로 두면 보존 중에 나머지 해동이 진행하게 된다. 이러한 반 해동 상태에서는 빙결율이 적으므로, 식품을 칼로 자를 경우 완전 해동한 경우보다 오히려 절단작업이 쉬우며, 원하는 모양으로 절단하는 것이 가능하다.

(3) 별도의 해동이 불필요한 경우

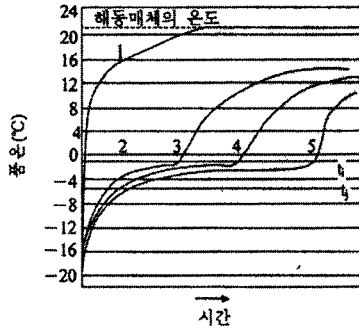
IQF(individual quick freezing) 제품에서는 조리 전의 준비를 하는 동안에 조리에 지장이 없을 정도로 자연히 해동되고, 또한 조리 냉동식품 및 반 조리 냉동식품 등은 얼린 그대로 가열조리가 가능하도록 만들어져 있어 특별히 해동공정이 필요가 없다.

(4) 해동시켜서는 안 되는 경우

생선스틱, 생선 패티 등은 특별히 결착제를 사용하지 않고, 동결에 의한 형상을 유지하고 있으므로 만약에 이를 가열조리 전에 해동시키는 경우 식품의 형태가 허물어져 상품가치를 잃게 된다. 따라서 이와 같은 제품의 경우 해동시켜서 사용해서는 안된다.

3. 해동곡선

해동곡선은 해동 중 식품 내의 온도변화를 나타낸 곡선으로. 대체로 냉동 곡선의 역의 형태이다. 이 곡선은 그림 7.2와 같이 최대 빙 결정 생성대에 해당되는 온도범의(-5℃ ~ -1℃)에서 온도 상승이 늦어 평탄한 곡선이 나타나는데, 이는 가온시키는 열량의 대부분이 빙결정을 녹이는 용해잠열로 사용되는 실제로 온도 상승에 작용하는 열량이 적기 때문이다. 그리고 평탄한 곡선은 식품의 중심부로 갈수록 현저하다. 그러나 어느 것이나 평탄부의 온도 보다 낮은 부분에서는 급경사를 나타내는데, 이것은 초기온도 상승이 급격히 이루어진 다는 것을 의미한다. 따라서 해동곡선에서 평탄부로 나타내는 온도대인 -5~-1℃를 최대의 해동 온도대 또는 유효 해동 온도대(effective thawing temperature zone)라 한다.



1. 표면
2. 표면에서 0.75cm
3. 표면에서 1.50cm
4. 표면에서 2.25cm
5. 표면에서 3.75cm

4. 해동 종온

(1) 완전 해동

해동 종온을 얼마로 하는가는 식품의 종류와 용도에 따라 차이가 있다.

신선한 어육 축육등과 같은 동결제품을 해동한 후에도 보존할 경우가 있을 경우에는 동결이 일어나지 않는 온도에서 가능한 한 낮은 온도가 좋다. 이 온도대는 최대온도대의 상한온도, 즉 빙결점에 가까운 온도이다. 신선한 어육과 축육의 빙결점은 대부분이 -1°C 전후이므로 식품의 온도 중심점이 일반적인 식품의 빙결점인 -1°C 에 달할때가 빙결율이 0이 되는 완전 해동상태로 볼 수 있겠으나, 표면은 해동매체의 온도에 가까워지므로 -1 보다 높다. 이때의 시간적인 차이는 두께와 직경이 클수록 현저하며 표면이 1°C 이상이 되면 그 부분의 변질이 빨라지므로 표면부가 10°C 도 이상이 되지 않도록 하여야 한다.

(2) 반 해동

완전해동은 해동공정 중에 품질이 저하할 우려가 있으므로, 온도 중심점이 -1°C 로 되는 것과는 상관없이 칼로 절단할 수 있을 정도의 온도대 즉 유효 해동온도대의 하한 온도와 상한 온도의 중간정도의 온도에서 해동을 종료하는 것이 고품질을 유지하는데 좋다. 일반적으로 냉동품의 가공은 반 해동 상태에서 착수하고 그이후의 해동은 가열 조리중에 진행 시키는 방법을 취하기도 한다. 가공은 반 해동 상태에서 실시하는 것이 간편하며 드립도 억제 할 수 있다. 특히 신선한 상태에서 식용으로 이용하는 경우 해동법으로 반해동이 좋다.

5. 해동속도

(1) 해동열량

해동을 위해 가하여진 단위 시간당의 열량을 $Q(\text{kcal/hr})$ 라 하고, 열전달율을 $\alpha(\text{kcal/m}^2 \cdot \text{hr} \cdot ^{\circ}\text{C})$, 표면적을 $A(\text{m}^2)$, 동결 식품의 온도를 $t_1(^{\circ}\text{C})$, 해동매체의 온도를 $t_2(^{\circ}\text{C})$ 라 하면 해동열량은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$Q = \alpha \times A \times \Delta t$$

이식을 통하여 보면 해동 속도를 빠르게 하기 위하여는 해동매체의 온도를 높이면 되지만 고온에 의해 품질을 저하하게 할 우려가 있어 대부분의 식품해동에 있어서는 해동매체의 온도를 과도하게 상승시킬 수는 없다. 그러므로 해동매체의 온도를 적절하게 하면서 해동 속도를 효과적으로 상승시키는 방법은 다음과 같다.

- ㉠ 식품을 세절하여 표면적 증대
- ㉡ α값이 큰 해동 매체를 유체로 증대 사용
- ㉢ 유속을 신속

일반적으로 유체 중에서 해동은 동결시킬 때보다 시간이 더 많이 소요된다.

이는 식품의 열전도도가 동결 시에는 표면이 빙결되어 향상되거나 해동 시에는 표면이 녹아서 저하되기 때문이다.

(2) 해동속도가 품질에 미치는 영향

과거에는 냉동식품을 해동하고자 하는 경우 다음과 같은 논리에 근거를 두고 일반적으로 완만 해동하는 것이 우수한 품질을 유지한다고 하였다.

- ① 유출하는 드립이 세포 및 조직에 재흡수 될 수 있는 시간적 여유가 있고,
- ② 축육 도는 어육 등을 해동하는 경우 급속해동에 비하여 온도 경사가 적어 외부의 품질변화가 적다.

그러나 이 논리에서 두 번째 논리인 온도 경사가 거의 없다는 논리는 인정 받고 있으나 단백질이 변성하는 경우 보수력이 거의 결여 되고, 전자 현미경으로 해동과정을 관찰한 결과 단백질의 보수력은 해동 10~20분으로 충분하다는 사실로 미루어보아 첫 번째 논리 인 해동 드립이 장시간에 걸쳐 해동하는 경우 해동 일정시간이후에는 오히려 품질이 저하한다는 사실로 미루어 보아 완만 해동한 제품이 반드시 우수하다고는 할 수 없다. 단, 축육의 경우 완만 해동을 하는 경우 해동 중에 숙성이 진행하여 육질이 향상된다. 따라서 근년에는 미생물, 효소 및 산화억제를 위하여 해동시간을 단축하는 방법을 선호 하고 있다. 그러나 해동시간이 과도하게 빠른 경우 표면의 온도 상승으로 오히려 변질을 촉구한다. 두께 등의 따라 차이가 있으나, 일반적으로 약 15℃(온도 중심점10℃이하)에서 2시간 해동한다.

6. 해동방법

(1) 공기 중 해동

공기 중 해동은 상온의 공기 중에서 해동하는 방법으로, 장점으로는 ① 설비가 필요 없고 ② 식품의 종류에 구애됨이 없다는 점이 있으며 단점으로는 ① 해동이 완만하고 ② 주위 환경이 일정치 않아 해동시간을 예측하기 어려우며 ③ 표면 변색, 건조 및 오염되기 쉬운 점 등이 있다.

(2) 송풍 해동

송풍해동은 다습한 공기(15~20℃)를 순환(2~6%)시켜 해동하는 방법으로, 장점으로는 해동 시간이 짧다는 점이 있고, 단점으로는 ①표면이 건조하기 쉽고, ②가습공기를 송풍함에 의한 운전경비가 다소 소모되며, ③미생물의 오염이 용이하다는 점이 있다.

(3) 침수해동

침수해동은 액체(정지 청수, 유동 청수 및 염수)에 직접 침투시켜 해동시키기도 하나 일반적으로는 비닐 팩에 넣어서 해동하는 방법으로, 장점으로는 ①해동시간이 공기해동 시간 보다 짧고, ②표면의 변질이 적은 등이 있다. 단점으로는 ①액량이 적은 경우 완만 해동되기 쉽고, ②유수를 사용하는 경우 경제적 손실이 크며, ③비닐 포장을 하는 등의 번거롭다는 점 등이 있다.

(4) 수증기 해동

수증기 해동은 감압 하(10~15 mmHg)에서 생성한 수증기(15℃)를 사용하여 해동하는 방법으로, 장점으로는 ①해동속도가 빠르고, ②변질이 적으며, ③균일하게 해동되고, ④미생물의 오염 방지가 용이하다는 점 등이 있다. 단점으로는 특별한설비가 필요하다는 것 등을 들 수 있다.

(5) 접촉해동

접촉해동은 은수를 흘린 금속판사이에 해동하려는 원료를 끼워 해동 하는 방법으로, 장점으로는 ①해동속도가 빠르고, ②균일하게 해동된다는 점이 있다. 단점으로는 특별한 장치가 필요하다는 점을 들 수 있다.

(6) 전기해동=고주파 해동

전기해동은 고주파(915~2,450MHz)를 이용하는 유전가열에 의한 해동방법으로 전자레인지(일반적으로 2,450MHz)에 의한 해동방법이며, 다른 방법은 외부가열식이나 이 유전가열에 의한 해동방법은 내부가열식이다. 이방법의 장단점으로는 ①단시간에 해동되고, ②드립 량이 적으며, ③변색, 이미, 이취가 적고, ④용기체로 해동이 가능하다는 점이 있다. 단점으로는 ①해동중온이 불균일하고, ②부정형식품에 적용이 불균일하고, ③해동경비가 많이 소요된다는 점을 들 수 있다.

7. 해동에 의한 품질변화

동결식품을 해동하는 경우 다음과 같은 해동에 의한 품질변화를 들 수 있다,

- ① 육질연화
- ② 미생물 및 효소의 활동용이
- ③ 산화용이
- ④ 표면건조
- ⑤ 정미 성분 및 영양성분의 손실

8. 해동 중 유의사항

고주파 해동 (전기해동) 등의 일부 해동법을 제외하고, 대부분의 해동법은 해동에 다음과 같은 사항에 주의하여야 한다.

- ① 해동매체의 온도는 가능하다면 낮아야한다.
- ② 동결식품은 두께가 작게 하고, 해동매체가 잘 순환 될 수 있도록 개체별로 분리하여야한다.
- ③ 해동매체는 유동 시켜야 하고, 동결 식품에 비하여 많은 양을 사용하여야한다.
- ④ 침수해동을 하는 경우에는 물에 가용성 성분의 용출을 방지하면서, 물의 침투 방지를 위하여, 그리고 공기 중 해동을 하는 경우에는 건조, 산화 및 오염방지를 위하여 밀착 포장하여 해동하여야 한다.
- ⑤ 품질을 가능한 한 낮게 유지하기 위하여 해동 후 에는 보존을 요하는 경우에는 0℃ 정도 에서 냉장하여야 한다.

제 2 절 드립 (drip)

1. 정의

드립은 동결식품을 해동한 경우 빙결정이 녹아서 생성한 수분이 동결전의 상태로 육질에 흡수되지 못하고 유출한 액즙을 말한다.

2. 종류

(1) 유출드립(자연드립, free drip)

해동 중 또는 해동 후에 자연적으로 흘러나오는 액즙을 말한다.

(2) 압출드립(강제드립, expressible drip)

유출드립이 나온 다음 일정 압력(1~2kg/cm)으로 가압 할 때에 흘러나오는 액즙을 말한다.

Table 7-1 여러 가지 조건과 드립의 발생량

요인	드립발생량
신선도	① 일반원료. 신선<선도저하, ② 축육 신선>숙성
동결속도	급속 동결<완만 동결
냉장온도	저온저장<고온저장
냉장온도 변동 폭	크다<작다.
냉장기간	짧다<길다
일반성분	① 수분 · 많다> 적다, ② 지질 · 많다<적다
원료종류	축육<어육
전처리 과정	식염, 당류, 종합 인산염: 첨가<무 첨가
표면적	작다<크다

3. 발생원인

동결에 의해 식품조직의 물리적 손상으로 보수력이 감소하여 빙결정이 녹은 수분을 수화하지 못하고 유출하게 된다.

4. 발생량

다음과 같은 조건인 경우에 드립의 발생량이 적다.

- ① 원료: 신선 (해동경직이 수반되는 경우 제외)
- ② 동결속도: 신속
- ③ 동결 냉장 온도: 낮고, 상하 변동이 적음.
- ④ 동결냉장기간: 단기간

5. 발생량에 의한 품질변화

- ① 단백질, 엑스분, 염류, 비타민 등과 같은 수용성 성분의 손실.
- ② 엑스분 등과 같은 풍미성분의 감소로 인해 맛이 결여
- ③ 중량감소
- ④ 조직 감 감소

6. 측정

(1) 자연드립

일정한 크기의 시료에 (예:2×2×2cm)무게를 측정한 다음 직경 3cm의 여과지를 상하에 두고 상온에서 3시간 방치한 후 시료의 무게를 측정하여 다음과 같은 계산식에 의하여 자연 드립 량을 계산한다.

$$\text{드립 량(\%)} = (\text{채취시료의 해동전후 무게 차} / \text{채취시료의 해동 전 무게}) \times 100$$

(2) 압출드립

유출드립을 측정한 후 시료에 일정한 압력(1kg/cm²)을 가하고 다음과 같은 식에 의하여 유출드립을 계산하였다.

$$\text{드립 량(\%)} = (\text{가압 전후 시료의 무게 차} / \text{자연 드립 후 시료의 무게}) \times 100$$