P - 123

초임계 이산화탄소를 이용한 돈육의 미생물 저감화 및 물성변화

이상훈 · 류연철 · 최영민 · 고광웅 · 이민석 · 김경헌 · 김병철

고려대학교 생명환경과학대학 식품과학부

서 론

축산식품산업에 있어 가장 중요한 과제는 식품안전성을 확보하는 동시에 식품의 품질을 유지하는 것이다. 현재 국내 축산식품의 품질은 일정 수준 도달하였으나 식품으로서의 안전성은 그 중요성에 비해 위생적인 관리측면이나 소비자의 신뢰도 측면에서 많은 개선점을 갖고 있다. 현재 식육의 안전성 증진방안은 방사선 조사, 전자선 조사 및 화학제 분사법 등이 있으나, 보다 안전하고 친환경적인 처리방법의 도입이 시급하다. 초임계 이산화탄소(supercritical CO_2)는 기체의 특성인 높은 물질 전달속도와 액체의 특성인 높은 용해력 및 밀도를 겸비하여 유용물질의 추출, 분리에 탁월한 효과를 나타내며, 향료, 제약, 정밀화학 분야에서 각광받고 있는 새로운 첨단 대체용매이다[1]. 또한 무공해, 무독성의 장점과 함께 미생물 저감화 효과를 나타내 식품 안전성 확보를 위한 새로운 처리법으로 제안되고 있다[2].

따라서 본 연구는 초임계 이산화탄소 처리를 이용한 유해미생물 저감화 효과를 확인하고 처리에 의해 발생하는 돈육의 물성변화를 구명함으로서 식육 및 육제품에 적용 가능한 처리조건을 설정하고자 수행하였다.

재료 및 방법

시료는 국내에서 유통되는 냉장돈육 등심근을 이용하였으며, 육색 및 보수성 등 육질 분석을 실시하여 정상육(reddish-pink, firm, non-exudative)을 선별하여 실험에 이용하였다. 선별된 등심근을 2.5cm 두께로 자른 후 임의로 배치하여 다음의 조건으로 초임계 이산화탄소 처리(supercritical CO_2 extraction System, ISA-LSFEC0-0100-0500-070, 일신, 한국)를 실시하였다. 임계점인 38℃, 78 atm을 기준으로 설정하였으며, 압력을 100, 150, 180 atm으로 증가시키며 10분간 처리하였다. 유해 미생물 저감화 효과를 분석하기 위해 *Escherichia coli* ATCC #25922, *Escherichia coli* BE 4a, *Escherichia coli* K-12 2B 균주를 사용하였으며, 식육 접종 시 총 균수를 10^8으로 조정한 후 초임계 유체 처리를 시행하였다. 시료의 일반성분 분석은 AOAC[3] 방법에 준하여 실시하였으며, 처리에 따른 시료의 조직감을 측정하기 위해 texture analyser(TA-XT2i, stable micro system, surrey, U.K.)을 이용하였다.

결과 및 고찰

초임계 이산화탄소 처리에 의한 유해 미생물 저감화 효과를 Fig. 1에 나타내었다. 78 atm 처리시 *Escherichia coli* strain이 1.95 log 감소하였으며, 100 atm에서는 5 log의 감소효과가 확인되었다. 이 후 압력을 더욱 증가시킨 150, 180 atm에서는 미생물의 완전사멸이 나타났다. 초임계 이산화탄소 처리에 의한 미생물의 사멸은 CO_2로 인한 pH 저하와 압력에 의한 세포 파괴, 세포막 변성 및 지질 추출 등의 원인으로 이루어지며, 기존의 hydrostatic pressure를 이용하는 방법보다 온도 및 압력을 낮추고도 미생물 저감화에 우수한 효과를 거둘 수 있다. 신선육 및 원료육의 유해 미생물에 대한 안전성은 병원성 미생물의 5 log 억제 효과를 나타내야 하기 때문에 초임계 이산화탄소 처리는 100 atm 이상의 압력과 38℃, 10분의 처리조건이 적절한 것으로 평가되었다.

초임계 이산화탄소 처리 시 발생하는 온도와 압력은 수분손실 등 식육의 조성에 영향을 줄 수 있으므로 신선육과 가열육을 대조군으로 설정하여 처리에 따른 일반성분의 변화를 분석하였다(Fig. 2). 수분 함량의 경우 압력이 증가함에 따라 감소하는 경향을 보였으나 신선육과 비교해 뚜렷한 차이를 보이지 않았으며 가열육과 같은 수분손실은 관찰되지 않았다. 조단백질과 조지방의 경우에도 처리 압력이 높아질수록 수분손실에 따른 함량증가가 관찰되었으나 가열육에서 같은 뚜렷한 증가는 보이지 않아 초임계 이산화탄소 처리에 따른 수분 등 일반성분의 손실은 크지 않은 것으로 평가되었다.

온도와 압력은 식육의 물성변이를 유발할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 초임계 이산화탄소 처리에 따른 식육의 물성변이를 신선육과 가열육을 대조군으로 설정하여 분석하였다(Table 1). 식품의 단단함을 나타내는 경도(hardness)에서 신선육이 가장 낮은 수치를 나타냈으며, 초임계 유체 처리한 시료의 경우 신선육에 비해 높은 경도를 나타냈다($P < 0.001$). 응집성(cohesiveness)과 탄성(springness)은 신선육과 처리구간에 차이를 보이지 않았으며, 가열육에서 높은 응집성과 낮은 탄성을 나타냈다($P < 0.001$). 저작감(chewiness)의 경우 초임계 이산화탄소 처리는 가열육과 유사한 특징이 관찰되었다($P < 0.01$). 이를 종합하여 분석해 보면 78 atm 처리구의 경우 경도면에서는 신선육에 비해 단단하지만, 응집성과 탄성 및 저작감에서는 유사한 경향을 나타내 신선육과 큰 차이가 없음을 확인하였다. 하지만 처리압력을 증가시킬수록 시료는 단단해지고 탄력이 생겨 가열육과 유사한 경향을 나타냈다.

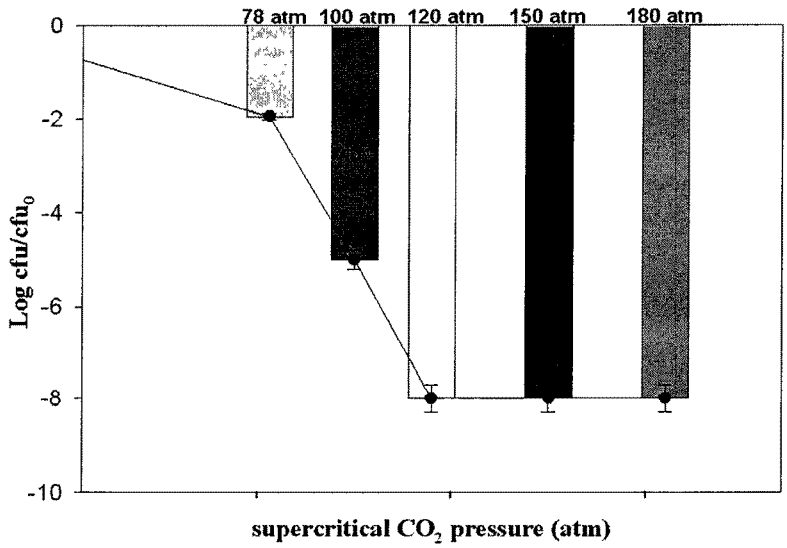

Fig. 1. Antimicrobial effects of supercritical CO_2 pressure at 38℃ on *Escherichia coli* in fresh meat.

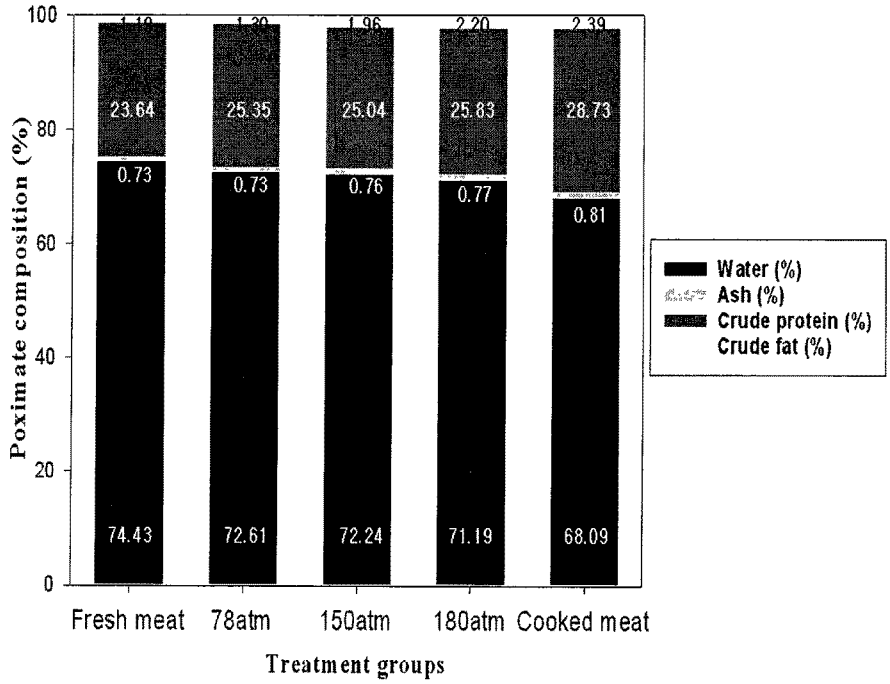

Fig. 2. Proximate composition of fresh, cooked meat and supercritical CO_2 treatment of porcine *longissimus* muscle.

Table 1. Effect of supercritical CO_2 treatment on texture variables by texture profile analysis of porcine *longissimus* muscle

	Fresh meat	Cooked meat	Supercritical CO_2 treatment			Level of significance
			78 atm	150 atm	180 atm	
Hardness (kg)	17.04^{a} $(1.50)^{1}$	25.59^{b} (0.77)	23.10^{b} (2.13)	24.67^{b} (2.13)	30.30^{c} (2.13)	***
Cohesiveness	0.20^{a} (0.02)	0.38^{b} (0.02)	0.21^{a} (0.03)	0.27^{a} (0.04)	0.28^{a} (0.03)	***
Springness	0.98^{b} (0.09)	0.40^{a} (0.05)	1.07^{b} (0.14)	1.00^{b} (0.14)	0.97^{b} (0.13)	***
Gumminess	3.46^{a} (0.98)	9.01^{c} (0.65)	4.94^{ab} (1.38)	7.37^{bc} (1.52)	8.65^{c} (1.38)	***
Chewiness	3.39^{a} (0.87)	7.75^{b} (0.59)	5.13^{ab} (1.23)	7.46^{b} (1.35)	8.36^{b} (1.23)	**

[1]Standard error of least square means.

Level of significance : ** P <0.01, *** P <0.001.

[a,b,c] Means with different superscripts within a row are significantly different (P < 0.05).

요 약

본 연구에서는 신선육 및 원료육의 미생물 저감화 및 안전성 확보를 위해 식육에 초임계 이산화탄소 처리를 실시하였다. 이산화탄소의 초임계점인 78 atm, 38℃에서 10분 처리한 시료에서 병원성 미생물의 저감화가 나타나기 시작했으며, 압력을 100 atm 이상으로 증가시켰을 때 5 log 이상의 억제 효과가 나타나 신선육 및 원료육의 미생물학적 안전성이 검증되었다[4]. 하지만 초임계 이산화탄소의 압력을 증가시킬수록 안정성은 확보되는 반면 시료의 구조·물성 변이가 심화되어 원료육의 가공적성도는 떨어지는 것으로 판단된다. 따라서 신선육 및 원료육의 품질을 고려한 미생물적 안전성을 확보하려면, 이산화탄소의 초임계점 수준의 처리가 요구되며, 향후 초임계 이산화탄소 처리에 따른 육질변이 및 가공적성도에 대한 다각적이고 심도 있는 연구가 요구된다.

참 고 문 헌

1. Doneunu, C. and Anitescu, G. (1998) *J. Supercit. Fluids*, **12**, 59-67.
2. spilimbergo. S. and Bertucco, A. (2003) *Biotechnol. Bioeng.*, **84**, 627-638.
3. AOAC. (1995) *Association of official analytical chemists*, Washington, DC.
4. Debs-louka, E. et al. (1999) *Appl. Environ. Microbiol.*, **65**, 626-631.