

조리방법에 따른 삼겹살의 물리화학적 특성 변화

양종범[†] · 고명수 · 김광수¹
동남보건대학 식품생명과학과, ¹대상(주)

Physico-Chemical Changes in Pork Bellies with Different Cooking Methods

Jong-Beom Yang[†], Myung-Soo Ko and Kwang-Soo Kim¹

Department of Food Science and Biotechnology, Dongnam Health College, Gyeonggi 440-714, Korea

¹Food R&D Center, Daesang Co., Ltd, Gyeonggi 467-813, Korea

Abstract

This study was carried out to suggest an effective cooking method for pork bellies to decrease intake of animal fat. The physico-chemical characteristics of pork bellies cooked by different methods (boiling, steaming, baking and frying) were investigated. The moisture contents of cooked meats decreased but crude lipid contents increased. The cooking losses, moisture drain rates, and lipid drain rates were high after frying and boiling. The pH values increased markedly with boiling and both the acid value and the refraction index of the fat significantly increased with frying. The hardness, gumminess, and chewiness of the meat increased considerably with boiling, but decreased notably after frying. The springiness decreased very much with boiling and cohesiveness greatly increased with steaming. The CIE L* (lightness) value increased notably with steaming but decreased markedly with frying. The CIE a* (redness) value decreased markedly with all cooking methods, especially boiling, and the CIE b* (yellowness) value decreased with both boiling and steaming but increased with both baking and frying. The fatty acids of fat from the raw pork bellies were primarily oleic acid (42.4%), palmitic acid (23.9%), and linoleic acid (16.1%). The ratio of total monounsaturated fatty acids to total saturated fatty acids was 1.190 and the ratio of total polyunsaturated fatty acids to total saturated fatty acids was 0.446. In addition, the composition of fatty acids was not significantly changed with any cooking method except frying. Therefore, boiling is the effective cooking method for pork bellies to decrease intake of animal fats.

Key words : physico-chemical changes, pork bellies, cooking methods

서 론

식육에는 단백질과 지질이 많이 함유되어 있다. 그러므로 식육은 중요한 열량원인 동시에 필수아미노산, 필수지방산 및 지용성 비타민의 공급원이 되며, 식품의 조직과 풍미를 향상시키는 역할을 한다. 우리나라에서 가장 많이 소비되는 돼지고기는 값이 싸고 맛이 좋을 뿐만 아니라, 쇠고기에 비하여 콜레스테롤 함량이 낮고, 비타민 B₁과 비타민 F의 함량이 높으며, 중금속 해독작용도 가지고 있는

것으로 알려져 있다. 그러나 돼지고기 특히 삼겹살 부위에는 포화지방산 함량이 41% 이상, 그리고 콜레스테롤 함량은 가식부 100 g당 95~100 mg이 함유되어 있으므로 삼겹살의 잦은 섭취 및 과다섭취는 혈중 중성지방과 유해 콜레스테롤 함량을 높일 수 있으므로 그 섭취를 제한해야 한다는 문제가 제기되고 있다(1,2).

포화지방산과 콜레스테롤의 과다섭취는 동맥경화, 심근경색 및 뇌졸중 등과 같은 성인병을 유발하는 것으로 알려져 있다. Friedman 등(3)은 섭취하는 식품의 지방산 조성체내 콜레스테롤 함량은 밀접한 관련이 있다고 보고하였고, Hegsted 등(4)은 식이 중의 지방산 조성체내 혈중 지질농도 사이에는 일정한 관계가 있다고 보고하였으며,

[†]Corresponding author. E-mail : jbyang@dongnam.ac.kr,
Phone : 82-31-249-6431, Fax : 82-31-249-6430

Sterwart 등(5)은 혈청 콜레스테롤 함량은 지방산, 단백질, 당질 등의 대사와 관련이 있는데 그중 식이 중의 지질이 가장 크게 영향을 미친다고 보고하였다. 또한 식이 지방을 조절하면 심혈관계 질환을 예방 할 수 있다는 연구 결과도 보고되고 있다(6). 이와 같이 식이 중의 지방산 조성은 체내 지방산 조성에 영향을 주고 혈청 내의 지질 수준을 변화시키기 때문에 지질의 균형 섭취는 반드시 필요하다.

식육에 대한 가열조리는 살균효과를 가져올 뿐만 아니라 식육의 색, 냄새, 풍미 및 조직감을 향상시키는데, 이와 같은 효과는 품종, 성별, 사양조건, 도축전후의 처리방법, 원료육의 pH 및 조성성분 등과 같은 여러 가지 요인에 따라서 좌우된다. 그러나 이에 못지않게 중요한 것은 식육의 조리 방법이다. 일반적으로 식육의 조리방법은 굽기 등과 같은 건열조리와, 삶기 등과 같은 습열조리로 나누어지는데 이와 같은 조리 방법이 육의 특성에 미치는 영향에 관하여 많은 연구가 수행되어 왔다. Griffin 등(7)은 microwave를 이용한 조리방법은 시간, 노동력, 에너지 및 비용 면에서는 이점이 있으나 가열감량이 많고 기호적인 가치가 감소한다고 보고하였고, Qiaofan 등(8)은 조리방법에 따라 돈육 햄의 색도와 조직감이 달라진다고 보고하였으며, Kassama 등(9)은 닭고기를 튀길 때 온도와 시간에 따라 육질이 영향을 받는다고 보고하였다. 특히 Park 등(10)은 식육을 조리하는 방법에 따라 섭취하는 지방 양이 달라진다고 보고하였다. 그러나 우리나라 가정에서 많이 사용하고 있는 조리방법에 의한 돼지고기의 품질변화에 관한 연구는 미흡한 실정이다. 본 연구는 우리나라에서 많이 소비되고 있는 삼겹살을 우리나라 가정에서 주로 사용하는 삶기, 찌기, 굽기 및 튀기기의 4가지 방법으로 조리하여 물리화학적 특성의 변화를 살펴봄으로써 삼겹살 섭취 시, 동물성 지방의 섭취를 줄일 수 있는 효과적이고 과학적인 조리방법을 제시하기 위한 자료를 얻고자 실시하였다.

재료 및 방법

재 료

시료로 사용된 삼겹살은 도축 후 24 시간이 경과된 냉장육(♀) A 등급으로서 경기도의 돈육 전문매장에서 구입하였다. 근섬유와 수직으로 약 3.5×5×5 cm의 일정한 크기로 자르고 다음의 4가지 방법으로 조리하였다. 삶기는 스테인리스 냄비에 시료가 잠길 정도의 증류수를 넣고 100℃에서 30분간 가열하였고, 찌기는 찜통에 증류수를 넣고 가열하여 스팀이 왕성하게 나온 후에 40분간 가열하였으며, 굽기는 가스렌지를 이용하여 테플론으로 코팅한 지름 30 cm의 pan 중심부 온도를 170℃로 조절하고 전후면 각각 2분씩 4회 가열하였다. 튀기기는 항온유조(OHB-1000S, Eyela, Japan)에 대두유를 넣고 165℃로 가열한 후에 시료를 넣고

15분간 가열하였다. 생 삼겹살과 조리된 삼겹살은 실온에서 물성 측정을 한 후, 칼로 잘게 마쇄하고 폴리에틸렌 필름으로 합기 포장하여 4±1℃에서 냉장보관하면서 실험에 사용하였다.

일반성분, 가열감량, 탈수량 및 탈유량

시료의 일반성분 중, 수분과 조지방은 AOAC 방법(11)에 의하여 분석하였다. 가열감량은 가열조리전후의 시료 무게 차이를 백분율로 나타내었고, 탈수량과 탈유량은 시료의 무게, 수분 함량 및 조지방 함량으로부터 산출한 가열조리전후의 수분양과 지질양 차이를 백분율로 나타내었다.

pH

시료 10 g에 증류수 30 mL를 가하여 9,000 rpm에서 2분간 균질(Nihon Seiki, ACE, Japan)시키고 증류수를 가하여 100 mL로 정용한 후에 여과(Whatman paper No. 2)하고 pH 미터(220, Corning, England)로 측정하였다.

조직감

조직감은 Texture analyser(TA-XT2i, Stable Micro Systems, UK)를 이용하여 측정하였다. 이때 탐침은 P/10(10 mm diameter Delrin cylinder probe)을 사용하였고, 탐침의 이동속도는 1 mm/sec, 거리는 5 mm로 하였으며, 시료마다 2회 반복압착시험으로 3회 반복 측정하였다. 이때 얻어지는 조직감 묘사분석 곡선으로부터 경도, 점착성, 저작성, 탄력성 및 응집성 등이 산출되었다.

색 도

색도는 가열조리 후에 마쇄하고 혼합한 가루상태의 시료를 분광측색계(CM-3500d, Minolta, Japan)를 이용하여 측정하고 L*, a* 및 b* 값(CIE Lab Color System)으로 나타내었다. 표준부속품으로 백색교정판 CM-A120, Target Mask(지름 8 mm) CM-A122 및 제로 교정박스 CM-A124를 사용하였고 Illuminant는 D65, Observer는 10°로 하였다. 또한 시료의 선명도(색상의 포화도나 순도) 지표로 Chroma(C*) 값이 a*와 b* 값에 의해 계산되었으며 계산식은 아래와 같다.

$$C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2}$$

지질의 추출

시료로부터 지질의 추출은 Kim 등(12)의 방법에 준하여 실시하였다. 시료 100 g을 취하여 10 mL의 증류수를 첨가한 후, 200 mL의 메탄올과 100 mL의 클로로포름 혼합용액을 넣어 9,000 rpm에서 2분간 균질(Nihon Seiki, ACE, Japan)하였다. 이 혼합액에 100 mL의 클로로포름을 첨가하여 30 초간 더 균질한 후, 다시 100 mL의 증류수를 첨가하고 30초

간 균질하였다. 이 균질액을 여과지(Whatman paper No. 2)를 사용하여 Buchner 깔대기로 흡인여과한 후, 여과액을 분액깔대기에서 정치시켜 순수 지방질이 함유된 클로로포름 층만을 취하였다. 무수황산나트륨을 가하여 탈수하고 회전식감압농축기(N-1001S-W, Eyela, Japan)로 클로로포름을 완전히 제거한 후에 지질성분을 얻었으며 이를 산가, 굴절을 및 지방산 분석에 사용하였다.

산가와 굴절을

시료로부터 추출한 지질의 산가는 AOCS 법(13), 굴절율은 식품공전(14)에 준하여 측정하였다.

지방산

시료를 검화하여 Metcalfe 등(15)의 방법에 따라 14% boron trifluoride로 methylation한 후, gas chromatography로 분석하였다. 즉 총 지방질 200 mg을 정확히 취하고 0.5 N NaOH methanol 용액 1.5 mL를 가하여 100°C에서 5분간 검화시킨 후, 14% BF₃-methanol 용액 2.0 mL를 가해 100°C에서 30분간 가온하여 methylester화 시킨 다음, n-heptane 1.0 mL와 포화 NaCl 용액 5.0 mL를 가하고 추출하여 n-heptane 층을 취하여 무수황산나트륨으로 탈수 후에 GC 분석시료로 하였으며 분석조건은 Table 1과 같다.

Table 1. Conditions of gas chromatography for fatty acid analysis

Item	Conditions
Instrument	Agilent 7890 GC
Column	DB-HAFF column(30 m×0.25 mm id×0.25 μm)
Detector	FID
	Initial temp. 50°C(hold for 1 min)
Oven temp.	Increase rate 25°C/min to 200°C, 3°C/min to 230°C Final temp. 230°C(hold for 18 min)
Injector temp.	250°C
Detector temp.	280°C
Carrier gas	Nitrogen
Split ratio	50:1

통계처리

SAS Program(16)을 이용하여 분산분석한 후, 유의차가 있는 항목에 대해서는 Duncan's multiple range test로 시료 간의 유의차를 검정하였다.

결과 및 고찰

일반성분, 가열감량, 탈수량 및 탈유량 변화

조리방법에 따른 시료의 수분함량, 조지방 함량, 가열감

량, 탈수량 및 탈유량 변화는 Table 2에 서 보는 바와 같다. 생 삼겹살의 수분함량은 48.54%, 조지방 함량은 29.59% 이었는데 이것은 Kim 등(17)의 결과와 유사한 것이다. 가열 조리에 의하여 전체적으로 수분 양은 감소하고 지질 양은 증가하였다(p<0.05). 가열조리 중에 지방의 유출이 발생함에도 조지방 함량이 증가한 것은 조리과정 중에 많은 양의 수분이 유출되었기 때문이라고 생각된다. 이에 따른 가열 감량과 탈수량은 튀기기 처리구에서 가장 높았고 굽기 처리구에서 가장 낮았으며, 탈유량은 튀기기 처리구에서 가장 높았고 찌기 처리구에서 가장 낮았다. Park 등(10)은 식육을 가열조리하면 근원섬유 단백질과 결합조직이 응고함에 따라 식육이 수축하게 되고 그 결과 수분이 유출되며, 또한 지질은 액화되어 지방세포로부터 유출된다고 하면서 이와 같은 현상은 가열온도가 높으면 높을수록 크게 발생한다고 하였다. 또한 Bowers 등(18)은 식육에 대한 가열방법, 식육의 조성과 익힘 정도에 따라 그 구조의 변화가 발생하며 식육이 가열될 때 발생하는 근섬유의 수축과 근질의 단축은 보수력의 감소와 가열감량을 초래하게 된다고 하였다. Kim 등(19)은 국내산 삼겹살을 오븐에서 중심온도가 70°C에 도달할 때까지 가열하였을 때 가열감량은 42% 정도라고 보고하였고, Kim 등(20)은 쇠고기 안심 스테이크를 조리하였을 때 조리방법이 육의 가열감량이 미치는 영향이 크다고 보고 하면서 grilling이나 oven-roasting 보다 pan-frying이나 microwave를 이용하여 조리하였을 때 가열감량이 많았다고 하였으며, Chae(21)는 돈까스를 튀기거나 오븐에서 구웠을 때 시료의 수분함량에는 큰 차이가 없었다고 하였다. 그리고 양 등(22)은 삼겹살을 조리할 때 프라이팬을 이용하였을 때보다 스팀그릴을 이용하면 조리 중에 더욱 많은 지질이 제거되기 때문에 보다 효과적인 지질제거 조리법이라고 하였다.

Table 2. Changes in proximate compositions, cooking loss, cooking moisture loss, and cooking lipid loss of pork bellies with cooking methods (%)

	Cooking methods				
	Raw meat	Boiling	Steaming	Baking	Frying
Moisture	48.54±0.63 ^{a1)}	33.44±0.11 ^b	36.39±0.05 ^c	39.55±1.18 ^d	25.97±0.01 ^a
Crude lipid	29.59±0.12 ^a	34.40±4.50 ^{bc}	35.86±0.79 ^{bc}	33.81±1.34 ^b	38.10±0.83 ^c
Cooking loss	0	35.06	32.44	31.09	60.96
Moisture drain rate	0	55.26	49.35	43.84	79.11
Lipid drain rate	0	24.50	18.13	21.26	49.73

¹⁾Means±SD (n=3) with different superscripts in each row are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

pH, 산가 및 굴절을 변화

Table 3에서 보는 바와 같이 가열조리에 의하여 시료의 pH가 증가하였는데, 조리방법에 따라 그 증가폭이 각각

다르며 특히 삶기 처리구에서 가장 많이 증가하였다 ($p<0.05$). 이와 같은 결과는 조리가열 중에 발생하는 식육 내의 단백질 분해, 지질 산화 및 가열초기의 미생물 증식 등과 같은 반응에 의한 것이라고 생각되는데 Dransfield 등 (23)은 식육을 가열하면 단백질 변성에 의하여 알칼리도가 증가한다고 하였다. Kim 등(20)은 조리 후에 쇠고기 안심 스테이크의 pH가 다소 상승하였다고 하였으나, Chae(21)는 조리방법에 따른 돈까스의 pH는 유의적인 차이가 없었다고 하였다.

가열조리 후에 시료로부터 추출한 지질의 산가는 Table 3에서 보는 바와 같이 굽기 처리구와 튀기기 처리구에서 유의성 있게 증가하였다($p<0.05$). 특히 튀기기 처리구에서 산가가 높게 나타난 것은 튀김유로 사용한 콩기름에 많이 함유되어 있는 linoleic acid, linolenic acid 및 arachidonic acid와 같은 고도불포화지방산이 산화되었기 때문이라고 생각된다. 그리고 삶기와 찌기 처리구에서는 산가가 약간만 증가하였는데 이것은 수분이나 수증기가 산소와의 반응을 차단하였기 때문이라고 생각된다.

유지 중의 장쇄지방산, 유리지방산과 글리세리드의 양 및 유지를 구성하는 지방산의 불포화도에 따라 변화하는 유지의 굴절율은 Table 3에서 보는 바와 같이 삶기와 튀기기 처리구에서 유의성 있게 증가하였다($p<0.05$).

은 삶기와 찌기에 의하여 증가하였으나 굽기와 튀기기에 의하여 감소하였는데 특히 튀기기 처리구에서는 크게 감소하였다($p<0.05$). 탄력성은 삶기와 튀기기에 의하여 감소하였고, 응집성은 찌기와 굽기에 의하여 증가하였다($p<0.05$). 이와 같은 결과는 시료의 수분 및 지질 양과 밀접한 관련이 있다고 생각되는데 Park 등(10)은 식육의 약 75%를 차지하고 있는 수분의 분포와 화학적 존재상태가 육질에 큰 영향을 미친다고 하였고, Kim 등(17)은 저작성이 식감에 가장 크게 영향을 미친다고 하였다. 튀김 처리구가 수분함량이 가장 낮음에도 불구하고 경도가 가장 낮은 것은 튀김에 사용한 대두유에 의하여 유연성과 쇼트닝성이 부여되었기 때문이라고 생각하며 이와 같은 결과는 Chae(21)의 결과와 유사한 것이었다. 한편 Kim 등(20)은 쇠고기 안심 스테이크를 microwave를 이용하여 조리하였을 때 경도와 부서짐성은 높게, 응집성은 낮게 나타났다고 보고하였다.

색도 변화

육의 가열조리에 따른 색도의 변화는 종종 익힘 정도의 기준으로 사용된다. Table 5에서 보는바와 같이 조리방법에 따라 시료의 색도는 전체적으로 유의성 있게 변화하였다 ($p<0.05$). 즉, 밝기를 나타내는 CIE L*값은 삶기, 찌기 및 굽기 처리구에서는 증가하였지만, 튀기기 처리구에서는 감

Table 3. Changes in pH, acid value and refraction index of pork bellies with cooking methods

	Cooking methods				
	Raw meat	Boiling	Steaming	Baking	Frying
pH	6.14±0.01 ^{a1}	6.63±0.01 ^c	6.37±0.02 ^d	6.34±0.01 ^c	6.24±0.02 ^b
Acid value	0.462±0.044 ^a	0.508±0.043 ^{ab}	0.482±0.006 ^{ab}	0.548±0.005 ^b	0.624±0.065 ^c
Refraction index	1.46333±0.00040 ^a	1.46477±0.00056 ^c	1.46356±0.00095 ^{ab}	1.46445±0.00011 ^{bc}	1.46524±0.00006 ^c

¹Means±SD (n=3) with different superscripts in each row are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

조직감의 변화

Table 4에는 조리방법에 따른 삼겹살의 조직감 변화를 보여주고 있다. 경도는 삶기에 의하여 크게 증가하였으나, 찌기, 굽기 및 튀기기에 의하여 감소하였는데 특히 튀기기 처리구에서는 크게 감소하였다($p<0.05$). 점착성 및 저작성

소하였고, 적색도를 나타내는 CIE a*값은 모든 처리구에서 크게 감소하였으며, 황색도를 나타내는 CIE b*값은 삶기와 찌기 처리구에서는 감소하였지만 굽기와 튀기기 처리구에서는 증가하였다. 그리고 선명도를 나타내는 CIE C*값은

Table 4. Changes in rheological properties of pork bellies with cooking methods

	Cooking methods				
	Raw meat	Boiling	Steaming	Baking	Frying
Hardness(g)	12.43±0.12 ^{c1}	20.07±1.67 ^d	10.84±0.98 ^{bc}	9.06±2.15 ^b	5.40±0.88 ^a
Gumminess	8.10±0.52 ^b	13.21±1.55 ^c	8.69±0.81 ^b	7.11±1.86 ^b	3.17±0.67 ^a
Chewiness	7.72±0.58 ^b	10.74±1.48 ^c	7.90±1.05 ^b	6.52±1.60 ^b	2.68±0.64 ^a
Springiness	0.95±0.01 ^b	0.81±0.12 ^a	0.91±0.04 ^b	0.92±0.04 ^b	0.84±0.03 ^a
Cohesiveness	0.65±0.04 ^{ab}	0.66±0.02 ^b	0.80±0.04 ^c	0.78±0.05 ^c	0.58±0.04 ^a

¹Means±SD (n=3) with different superscripts in each row are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

삶기와 찌기 처리구에서는 감소하였지만 튀기기 처리구에서는 증가하였다. 이와 같은 결과는 가열조리 중에 발생한 갈변반응의 정도와 매우 밀접한 관련이 있는 것으로 생각된다. Cornforth 등(24)은 가열조리한 식육의 색은 산화질소와 마이오글로빈의 농도, 그리고 니코틴아마이드, 글로빈 및 헤모크롬의 생성정도에 따라 영향을 받는다고 하였고, Copson 등(25)은 식육에서의 Maillard 반응은 약 90°C에서 시작하고 가열온도와 시간이 증가함에 따라 그 정도가 심해지는데 microwave를 이용한 조리에서는 갈변반응이 쉽게 발생하지 않는다고 하였다.

Table 5. Changes in CIE value of pork bellies with cooking methods

	Cooking methods				
	Raw meat	Boiling	Steaming	Baking	Frying
CIE ²⁾ L *	61.22±0.30 ^{b1)}	65.68±0.24 ^d	71.36±0.13 ^e	64.71±0.37 ^c	53.74±0.24 ^a
CIE a *	6.70±0.18 ^e	0.03±0.07 ^a	0.62±0.03 ^b	2.69±0.06 ^c	3.88±0.22 ^d
CIE b *	13.66±0.35 ^c	12.94±0.19 ^b	11.55±0.12 ^a	14.76±0.08 ^d	15.61±0.18 ^e
CIE C *	15.21±0.36 ^c	12.94±0.36 ^b	11.57±0.12 ^a	15.00±0.08 ^c	16.08±0.22 ^d

¹⁾Means±SD (n=3) with different superscripts in each row are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.
²⁾Commission Internationale de l'Eclairage.

지방산 조성의 변화

가열조리 후에 시료로부터 추출한 지질의 지방산 조성은 Table 6에서 보는 바와 같다. 생 삼겹살 지방을 구성하는 지방산에는 oleic acid가 42.4% 정도로 가장 많았고 그 다음이 palmitic acid, linoleic acid의 순으로 많았으며, 포화지방산 38%, 단일불포화지방산 45% 그리고 고도불포화지방산 17% 이었다. 이와 같은 결과는 산지별 국내산 삼겹살의 지방산 조성을 보고한 Kim 등(17)의 보고와 유사한 것이다. 또한 식육의 맛을 결정하는 간접적인 지표라고 알려진 포화지방산에 대한 단일불포화지방산의 비율(MUFA/SFA)은 1.190 이었고, 포화지방산에 대한 고도불포화지방산의 비율(MUFA/SFA)은 0.446 이었다. 삼겹살 지방에 약 20% 정도 함유되어 있는 필수지방산은 인체의 정상적인 성장에 매우 중요한 역할을 할 뿐 아니라, 혈청콜레스테롤을 저하시키고 동맥경화증과 같은 심혈관계 질환을 예방 및 치료하는 작용을 하는 것으로 알려져 있는데 Chanmugan 등(26)은 혈액 내 콜레스테롤 수치를 개선하고 성인병을 예방하기 위한 포화지방산에 대한 고도불포화지방산의 비율은 1~1.5 정도가 바람직하다고 제안하였다. 또한 돼지 지방에 많이 함유되어 있는 palmitic acid와 같은 포화지방산은 심혈관계 질환의 발병을 증가시키지만, 고도불포화지방산은 혈청콜레스테롤을 감소시켜 관상동맥질환의 발병을 감소시키기 때문에 고도불포화지방산의 섭취가 권장되고 있으며, 최근에는 단일불포화지방산이 혈청콜레스테롤, 특히 LDL 콜레스테롤을 감소시키기 때문에 영양적인 측면에서

고도불포화지방산보다 오히려 바람직하다고 보고되고 있다(27). 식육에 존재하는 지방산은 조리가열 중에 카르보닐 화합물을 생성하기 때문에 가열 중에 발생하는 냄새 성분의 중요한 전구물질로 작용하는데 구성 지방산 중에 산화에 불안정한 불포화지방산이 많으면 가열조리 육의 풍미를 저하시키는 것으로 알려져 있다. 특히 Willemott 등(28)은 linoleic acid, linolenic acid 및 arachidonic acid와 같은 고도 불포화지방산이 산화되면 전형적인 불쾌취를 생성한다고 보고하였다.

Table 6. Changes in fatty acid composition of pork bellies with cooking methods (mol%)

Fatty acids	Cooking methods				
	Raw meat	Boiling	Steaming	Baking	Frying
8:0	-	-	-	0.016	-
10:0	0.084	0.077	0.080	0.084	0.072
12:0	0.156	0.144	0.146	0.148	0.123
14:0	1.703	1.642	1.674	1.686	1.440
16:0	23.926	23.966	23.991	24.110	22.532
16:1	2.700	2.531	2.707	2.725	2.408
18:0	11.907	12.509	11.881	12.041	11.119
18:1	42.444	42.297	42.977	42.746	40.839
18:2	16.140	15.877	15.603	15.547	19.986
18:3	0.790	0.796	0.780	0.740	1.290
20:0	0.150	0.161	0.161	0.157	0.191
SFA ¹⁾ (%)	37.93	38.50	37.93	38.24	35.48
MUFA ²⁾ (%)	45.14	44.83	45.68	45.47	43.25
PUFA ³⁾ (%)	16.93	16.67	16.38	16.29	21.28
MUFA/SFA	1.190	1.164	1.204	1.189	1.219
PUFA/SFA	0.446	0.433	0.432	0.426	0.600

¹⁾Saturated fatty acid.
²⁾Monounsaturated fatty acid.
³⁾Polyunsaturated fatty acid.

전체적으로 가열조리 방법에 따른 시료의 지방산 조성은 튀기기 처리구를 제외하고는 거의 변화가 없었다. 이와 같은 결과는 찜치를 여러 가지 방법으로 조리하였을 때 지방산 조성에 거의 변화가 없었다는 Kim 등(29)의 결과와 유사한 것이었다. 처리구 사이의 약간의 차이는 조리과정 중에 발생한 산화반응과 가수분해반응에 의한 영향이라고 생각하며 튀기기 처리구의 경우는 조리과정 중에 많은 양의 대두유가 시료에 흡수되었기 때문이라고 생각한다. 대두유에는 linoleic acid 외에 ω-6 계열의 고도불포화지방산이 다량 함유되어 있는 것으로 알려져 있다(30). 그러므로 튀기기 처리구에서는 포화지방산에 대한 고도불포화지방산의 비율(MUFA/SFA)이 0.600으로 크게 증가하였다. Newton 등

(31)은 고도불포화지방산 중에서도 ω -6 계열보다는 ω -3 계열 지방산의 섭취 비율을 높이는 것이 좋다고 보고하였으며, Cleland(32)는 linoleic acid의 섭취가 많아지면 EPA나 DHA의 효과가 크게 감소한다고 보고하였다.

요 약

삼겹살을 먹을 때, 동물성 지방의 섭취를 줄일 수 있는 효과적인 조리방법을 제시하기 위하여 삼겹살을 삶기, 찌기, 굽기 및 튀기기의 방법으로 가열조리한 후, 물리화학적 특성의 변화를 조사하였다. 가열조리에 의하여 전체적으로 수분 양은 감소하고 지질 양은 증가하였는데, 이에 따른 가열감량, 탈수량 및 탈유량은 튀기기와 삶기 처리구에서 높았다. 시료의 pH는 삶기 처리구에서 가장 많이 증가하였고, 시료로부터 추출한 지질의 산가와 굴절율은 튀기기 처리구에서 가장 많이 증가하였다. 경도, 점착성 및 저작성은 삶기에 의하여 크게 증가하였으나 튀기기 처리구에서는 크게 감소하였고, 탄력성은 삶기 처리구에서 가장 많이 감소하였으며, 응집성은 찌기 처리구에서 가장 많이 증가하였다. CIE L*값은 찌기 처리구에서는 크게 증가하였지만 튀기기 처리구에서는 크게 감소하였고, CIE a*값은 전체적으로 감소하였는데 삶기 처리구에서 가장 많이 감소하였으며, CIE b*값은 삶기와 찌기 처리구에서는 감소하였지만 굽기와 튀기기 처리구에서는 증가하였다. 생 삼겹살 지방을 구성하는 지방산에는 oleic acid(42.4%), palmitic acid(23.9%)와 linoleic acid(16.1%)가 많았으며, 포화지방산에 대한 단일불포화지방산의 비율은 1.190 그리고 포화지방산에 대한 고도불포화지방산의 비율은 0.466 이었다. 가열조리 방법에 따른 시료의 지방산 조성은 튀기기 처리구를 제외하고는 거의 변화가 없었다. 따라서 삼겹살을 먹을 때 동물성 지방의 섭취를 줄일 수 있는 효과적인 조리방법은 삶기라고 판단된다.

감사의 글

본 연구는 2008년도 교육과학기술부 특성화 프로그램의 국고재정지원 연구비에 의하여 수행된 것으로 이에 감사드립니다.

참고문헌

- Dorado, M., Martin, E.M., Jimenez-Colmenero, F. and Masoud, T.A. (1999) Cholesterol and fat contents of spanish commercial pork cuts. *Meat Sci.*, 51, 321-323
- Stucchi, A.F., Terpstra, H.M. and Nicolos, R.J. (1995) LDL receptor activity is down-regulated similarly by a cholesterol-contained diet high in palmitic acid or high in lauric and myristic acids in cynomolgus monkeys. *J. Nutr.*, 125, 2055-2063
- Friedman, M.S., Fitch, T.E., Levin, C.E. and Yokoyama, W.H. (2000) Feeding tomatoes to hamsters reduces their plasma low-density lipoprotein cholesterol and triglycerides. *J. Food Sci.*, 65, 897-900
- Hegsted, D.M., McGandy, R.B., Myers, M.L. and Stare, F.J. (1965) Quantitative effects of dietary fat on serum cholesterol in man. *Am. J. Clin. Nutr.*, 17, 281-290
- Sterwart, J.R., Fryer, F.B. and Fryer, H.C. (1987) Effect of dietary fiber, carbohydrate, lipid and protein levels on serum and liver lipids in rats. *J. Nutr.*, 117, 605-611
- Paul, R., Ramesha, C.S. and Ganguly, J. (1980) On the mechanism of hypocholesterolemic effects of polyunsaturated lipids. *Adv. Lipid Res.*, 17, 155-171
- Griffin, G.L., Stiffler, D.M., Ray, E.E. and Berry, B.W. (1981) Effects of electrical stimulation, boning time and cooking method on beef roasts. *J. Food Sci.*, 46, 987-995
- Qiaofan, C. and Sun, D.W. (2004) Quality of pork ham as affected by locations within sample, cooking methods and storage. *J. Food Eng.*, 65, 551-556
- Kassama, L.S. and Ngadi, M.P. (2004) Pore structure characterization of deep-fat-fried chicken meat. *J. Food Eng.*, 66, 369-375
- Park, J.S. and Choi, M.K. (2004) A study on rheology of the rib-eye cooked by cooking method and cooking utensil. *Korean J. Human Ecol.*, 7, 21-31
- AOAC. (1990) Official Methods of Analysis. 15th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C., USA.
- Kim, Y.H. and Lee, S.R. (1984) Lipid composition and palatability of beef meats consumed in Korea. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 16, 291-296
- AOCS. (1990) Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society, 4th ed., AOCS Press. Champaign, IL, USA.
- Korean Food & Drug Administration. (2006) Food Code. Munyoungsa, Seoul, Korea, p.608
- Metcalf, L.D. and Schmitz, A.A. (1961) The rapid preparation of fatty acid esters for gas chromatographic analysis. *Anal. Chem.*, 33, 363-364
- SAS (2001) SAS User's Guide. Statistical Analysis Systems Institute, Version 8.0, Cary, NC, USA.
- Kim, S.Y., Jung, E.Y., Yuk, J.S., Kim Y.S., Kim, J.M.

- and Suh, H.J. (2007) Meat quality of belly and shoulder loin according to various producing district. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.*, 27, 216-221
18. Bowers, J.A., Craig, J.A., Kropf, D.H. and Tucker, T.J. (1987) Flavor, color and other characteristics of beef longissimus muscle heated to seven internal temperatures between 55°C and 85°C. *J. Food Sci.*, 52, 533-537
19. Kim, I.S., Min, J.S., Lee, O.S., Shin, D.K., Kang, S.N. and Lee, M. (1999) The comparison of physicochemical and microbiological quality of domestic and imported chilled pork bellies. *Korean J. Anim. Sci.*, 41, 317-326
20. Kim, C.J., Chae, Y.C. and Lee, E.S. (2001) Changes of physico-chemical properties of beef tenderloin steak by cooking methods. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.*, 21, 314-322
21. Chae, Y.C. (2005) Quality characteristics of pork cutlet by cooking method. *Korean J. Food Cookery Sci.*, 21, 490-495
22. 양희진, 구선희, 방민혁, 박기문 (2008) 조리방법에 따른 육류의 지질 성분 변화. 한국축산식품학회 제 40차 학술발표대회 초록집, p.262, Cheonan, Korea
23. Dransfield, E. and Rhodos, D.N. (1975) Texture of beef *M. semitendinosus* heated before, during and after development of rigormortis. *J. Sci. Food Agric.*, 26, 483-488
24. Cornforth, D.P., Vahabzadeh, F., Carpenter, C.E. and Bartholomew, D.T. (1986) Role of reduced hemochromes in pink color defect of cooked turkey rills. *J. Food Sci.*, 51, 1132-1138
25. Copson, D.A., Neumann, B.R. and Brody, A.L. (1955) Browning methods in microwave cooking. *J. Agric. Food Chem.*, 3, 424-428
26. Chanmugan, P., Boudreau, M. and Hwang, D.H. (1986) Difference in the ω -3 fatty acid contents in pond-reared and wild fish and shellfish. *J. Food Sci.*, 51, 1556-1557
27. Oh, S.Y. and Monaco, P.A. (1985) Effect of dietary cholesterol and degree of fat unsaturated on plasma lipid levels, lipoprotein composition, and fecal steroid excretion in normal young adult men. *Am. J. Clin. Nutr.*, 42, 399-413
28. Willemott, C., Poste, L., Salvador, J., Wood, D. and Butler, G. (1985) Lipid degradation in pork during warmed-over flavor development. *Can. Ins. Food Sci. Technol. J.*, 18, 316-321
29. Kim, J.H., Kim, C.K. and Kwon, Y.J. (1999) Effects of cooking methods on composition of polyunsaturated and other fatty acids in Saury(*Cololabis seira*). *Korean J. Food Sci., Technol.*, 31, 919-923
30. 윤석후, 김상숙, 김문정, 길복임 (2005) 정제 전 저장조건이 정제대두유의 품질 및 가공적성에 미치는 영향에 관한 연구. 한국식품연구원 보고서
31. Newton, I. and Snyder, D. (1997) Nutritional aspects of longchain omega-3 fatty acids and their use in bread enrichment. *Cereal Foods World*, 42, 126-131
32. Cleland, L.G. (1992) Linoleate inhibits EPA incorporation from dietary fish-oil supplements in human subjects. *Am. J. Clin. Nutr.*, 55, 395-399

(접수 2008년 11월 3일, 채택 2009년 1월 23일)