

저지방 소시지 제조를 위한 쇠고기와 돼지고기의 초임계 이산화탄소 추출

권 영 안
우석대학교 식품공학과

Supercritical Carbon Dioxide Extraction of Beef and Pork for Low Lipid Sausage Manufacturing

Young An Kwon
Woosuk University, Department of Food Science and Technology

Abstract

Lipid and cholesterol were extracted from beef and pork by the supercritical carbon dioxide (SC-CO₂) for the manufacturing of low-lipid and low-cholesterol sausage. The ranges of extraction temperature and pressure were from 35 to 55°C and from 103 to 375 bar, respectively. SC-CO₂ extraction yield of beef lipid increased as extraction pressure increased and/or extraction temperature decreased, while extraction temperature was more influential on the cholesterol extraction than pressure condition. When lipid and cholesterol of freeze-dried beef with varied moisture contents were extracted, their solubilities increased as the moisture content reduced. The extraction of lipid and cholesterol from pork was shown the same tendency as the beef. The chunk type of beef shape was more suitable for the lipid and cholesterol extraction than the powder type of beef. The color of meat after SC-CO₂ extraction was lighter than the raw freeze dried meat because of the extraction of color pigments. After SC-CO₂ extraction, beef and pork were rehydrated and mixed with raw beef and pork containing lipid and cholesterol. Their mixing ratio up to 50 : 50 did not affect physical properties of the sausage compared with the control sausage.

Key words : SC-CO₂ extraction, lipid, cholesterol, sausage

서 론

동물성 식품은 인체가 식품으로부터 얻는 전체 칼로리의 1/3 이상을 공급하며 주요 영양소들을 공급하는 중요한 식품이다. 또한 동물성 식품은 개개인의 건강에 지대한 영향을 미치는 지방의 반 이상 및 포화지방의 3/4 이상과 모든 콜레스테롤을 공급함에도 불구하고⁽¹⁾, 소비자들은 포화지방산과 콜레스테롤이 인체에 미치는 건강상의 위해를 염려하여 동물성 육류의 소비를 꺼리는 경향이 있다. 따라서 육류에 포함된 지방과 콜레스테롤을 제거하면서 육류가 가지고 있는 향미성분과 영양성분 및 조직을 그대로 유지한다면 육류의 소비는 크게 증가하게 될 것이다. 이를 위한 여러 가지 방법들이 시도되고 있는데, 초임계 이산화탄

소를 이용하는 초임계 유체 추출 방법은 최근에 시도되고 있는 한 가지 방법이다.

초임계 유체 추출은 19세기에 그 원리가 알려진 이래로 1970년대부터 식품에 응용이 되기 시작하면서 식품공업에서의 효용성이 주목받게 되었다. 초임계 유체 추출은 유지를 함유한 물질로부터 유지성분만을 추출하거나⁽²⁻⁴⁾ 특수 목적을 위하여 추출시 이를 분획하거나 동물성 유지의 추출에 많이 이용이 되고 있다⁽⁵⁻⁸⁾. 그러나 어류를 포함한 육류로부터 지방과 콜레스테롤을 추출하여 저지방, 저콜레스테롤 육류제품을 연구하는 분야는 역사도 짧으며, 발표된 연구결과도 그리 많지 않다. 초임계 이산화탄소를 이용한 육류로부터 지방 추출에 관한 보고로는 Yamaguchi 등⁽⁹⁾에 의한 새우로부터 지방의 추출이 성공적으로 이루어 졌다는 것이 최초이며 Hardardottir와 Kinsella⁽¹⁰⁾는 무지개 송어로부터 초임계 이산화탄소를 이용하여 지방을 추출할 수 있음을 보여주었다. King 등⁽¹¹⁾은 건조된 comminuted 육류와 소시지, 햄과 같은 육제품으로부터 96%의 지방을 제거하였다고 보고하였으며, Chao 등⁽¹²⁾

Corresponding author : Young An Kwon, Woosuk University, Department of Food Science and Technology, Samrye, Chonbuk 565-800, Korea
Tel : 82-652-290-1440
Fax : 82-652-291-9312
E-mail : yakwon@core.woosuk.ac.kr

은 건조되지 않은 간 쇠고기로부터 지방과 콜레스테롤을 추출하는 실험을 수행하였으며, Wehling 등⁽¹³⁾은 건조된 쇠고기 가루로부터 지방과 콜레스테롤이 성공적으로 제거될 수 있음을 보여주었다. King 등⁽¹⁴⁾은 햄버거용으로 갈아 만든 쇠고기와 햄버거 patty에서 지방과 콜레스테롤을 제거하였다고 보고하였으며 Kwon과 Chao⁽¹⁵⁾는 건조된 간 쇠고기의 지방과 콜레스테롤 추출에 미치는 수분의 영향을 보고하였다. 초임계 이산화탄소 추출을 통한 육류로부터 지방과 콜레스테롤을 제거하는 연구가 부족한 것은 이 기술을 이용한 제품 생산에 있어서 생산비 문제와 함께 기술적 문제들이 극복되지 못했으며 기초자료의 부족 등으로 인하여 제약을 받고 있기 때문이다.

따라서 본 연구는 초임계 유체 추출을 이용하여 쇠고기와 돼지고기로부터 지방과 콜레스테롤을 제거하고자 하였으며, 이 때 지방과 콜레스테롤 추출에 미치는 추출조건의 영향을 살펴보고, 초임계 유체 추출로 조제된 저지방, 저콜레스테롤 시료로 대표적인 육제품인 소시지를 만들어 소시지의 물리적 성질을 살펴보았다. 이를 통하여 저지방, 저콜레스테롤 소시지의 제조를 위한 기초자료를 제공할 수 있기에 보고하는 바이다.

재료 및 방법

재료

실험에 사용된 쇠고기와 돼지고기는 전주 시내에서 각각 등심 90 kg을 구입하여 외부 지방을 제거한 후 시료로 이용하였다. 쇠고기의 평균 지방 함량은 4.2%이었으며 콜레스테롤 함량은 쇠고기 100 g당 평균 56.4 mg이었으며 돼지고기의 평균 지방함량은 5.1%, 콜레스테롤 함량은 돼지고기 100 g당 평균 63.7 mg으로 쇠고기보다 약간 높았다. 외부 지방이 제거된 쇠고기와 돼지고기를 육류 chopper에 갈아 간 쇠고기와 돼지고기시료를 만들고 동결건조기(Bondiro, Ilsin Engineering Co, Korea)를 이용하여 -40°C, 15 microton에서 수분을 제거하였다.

초임계 유체 추출장치

이산화탄소를 용매로 사용하는 초임계 유체 추출장치(Newport Scientific, Inc, Jessup, MD, USA)는 Fig. 1에 나타내었다. 초임계 유체 추출장치의 주요 구성은 추출조(extractor), 분리조(separator) 및 펌프로 이루어져 있다. 추출장치의 추출조와 분리조의 용량은 각각 1.0 L와 0.5 L이었으며, 추출조와 분리조의 온도는 J type 열전쌍(thermocouple, TC)을 통한 feedback 제어

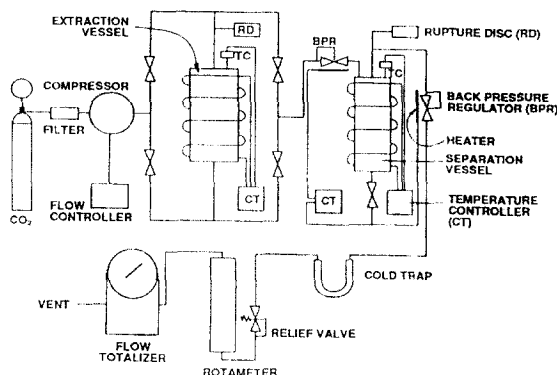


Fig. 1. Schematic diagram of supercritical fluid extraction system.

기(CT)를 이용하여 오차범위 0.5°C이내에서 제어되었다. 추출장치의 압력은 diaphragm type 펌프를 사용하여 오차범위 6.89 bar 이내로 제어되었으며, 안전장치로 6.89×10^4 bar의 rupture disc(RD)를 사용하였다. 추출조와 분리조의 압력은 back pressure regulator(BPR)를 이용하여 유지하였으며 온도범위 35-55°C와 압력범위 103-373 bar에서 초임계 유체 추출조건을 조합하여 실험을 수행하였다. 용매로 사용된 이산화탄소는 순도 99.9%의 공업용을 사용하였으며, 이산화탄소 탱크로부터 펌프에 공급되기 전 5 micron particle filter를 이용하여 불순물을 제거하고 사용하였다. 각 실험조건에서 100 g의 쇠고기 또는 돼지고기를 사용하여 쇠고기 또는 돼지고기의 지방과 콜레스테롤을 초임계 이산화탄소로 제거하였으며, 지방과 콜레스테롤을 함유한 초임계 이산화탄소는 34.5 bar, 40°C로 유지된 분리조에서 기화되어 용매의 능력을 상실한 기체 이산화탄소가 되면서 지방을 분리조에 남겨놓고 제거되었다. 기화된 이산화탄소는 적산계를 통하여 외부로 배출함으로써 추출에 사용된 양을 계산하였으며, 이산화탄소의 평균 질량속도는 2.0 kg/hr이었다.

시료의 분석

쇠고기와 돼지고기의 수분함량은 AOAC⁽¹⁶⁾ 방법에 의한 105°C 건조법으로 측정하였다. 쇠고기와 돼지고기의 콜레스테롤 함량은 수정된 AOAC 방법⁽¹¹⁾에 의하여 gas chromatography(GC) 분석으로 측정하였다. 이 방법은 고기의 지방 0.25 g을 약 2 mL의 acetone에 녹인 후 내부 표준물질로 1 mL의 stigmastrol (90% 순도, Sigma Chem. Co, St. Louis, MO, USA)을 더한 시료를 준비한 후 15% KOH를 함유한 20 mL의 에탄올로 100°C에서 20분간 교반하였다. 검화된 시료는 냉

각시킨 후, 5 mL의 증류수와 5 mL의 hexane을 더하여 진탕 혼합하였다. hexane층의 비검화 지방 분획을 분리하고 tightly packed anhydrous sodium sulfate filter column을 통과시킴으로써 콜레스테롤 분석용 시료를 준비하였다. 시료의 1-2 μ l를 80/100 mesh Gas Chrom Q에 3% SE 30으로 충전된 1.8 m \times 2 mm glass column의 Bendix Model 2500-flame ionization GC로 분석하였다. 이 때 injector, detector와 column oven의 온도는 각각 250, 285와 275°C이었다.

소시지의 제조

초임계 유체 추출을 통하여 얻어진 저지방, 저콜레스테롤 육류를 이용하여 혼련 및 가열처리를 하는 프랑크푸르트 소시지(frankfurt sausage)를 제조하였다. 사용된 원료육은 쇠고기와 돼지고기의 비율을 60:40으로 하였으며, 소시지 제조 방법은 다음과 같다⁽¹⁷⁾. 초임계 유체 추출된 원료육을 재수화한 후 1/4인치 플레이트에 깔고 쇠고기와 얼음의 절반, 아질산염, 에리소프린 산염, 소금 및 물엿을 페이스트 상태로 만들었다. 남은 돼지고기와 얼음 및 향신료를 첨가하여 좋은 조직이 될 때까지 세절하고 충전기에서 25 사이즈 셀룰로오스 케이싱에 충전하였다. 충전된 소시지는 적당한 간격으로 링크하고 가열 혼련하였으며, 혼련 후 냉각하여 표면을 건조시키고 케이싱을 벗겨내어 최종 제품을 완성하였다.

소시지의 분석

제조된 소시지의 품질을 나타내는 여러 가지 요소 중에서 보수력(water holding capacity), 조리생산성(cook yield) 및 결합력(binding strength)을 지표로 삼아 이들을 측정하였다^(17,18). 보수력은 육류에 절단, 가열, 분쇄, 압착 등의 외부 힘을 가했을 때 수분을 간직할 수 있는 능력을 나타내게 된다. 보수력의 측정에는 압착법(press method)을 사용하였는데, 일정량의 소시지를 두

개의 판 사이에 넣고 압착기로 35-50 kg/cm²의 압력을 가하여 압착함으로써 유리되는 수분을 여과지에 흡수시켜 젖은 면적을 측정하는 방법이다. 결합력은 제조된 소시지에서 단백질과 수분의 결합력과 근육조직에 대한 유화된 지방의 결합력(binding ability)을 나타내게 된다. 유화는 원료 중의 단백질이 수분에 용해되고, 이 용액 중에 지방의 입자가 분산되어 만들어진다. 따라서 이와 같은 소시지 내의 결합 정도를 알아보기 위하여 Texture meter(TA XT2, Stable Micro Systems, England)를 이용하여 소시지의 단위 면적당 결합력을 나타내는 침투법(penetration test)에 의하여 측정하였으며 힘을 나타내는 g 단위로 표시하였다. 가열시 소시지에는 단백질 변성에 수반하여 보수력의 저하, 효소의 불활성화, pH의 상승, 환원력의 증가, 이온결합력의 저하가 나타난다. 이에 의하여 수분의 유리와 함께 가용성 단백질의 감소가 예상된다. 따라서 조리 생산성은 조리 전후의 중량 변화를 측정하여 제조된 소시지의 수축 정도를 측정하였으며 조리 전 중량의 %로 나타내었다.

결과 및 고찰

추출에 미치는 수분의 영향

서로 다른 수분 함량을 가지는 동결 건조된 쇠고기의 서로 다른 추출조건에서 지방과 콜레스테롤의 추출 결과는 Table 1과 같다. 이 때 사용된 이산화탄소의 양은 11 kg으로 동일하였으며 추출조의 온도는 35°C, 분리조의 온도는 40°C로 각각 유지하였다. 동일한 수분 함량 7.5%를 가지는 쇠고기의 추출에서도 알 수 있듯이 쇠고기의 지방은 압력이 높을수록 또한 온도가 낮을수록 추출이 잘된 반면에 콜레스테롤의 추출은 138 bar나 345 bar에 비하여 241 bar에서 추출이 잘 되었다. 또한 추출온도를 35°C에서 55°C로 변화시키면 콜레스테롤의 용해도를 측정할 결과 콜레스테롤의

Table 1. Effect of moisture content of freeze-dried beef on the extraction of lipid and cholesterol by SFE^{1,2)}

Pressure(bar)	Moisture(%)	Cholesterol ³⁾ extracted(%)	Lipid extracted(%)	Ratio of chol. to lipid
138	7.5	17.0 ^f	16.0 ^f	25.0
241	7.5	71.5 ^a	87.3 ^c	81.9
	17.0	60.8 ^c	85.3 ^c	71.3
345	4.0	69.2 ^a	97.6 ^a	70.8
	7.5	67.9 ^b	93.3 ^b	72.8
	9.0	58.3 ^c	93.3 ^b	62.5
	14.5	55.3 ^d	93.6 ^b	58.5

¹⁾Supercritical CO₂ extraction at 35°C.

²⁾Each value of extracted amount in the same column with uncommon superscripts are significantly different (p<0.05).

³⁾Cholesterol content is 56.4 mg chol./100 g freeze-dried beef which equals to 100%

Table 2. Effect of sample shapes on SFE¹⁾ efficiency of lipid and cholesterol from freeze-dried beef²⁾

Pressure(bar)	Temp.(°C)	Shape of beef	Moisture (%)	Cholesterol extracted(%)	Lipid extracted(%)
352	55	powder	3.9	75.9 ^a	85.0 ^d
	45	chunk	3.7	76.2 ^a	88.4 ^c
373	55	powder	3.4	87.0 ^a	95.0 ^b
	55	chunk	3.7	85.3 ^b	99.3 ^a
	45	chunk	3.7	84.6 ^b	99.4 ^a

¹⁾Supercritical CO₂ extraction at 35°C. ²⁾Each value of extracted amount in the same column with uncommon superscripts are significantly different (p<0.05).

추출은 온도가 높아질수록 활발하게 이루어졌다. 지방의 경우 지방이 콜레스테롤에 비하여 고분자량의 물질이므로, 지방의 초임계 이산화탄소에 대한 용해도는 초임계 이산화탄소의 밀도에 좌우된다. 초임계 이산화탄소의 밀도는 압력이 높을수록 또는 온도가 낮을수록 커지게 되므로 이에 따라 지방의 추출이 잘 일어나는 것이다. 그러나 콜레스테롤은 지방에 비하여 저분자량을 가지고 있어서 콜레스테롤의 초임계 이산화탄소에 대한 용해도는 이산화탄소의 밀도와 함께 추출 온도에 의한 콜레스테롤의 휘발도에 영향을 받는 것으로 보인다. 또한 콜레스테롤의 휘발도는 이산화탄소의 밀도 변화보다 더 영향이 커서, 추출 압력에 의한 콜레스테롤 용해도보다는 추출 온도에 의한 영향을 직접적으로 받는 것으로 보인다. 따라서 쇠고기의 지방은 압력이 높을수록 추출이 잘되었으나, 콜레스테롤은 압력에 대한 영향보다는 온도가 높을수록 추출이 잘 되는 것으로 밝혀졌다. 이는 Chao 등⁽¹²⁾과 Kwon과 Chao⁽¹⁵⁾가 보여준 결과와도 일치한다.

또한 같은 압력에서 여러 가지 수분 함량을 가지는 동결 건조된 쇠고기의 지방 및 콜레스테롤은 쇠고기의 수분함량이 낮을수록 추출이 잘 되었다. 아울러 Table 1에서 보듯이 지방에 대한 콜레스테롤의 추출 비율도 쇠고기의 수분 함량이 낮을수록 높았다. 그러나 지방과 콜레스테롤의 추출에 미치는 주 추출조건의 차이에 의하여 지방에 대한 콜레스테롤의 추출 비율은 241 bar에서 가장 높았다. 따라서 콜레스테롤의 제거가 주목적일 경우에는 추출압력의 조건이 241 bar 일 경우가 가장 효과적인 것으로 나타났다.

이와 함께 동결 건조된 돼지고기의 초임계 이산화탄소에 의한 지방과 콜레스테롤 추출을 시행한 결과, 쇠고기의 추출에서와 동일한 양상을 보여주었다. 즉, 돼지고기의 지방도 압력이 높을수록 또한 온도가 낮을수록 추출이 잘된 반면에 콜레스테롤의 추출은 138 bar나 345 bar에 비하여 241 bar에서 추출이 잘 되었다. 또한 추출온도를 35°C에서 55°C로 변화시키면서

콜레스테롤의 추출을 측정된 결과 콜레스테롤의 추출은 온도가 높아질수록 활발하게 이루어졌다. 따라서 쇠고기와 돼지고기는 비슷한 육류조직을 갖기 때문에 지방과 콜레스테롤의 초임계 이산화탄소 추출에 있어서 차이가 거의 없음을 알 수 있었다.

시료의 모양이 추출에 미치는 영향

쇠고기 시료의 모양이 초임계 이산화탄소에 의한 쇠고기의 지방과 콜레스테롤 추출에 영향을 미치는지에 대하여 조사하였다. 동결 건조된 쇠고기를 분쇄하여 10 mesh 이하로 만든 분말(powder) 형태와 가로, 세로, 높이 각각 2 cm로 동결 건조된 육면체(chunk)형태로 나누어 추출한 결과는 Table 2와 같다. 추출시 미치는 수분의 영향을 최소한으로 하기 위하여 사용된 쇠고기는 완전히 동결 건조하였으며, 지방의 추출량을 높이기 위하여 높은 추출 압력인 352 bar와 373 bar를 사용하였으며, 콜레스테롤의 추출량을 높이기 위하여 추출 온도도 45°C와 55°C의 높은 온도 조건에서 실험하였다. 지방의 추출량은 앞서의 결과와 마찬가지로 고압, 저온에서 큰 반면에 콜레스테롤의 추출량은 고압, 고온에서 큰 결과를 보여주었다. 지방 추출의 경우에 분말 형태는 육면체에 비하여 낮은 추출량을 보였다. 이는 분말 상태의 동결 건조된 쇠고기가 층층이 쌓여짐으로써 초임계 이산화탄소의 이동 통로를 허용하지 않고 channeling 현상을 일으키고 초임계 이산화탄소와 지방의 접촉 빈도가 낮아지는 것으로 보이는 반면

Table 3. Effect of supercritical CO₂ extraction on the color of freeze-dried beef¹⁾

Pressure(bar)/ temperature(°C)	L	a	b
Control	56.07 ^b	2.38 ^a	15.58 ^a
352/55	64.44 ^a	1.62 ^b	14.56 ^b
373/55	64.02 ^a	1.87 ^b	13.93 ^c

¹⁾Each value in the same column with uncommon superscripts are significantly different (p<0.05).

Table 4. Functional properties of the low lipid sausage made from SFE extracted meat¹⁾

Ratio of fresh to extracted meat	Cook yield(%)	Water holding capacity ratio	Penetration (g)
Control	94.1 ^a	3.75 ^a	481.6 ^a
70 : 30	93.7 ^a	3.63 ^a	438.1 ^{ab}
50 : 50	90.5 ^b	3.40 ^b	399.6 ^b
30 : 70	82.6 ^c	2.88 ^c	374.8 ^c

¹⁾Each value in the same column with uncommon superscripts are significantly different ($p < 0.05$).

에, 육면체 쇠고기는 초임계 이산화탄소의 통로를 충분히 확보하여 지방의 용해도가 높아지는 것으로 생각된다. 이 결과는 Wehling 등⁽¹³⁾이 건조 쇠고기에서 밝힌 결과와도 일치한다. 그러나 콜레스테롤의 추출은 동결 건조된 쇠고기의 모양과는 상관없이 동일한 압력 조건에서는 비슷한 추출량을 보였다.

추출에 의한 색의 변화

초임계 이산화탄소 추출이 육류 색에 미치는 영향을 조사하였다. Table 3은 추출 전후에 측정된 쇠고기 색의 변화를 Hunter lab scale로 나타낸 것이다. 명도를 나타내는 L 값은 초임계 유체 추출이 이루어짐에 따라 증가하였으며, 적색도를 나타내는 a 값과 황색도를 나타내는 b 값은 감소함을 보여주었다. 이는 육안으로 확인된 추출 후 쇠고기의 색이 선홍색에서 옅은 분홍색을 띄는 것과 일치하는 결과이다. 이 결과는 초임계 이산화탄소 추출시 지방에 비해 저분자량을 가지는 육색소 성분인 myoglobin이 감소하여 L 값이 증가하고 a 값이 감소하는 결과를 보여준 Carlez 등⁽¹⁹⁾의 보고와도 일치한다. 돼지고기의 경우에는 초임계 유체 추출에 따라 색의 변화가 약간 나타났으나 쇠고기에 비하여 큰 차이를 나타내지 않았다. 이는 돼지고기 근육 자체가 쇠고기에 비하여 적은 myoglobin 함량을 가지고 있어 육색소 성분의 추출이 지방의 추출과 동시에 이루어져도 상대적으로 미미한 것으로 판단된다.

저지방 소시지의 제조

초임계 유체 추출을 통하여 지방과 콜레스테롤이 제거된 쇠고기와 돼지고기를 이용하여 저지방 소시지를 제조하였다. 소시지를 제조하기 위하여 건조 후 추출된 시료육류를 재수화하고 이들을 초임계 유체 추출되지 않은 육류와 비율에 따라 70 : 30, 50 : 50 및 30 : 70으로 혼합하였다. 이 때 사용된 쇠고기와 돼지고기의 비율은 60 : 40을 유지하였으며, 제조된 소시지의 이화학적 성질은 Table 4와 같다. Table 4에 나타

난 바와 같이 초임계 유체 추출된 육류를 30% 섞어 제조한 소시지의 경우는 초임계 유체 추출되지 않은 육류만으로 제조한 소시지 대조구와 유사한 이화학적 품질을 나타내었다. 초임계 유체 추출된 육류를 50% 섞어 제조한 소시지의 경우에도 이화학적 성질이 약간 열화되었으나 품질에 큰 차이를 보이지 않은 반면에, 초임계 유체 추출된 육류를 70% 섞은 소시지의 이화학적 성질은 크게 저하되어 대조구에 비하여 조직의 연화감이 크게 느껴졌다. 따라서 초임계 유체 추출을 통하여 육류로부터 지방과 콜레스테롤을 제거한 후 이 육류를 이용하여 소시지를 제조할 때 지방과 콜레스테롤이 제거된 육류를 50%까지 사용하면 소시지의 지방 함량을 반으로 줄일 수 있을 것이다.

요 약

저지방, 저콜레스테롤 소시지의 제조에 이용하기 위하여 원료로 사용되는 쇠고기와 돼지고기의 지방과 콜레스테롤을 초임계 이산화탄소로써 추출하였다. 추출 온도의 범위는 35-55°C이었으며, 추출압력은 103-373 bar를 이용하였다. 쇠고기의 지방은 압력이 높을수록 추출이 잘되었으나, 콜레스테롤은 압력에 대한 영향보다는 온도가 높을수록 추출이 잘 이루어졌다. 여러 가지 수분 함량을 가지는 동결 건조된 쇠고기의 지방 및 콜레스테롤은 쇠고기의 수분함량이 낮을수록 추출이 잘 되었다. 아울러 지방에 대한 콜레스테롤의 추출 비율도 쇠고기의 수분 함량이 낮을수록 높았다. 돼지고기의 지방과 콜레스테롤 추출도 쇠고기와 비슷한 양상의 초임계 유체 추출 특성을 보였다. 또한 시료 쇠고기의 형태가 잘게 부수어진 것에 비하여 작은 육면체의 형태를 가지고 있는 것이 지방 및 콜레스테롤의 추출량을 증가시켰다. 추출 후 쇠고기와 돼지고기는 육색소의 추출이 함께 이루어지므로 추출 전의 쇠고기와 돼지고기에 비하여 옅은 색을 나타내었는데 육색소의 양이 많은 쇠고기의 경우 그 차이가 훨씬 컸다. 지방과 콜레스테롤이 초임계 이산화탄소로 제거된 쇠고기와 돼지고기는 재수화한 후, 지방과 콜레스테롤이 제거되지 않은 고기와 섞어 저지방 소시지를 제조하였다. 두 종류의 고기를 섞는 비율이 50 : 50이 될 때까지 소시지의 품질에 큰 영향이 없었으며, 이화학적 성질도 큰 차이를 보이지 않았다.

감사의 글

이 논문은 우석대학교 학술연구비 지원에 의하여 이

루어진 연구의 일부이며, 연구비 지원에 감사드립니다.

문 헌

1. Nutritional Research Council Committee. Nutritional Research Council Committee Report, Washington, DC, USA (1988)
2. Stahl, E., Schultz, E., and Mangold, H.K. Extraction of seed oils with supercritical carbon dioxide. *J. Agric. Food Chem.* 28: 1153-1157 (1980)
3. Friedrich, J.P. and List, G.R. Characterization of soybean oil extracted by supercritical carbon dioxide and hexane. *J. Agric. Food Chem.* 30: 192-193 (1982)
4. Snyder, J.M., Friedrich, J.P., and Christianson, D.D. Effect of moisture and particle size on the extractability of oils from seeds with supercritical CO₂. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 61: 1851-1856 (1984)
5. Eisenbach, W. Supercritical fluid extraction. *Ber. Bunsenges. Phys. Chem.* 88: 882-887 (1984)
6. Shishikura, A., Fujimoto, K., Kaneda, T., Arai, K., and Saito, S. Modification of butter oil by extraction with supercritical carbon dioxide. *Agric. Biol. Chem.* 50: 1209-1215 (1986)
7. Kwon, Y.A. and Chao, R.R. Fractionation and cholesterol reduction of beef tallow by supercritical CO₂ extraction. *Foods & Biotechnol.* 4: 238-243 (1995)
8. Kwon, Y.A. and Yoon, S.H. Concentration of medium chain fatty acids from coconut oil by supercritical CO₂ extraction. *Foods & Biotechnol.* 5: 229-233 (1996)
9. Yamaguchi, K., Murakami, M., Nakano, H., Konosu, S., Kokura, T., Yamamoto, H., Kosaka, M., and Hate, K. Supercritical carbon dioxide extraction of oils from Antarctic krill. *J. Agric. Food Chem.* 34: 904-907 (1986)
10. Hardardottir, I. and Kinsella, J.E. Extraction of lipid and cholesterol from fish muscle with supercritical fluids. *J. Food Sci.* 53: 1656-1658 (1988)
11. King, J.W., Johnson, J.H., and Friedrich, J.P. Extraction of fat tissue from meat products with supercritical carbon dioxide. *J. Agric. Food Chem.* 37: 951-954 (1989)
12. Chao, R.R., Mulvaney, S.J., Bailey, M.E., and Fernando, L.N. Supercritical CO₂ conditions affecting extraction of lipid and cholesterol from ground beef. *J. Food Sci.* 56: 183-187 (1991)
13. Wehling, R.L., Froning, G.W., Cuppett, S.L., and Niemann, L. Extraction of cholesterol and other lipids from dehydrated beef using supercritical carbon dioxide. *J. Agric. Food Chem.* 40: 1204-1209 (1992)
14. King, J.W., Johnson, J.H., Orton, W.L., McKeith, F.K., O'Connor, P.L., Novakofski, J., and Carr, T.R. Effects of supercritical carbon dioxide extraction on the fat and cholesterol content of beef patties. *J. Food Sci.* 59: 1174-1177 (1994)
15. Kwon, Y.A. and Chao, R.R. Effect of moisture content on extractability of lipid and cholesterol from ground beef with supercritical CO₂. *Foods & Biotechnol.* 4: 108-112 (1995)
16. A.O.A.C. Official Methods of Analysis, 14th Ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA (1984)
17. Pearson, A.M. and Tauber, F.W. *Processed Meats*, 2nd Ed. AVI, New York, USA (1984)
18. Kim, Y.K., Kim, Y.J., Kim, H.W., Sung, S.K., Song, K.W. and Lee, Y.B. *Dairy and Meat Products*. SunJin-MunHwaSa, Seoul, Korea (1994)
19. Carlez, A., Veciana-Nogues, T., and Cheftel, J.-C. Changes in colour and myoglobin of minced beef due to high pressure processing. *Food Sci. Technol.* 28: 528-538 (1995)

(1999년 6월 8일 접수)