

Ohmic Thawing System을 이용한 해동기법이

냉동 돈육 품질에 미치는 영향

석병창 · 박진구¹ · 김양규¹ · 박성희 · 민상기

건국대학교 축산식품생물공학과

¹Digital Appliance Institute, (주)LG

서 론

냉동저장은 식품을 장기 저장 및 보존하기 위한 안전한 식품 저장법의 하나로 가장 널리 이용되고 있는 방법이다(Jul, 1984). 그러나 냉동육은 해동시 드립량의 증가, 육의 보수성 감소, rancidity의 증가, color의 변화 그리고 가열감량의 증가 등의 품질저하를 일으키게 된다.

따라서 이에 따른 적절한 해동 여부는 식품의 품질에 커다란 품질을 미치며 drip loss, 해동 시간 등 경제적인 면에도 직접적인 관계가 있다. 해동방법에는 여러 가지 최신 기술이 있지만 전기유도를 이용한 ohmic thawing 방법이 활용됨이 소개되었는데, Ohmic thawing을 이용하면 식품 자체가 전류가 흐르는 회로가 한 부분이 될 때 식품이 갖는 고유의 저항값으로 인해 전기 저항이 발생하는 것을 이용한 것으로 전압으로 온도차에 관계없이 균일하게 식품 내부에 열을 발생시킨다(Robert et al. 1998). 따라서 본 연구에서는 Ohmic thawing을 이용 냉동돈육의 해동속도를 산출하고 품질의 변화를 조사하여 해동에 의한 식육의 손상을 최소화 하고 신선육과 유사한 해동 육을 얻기 위한 최적 해동조건에 대한 기초 자료를 마련하고자 실시하였다.

재료 및 방법

공시 시료

본 실험에 사용된 돈육 시료는 화양시장에서 구입한 4℃ 냉장 돈육의 등심 부위를 지방을 제

거하여 만족한 것을 사용하였다.

Ohmic Thawing Unit

일정한 모양(120×56×60 mm)으로 정형한 아크릴 챔버에 전기전도판(Cu, 120×56mm)을 장착하여 AC전원을 연결하였다. 전류는 power transducer와 digital controller를 통해 전압의 세기를 정확히 조절하였다. 온도변화를 측정을 위한 온도센서는 시료의 기하하적인 중심부분에 P1, 전기전도판에 P3 그리고 전기전도판과 중심부 사이에 P2를 각각 장착하였다. 센서에 감지된 온도는 data logger를 통해 PC로 공급되어 분석하였다. Ohmic Thawing Unit는 5℃로 조절되는 해동실에 설치하였다.

시료의 동결 및 해동

아크릴챔버에 돈육시료를 충전한 후 -40℃ 냉동고에서 육의 중심온도가 -20℃가 넘도록 동결하였다. 온도와 풍속 조절이 가능한 해동실내에 Ohmic Thawing Unit를 설치한 후 풍속과 온도를 1.77m/s와 5℃로 고정시킨 후 AC 전압을 0V, 10V, 20V, 30V, 40V로 설정하여 시료의 중심온도가 -20℃에서 1℃가 될 때까지 해동시켰다.

이화학적 변화 측정

본 연구에서는 해동과정중 발생하는 육의 이화학적 변화로서 보수력, 가열감량, 육색변화, pH 변화, TBA가 측정, VBN가 측정 등을 각각 실시하였다.

통계처리

본 실험의 결과는 SAS(Statistic Analytical System)프로그램을 사용하여 유의성 검정을 실시하였다.

결과 및 고찰

Electric power에 따른 P1, P2, P3에서의 해동시간 산출

온도센서 P1에서 각각의 전압변화에 따른 해동 온도 변화를 보면 Fig.1과 같다. 해동곡선은 식품이 갖는 전형적인 S-type 곡선으로 얼음에서 물로 상전이 되는 영역에서는 장시간의 lag phase를 보여주고 있었다. 해동시 P1에서 -20℃부터 1℃까지 온도 상승하는 소요된 시간은 0V에서 9시간 7분 10초, 10V는 4시간 56분 50초, 20V는 3시간 24분 40초, 30V는 2시간 21분 50초, 40V는 1시간 46분으로 각각 측정되었다. Power intensity 상승에 따라 해동시간의

감소 혹은 증가함을 보여주었다. 또한 P2에서의 해동시간은 0V는 9시간 5분 10초, 10V는 4시간 44분 20초, 20V는 3시간 18분 10초, 30V는 2시간 25분 40초, 40V는 1시간 42분 9초로 산출되었으며 P3에서는 0V는 4시간 29분 50초, 10V는 3시간 27분 20초, 20V는 2시간 45분 20초, 30V는 2시간 10분, 40V는 1시간 40분 10초로 P1에서 보다 빠른 것으로 나타났으며 power intensity에 따른 해동시간의 감소하는 경향은 각각의 측정위치에서 유사하게 나타났다.

Ohmic power intensity에 따른 돈육의 해동속도 산출

돈육의 해동속도는 기하학적으로 중심부에 위치한 P3의 결과를 이용하여 나타내었다. 가장 빠른 해동속도는 40V에서 1.582 cm/h로 산출되었고 0V의 0.307cm/h에 비하여 약 5배 정도 빠르게 나타났으며 power intensity가 증가할수록 해동속도가 증가하였다. 이와 같이 ohmic intensity와 해동속도변화를 수학적으로 나타내었는데 다음과 같다(eq. 1).

$$\ln Y = -0.8971 + 1.0345X \quad R^2 = 0.9968 \quad (\text{eq. 1})$$

Y: 해동속도(cm/h), *X*: ohmic power intensity(volt)

Ohmic power intensity에 따른 보수력, color, 가열감량의 변화

Ohmic power intensity에 따라 해동속도가 다양하게 변화되었는데 이러한 변화는 돈육의 이화학적 변화에 영향을 미쳤다. Fig. 2는 ohmic power에 따른 보수력을 나타낸 것이다. 각각의 ohmic power와 비교에서 대조구인 신선육의 보수력이 가장 높았고 해동시료인 처리구간 비교에서 power가 상대적으로 높은 30V, 40V에서 보수력이 가장 좋게 나타났다. 이러한 이유는 해동 시간이 길어짐에 따라 얼음의 재결정화로 인해 근원섬유조직에 더 많은 손상을 주어 근원섬유단백질의 수분보유능력이 떨어져 보수력이 저하되었기 때문으로 사료된다. 또한 cooking loss에서는 power intensity에 따른 유의적인 변화는 발견되지 않았다. Color의 경우 a-값은 ohmic power intensity별 차이를 거의 나타내지 않았다. 그러나 L-값과 b-값은 다소 변화된 값을 나타내었는데, b-값의 경우 ohmic power intensity가 증가함에 따라 다소 감소하는 경향을 보여 주었다.

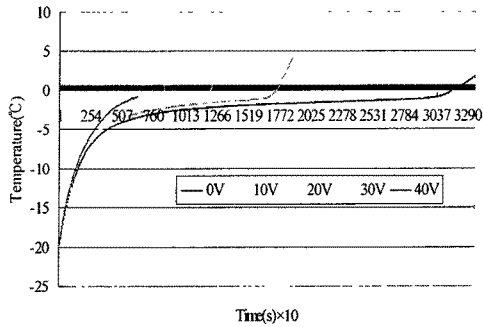


Fig. 1: Thawing curve(P1) of frozen pork by different ohmic power intensity.

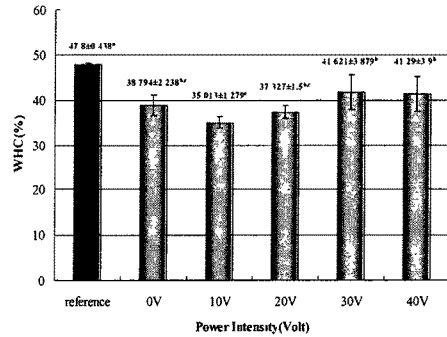


Fig. 2: Changes in WHC of pork thawed by different ohmic power intensity.

a-d Means in the same raw with different letters are significant different (P<0.05).

Ohmic power intensity에 따른 pH, TBA, VBN가의 변화

신선육의 pH는 5.77로 나타났지만 해동시 pH의 변화가 발생하였는데, power intensity가 증가할수록 pH는 다소 낮아지는 경향을 보여주었다. 또한 육의 TBA가는 이와 반대로 ohmic thawing은 육의 TBA가를 증가시키는 요인으로 작용하였는데, power intensity에 따른 변화는 유의적인 차이를 보여주지 않았다. 이러한 원인으로서는 전기적 흐름이 육즙내에 이온화 경향을 높여주었고 이에 따라 pH 감소와 지방산패에 영향을 준 것으로 사료된다. 그러나 VBN가에서는 신선육에 비해 해동육의 VBN은 증가하였지만 해동방법에 따른 차이는 발견되지 않았다.

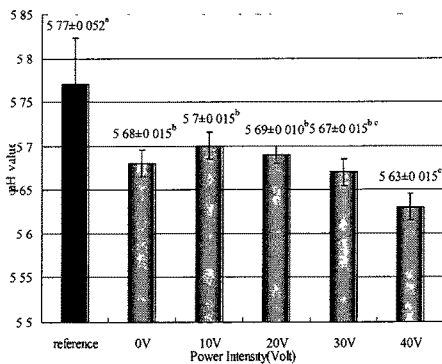


Fig. 3: Changes in pH of pork thawed by different ohmic intensity.

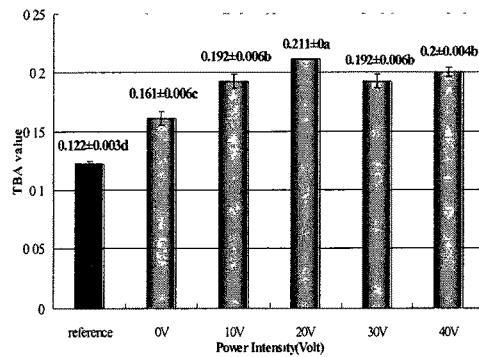


Fig. 4: Changes in TBA of pork thawed by different ohmic intensity.

a-d Means in the same raw with different letters are significant different (P<0.05)

요 약

본 연구는 Ohmic heating system을 이용하여 돈육을 해동하여 해동에 의한 식육의 손상을 최소화하고 신선육과 유사한 해동육을 얻기 위해 최적 해동 속도에 대한 기초 자료를 마련하고자 실시하였다. 각각의 ohmic power intensity(AC, 0, 10, 20, 30, 40 Volt)에 따른 돈육의 해동속도는 기하학적으로 중심부 변화에서 가장 빠른 해동속도는 40V에서 1,582 cm/h로 산출되었고 0V의 0.307cm/h에 비하여 약 5배 정도 빠르게 나타났으며 power intensity가 증가할수록 해동속도가 증가하였다. 이와 같이 ohmic intensity(X: volt)와 해동속도(Y: cm/h)변화를 수학적으로 나타내었는데 다음과 같다; $\ln Y = -0.8971 + 1.0345X$ $R^2 = 0.9968$. 각각의 ohmic power와 비교에서 대조구인 신선육의 보수력이 가장 높았고 해동시료인 처리구간 비교에서 power가 상대적으로 높은 30V, 40V에서 보수력이 가장 좋게 나타났다. Cooking loss에서는 power intensity에 따른 유의적인 변화는 발견되지 않았다. Colo에서는 b-값의 경우 ohmic power intensity가 증가함에 따라 다소 감소하는 경향을 보여 주었다. 해동시 power intensity가 증가할수록 pH는 다소 낮아지는 경향을 보여주었다. 또한 육의 TBA가는 이와 반대로 ohmic thawing은 육의 TBA가를 증가시키는 요인으로 작용하였는데, power intensity에 따른 변화는 유의적인 차이를 보여주지 않았다. 그러나 VBN가에서는 신선육에 비해 해동육의 VBN은 증가하였지만 해동방법에 따른 차이는 발견되지 않았다.

참 고 문 헌

1. Roberts, J. S., Murat O. Balban, Rudy Zimmerman (1998) Computers and Electronics in Agriculture 19, 211-222, Design and testing of a prototype ohmic thawing unit. Food Science and Human Department, University of Florida, P.O. Box 110870, Gainesville, Computers and Electronics in Agriculture.