

Kaempferol을 활용한 항알레르기 육제품의 제조 방안

Approach to Generate Anti-allergic Meat Products by Kaempferol Addition

신대근^{1,*}, 공주현², 정이형³

Daekeun Shin^{1,*}, Ju-Hyun Gong², Yi Hyung Chung³

¹전북대학교 동물자원과학과, ²한림대학교 식품영양학과, ³전라북도생물산업진흥원

¹Department of Animal Science, Chonbuk National University, Jeonju 561-756, Korea

²Department of Food and Nutrition, Hallym University, Chuncheon 200-702, Korea

³Jeonbuk Institute for Bioindustry, Jeonju 561-360, Korea

I. 서론

산업화에 따른 국민소득의 증가는 우육, 돈육 그리고 계육에 대한 1인당 소비를 각각 10.16, 18.84와 11.37 kg까지 증가시키고 있다(한국육류유통수출입협회, 2013). 2만불 이상의 국민소득은 특히, 소비자들을 양적인 육류의 소비에서 벗어나 고기의 맛과 소비자의 건강까지도 고려하는 질적 소비로 유도하였다. 따라서, 소비자들은 고기 내 지방 함량과 지방산 조성에 관심을 갖게 되었고 “건강=불포화지방산”이라는 인식은 국내 수입 옥수수 중 약 600만톤을 사료용으로 활용하게 하고 있다(농수산식품수출지원정보, 2013). Shin 등(2011)과 Shin 등(2012)에 따르면 옥수수와 대두유 배합사료는

닭고기의 가슴과 다릿살을 오메가-6 지방산 위주로 전환시켜 오메가-6와 -3의 비율을 6.1-7.0 또는 10.3-13.0까지 증가시킨다고 하였다. 따라서, 고기 내 이상적인 오메가-6와 -3의 비율인 3 또는 6 : 1을 상회함으로 식단의 서구화는 소비자의 체내 지방산 조성의 다수를 오메가-6로 전환시킬 가능성이 높다(El-Badry *et al.*, 2007; Simopoulos, 2000; Wijendran and Hayes, 2004). 불포화지방산 중 오메가-3와 -6 지방산은 *in vivo* 상에서 경쟁관계에 있으며 특히, arachidonic acid(AA, C20:4)는 체내대사 중 효소의 사용에서 eicosapentaenoic acid(EPA, C20:5) 혹은 docosahexaenoic acid(DHA, C22:6)와 경쟁하고 있다. 오메가-6 지방산 중 AA는 알레르겐에 노출되면 phospholipase A₂(PLA₂)에 의한 유리 지

Corresponding authors: Daekeun Shin
Department of Animal Science, Chonbuk National University,
Jeonju 561-756, Korea
Tel: 82-63-270-2604
Fax: 82-63-270-2612
E-mail: aceflavor@hotmail.com



방산화가 가속화되고 prostaglandin(PG)과 thromboxane(TX)으로의 전환이 증가되어 알레르기성 질환의 발생을 높인다(Bagga *et al.*, 2003; Blum *et al.*, 1981; Hinson *et al.*, 1996; Oguma *et al.*, 2008).

오메가-6 지방산의 섭취는 일부 식육 혹은 가공 육제품 내 히스타민(histamine), 알부민(albumin) 혹은 아민(amines)류를 통한 체내 이상반응(가려움, 재채기, 구토, 호흡곤란 등)을 가속화시킬 가능성이 높다(Choi *et al.*, 2007; Kankaanpää *et al.*, 1999; Kim *et al.*, 2008; Liu *et al.*, 1990). 고기 내 알레르겐의 존재는 잔존 혈액의 최소화를 통한 혈청 알부민의 제거와 더불어 육제품의 제조과정 중 초고압과 가열 등을 통해 알레르겐을 제거 혹은 변형시키고 있다(Fuentes Apricio *et al.*, 2005; Kim *et al.*, 2008; Kim *et al.*, 2010). 따라서, 알레르기 환자 중 축산식품(11-23%)에 의한 알레르기의 발생 빈도는 상승하지 않겠으나 오메가-6 지방산의 과다 섭취로 증상은 오히려 악화될 것으로 전망된다. 포도과 식물 내 폴리페놀 중 하나인 캠페롤(kaempferol)은 열무, 사과와 당근 같은 채소 혹은 과일에 약 0.06~7.56 mg/100 g 이 함유되어 있으며 우리나라 성인은 하루 평균 약 2.02-2.31 mg의 캠페롤을 섭취하고 있다(정, 2004)(그림 1). 캠페롤은 일반적으로 항염, 항산화 그리고 항미생물에 효과적이며 따라서 현재 건강식품의 형태로 제조, 판매되고 있다(Gong *et al.*, 2012; Tatsimo *et al.*, 2012). 더욱이, Gong 등(2012)은 10 mg/kg 이상의 캠페롤은 에어톡신

(eotaxin)의 제어로 알레르기성 호흡기 질환을 완화할 수 있다고 하였으며 이를 *in vitro*와 *in vivo* 실험을 통하여 증명하였다.

따라서, 본고에서는 육제품 제조에 따른 알레르겐의 변형 혹은 제거 이외에 천연의 캠페롤 활용을 통한 관련 단백질의 제어로 서구화된 식단과 면역체계의 불안정성으로 알레르기의 발현율이 높은 어린이 대상 가공 육제품의 제조 가능성을 점검하고자 한다.

II. 본론

1. 식단의 서구화와 지방산

지방산의 체내 축적은 크게 내/외적요인에 따르며 특히, 필수지방산인 linoleic acid(LA, C18:2)와 linolenic acid(LNA, C18:3)는 식품을 통해 섭취된 이후 체내 생합성 과정에 따라 AA와 EPA/DHA로 전환된다. 지방산의 생합성은 지방산의 뼈대를 이루는 탄소의 공급이 매우 중요하며 글루코스, 아미노산과 에탄올이 체내 acetyl-CoA의 공급을 담당한다(Schutz, 2004). 따라서, acetyl-CoA는 대부분 세포질과 활면소포체에서 acetyl-CoA carboxylase(ACC)와 fatty acid synthase(FAS)의 관여로 지방산이 C18:0까지 합성된다. 앞서 언급한 C20:4 이상의 지방산은 모체인 LA와 LNA를 식품을 통해 섭취한 다음 elongation-of-very-long-chain-fatty acids(Elovl)-2 (C20-22)/-5 (C16-20) elongase와 delta-5/-6 desaturase 등에 의해 2개의 탄소를 더하거나 불포화도를 향상시킴으로 고기 혹은 가공육제품을 섭취한 소비자들의 간 내에서 합성된다(Leonard *et al.*, 2002; Jump, 2004). 특히, delta-6 desaturase는 LA보다는 LNA에서 보다 높은 친밀도를 나타냄으로 1-4 : 1 비율 내 LA와 LNA는 서구화된 식단보다는 상대적으로 많은 EPA/DHA를 합성하나 많은 양의 오메가-6 지방산의 섭취는 세포막을 다수의 AA로 대체시킬 가능성을 높인다(El-Badry *et al.*, 2007; Vessby *et*

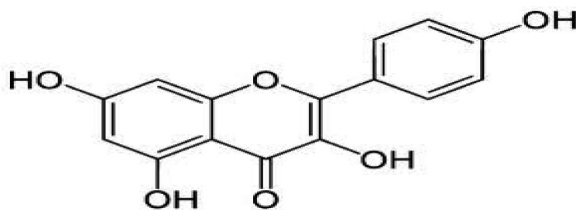


그림 1. 캠페롤 [3,5,7-Trihydroxy-2-(4-hydroxy-phenyl)-chromen-4-one]

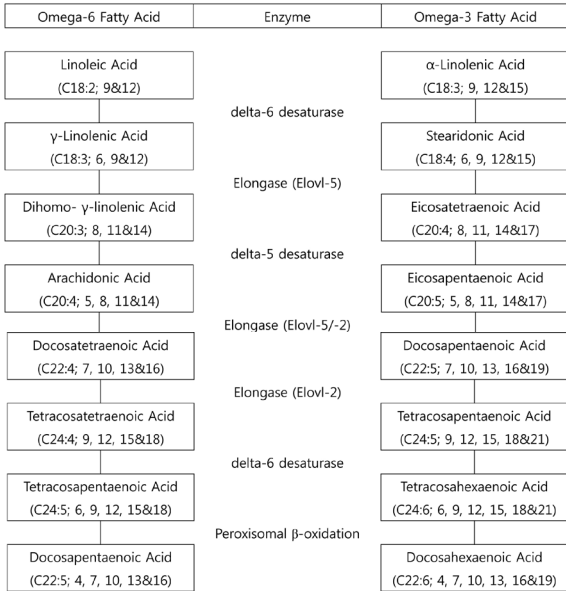


그림 2. 포유류의 간 내 AA, EPA와 DHA 합성 경로

al., 2002)(그림 2).

2. 지방산의 조성과 알레르기

오메가-6 지방산이 강화된 고기와 서구화된 식단은 체내 AA의 축적을 증가시키고 EPA/DHA 보다는 PLA₂와의 친화력이 높은 AA를 다수 유리시켜 탄소수 20개 이상의 AA 계열 eicosanoids 생산을 향상시킨다(Sumida *et al.*, 1993). 특히, eicosanoids 중 만성질환의 주요 대사체라 할 수 있는 PGD₂와 PGF₂는 유리 AA와 cyclooxygenase-1/-2(COX-1/-2) 그리고 PGD/PGF synthase의 활성으로 생성되며 동일한 과정을 거쳐 dihomo- γ -linolenic acid는 PGD₁와 PGF₁으로 개전되고 EPA는 PGD₃와 PGF₃로 전환된다(Oguma *et al.*, 2008). PGD₂는 이후, 혈청 알부민의 존재 유무에 따라 15-deoxy- $\Delta^{12,14}$ -PGJ₂ (15dPGJ₂) 또는 Δ^{12} -PGJ₂로 전환되며 15dPGJ₂는 지방과 관련한 peroxisome proliferator activated receptor- γ (PPAR- γ)의 제어에 기여하게 된다(Kumagai *et al.*, 2004; Oguma *et al.*, 2008). AA에서 전환

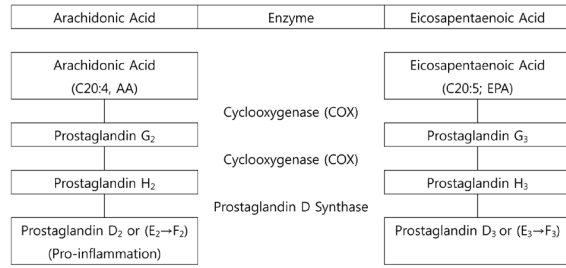


그림 3. Arachidonic acid와 eicosapentaenoic acid를 활용한 prostaglandin D의 합성 경로

된 PGD₂와 PGF₂는 호산구 내 특이 수용기들과 결합하여 호산구의 자가사멸을 방해하고 특히, 알레르기 조성 환경에서는 호산구와 더불어 관련 기전에 따른 점액과 콜라겐의 과분비 그리고 혈관의 확장을 통한 기도의 수축을 촉진하게 된다(Gong *et al.*, 2012; Hagen *et al.*, 1979). 따라서, 궁극적으로 고기, 육제품 혹은 이외의 식품을 통한 과도한 오메가-6 지방산의 섭취는 알레르기성 질환에 대한 노출을 증가시킬 가능성을 높인다고 할 수 있다.

3. 캠페롤과 알레르기

쌍떡잎 식물에 속하며 덩굴성의 속씨식물인 머루와 포도는 캠페롤을 포함한 플라보놀(e.g. 21–322 mg/kg)을 다량으로 함유하고 있어 가공식품 제조에 활용 가능한 천연의 소재로 주목 받고 있다(Cho *et al.*, 2004). 더욱이, 포도는 pH 5.0–6.0에서도 붉은색을 발현함으로 천연의 발색제로써 효과를 기대할 뿐만 아니라 포도 내 당(e.g. 포도=17.89, 포도껍질=1.17 Brix)은 가공과정에 따른 당의 첨가를 최소화 할 가능성 또한 높다. 특히, 포도과 식물 내 높은 함유량으로 인해 최근 주목 받고 있는 캠페롤은 특이적인 항염증성 반응으로 만성질환 중 하나인 알레르기 반응의 완화가 유력하다(Garcia-Mediavilla *et al.*, 2007). 따라서, Gong 등(2012)은 2 mg/L의 lipopolysaccharide(LPS)로 기관지 상피세포를 자극하게 된다면 호산구를 염증부

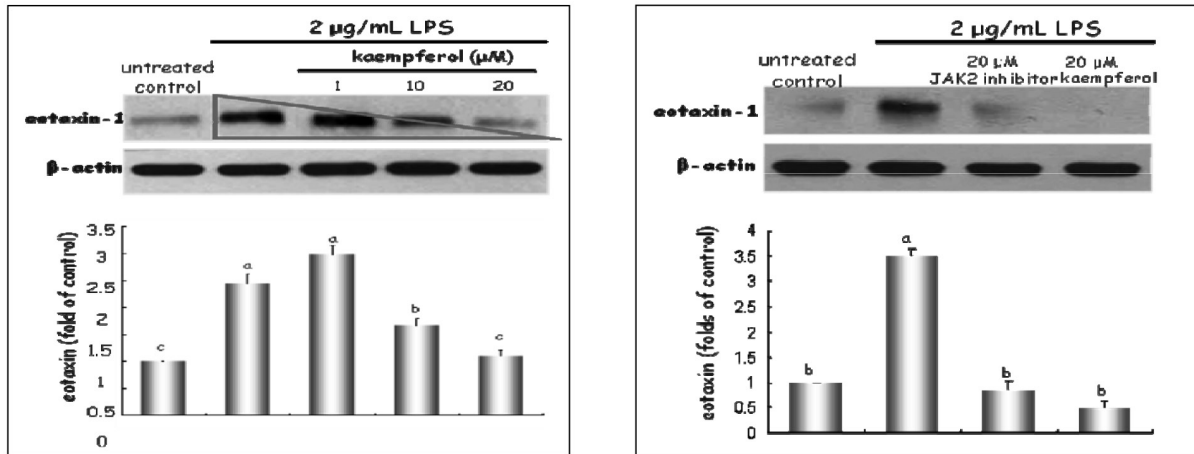


그림 4. Lipopolysaccharide (LPS)로 자극한 기도 상피세포 내 에어톡신의 발현과 JAK2 inhibitor 그리고 캠페롤에 의한 에어톡신 발현 억제 효과 비교(Gong 등, 2012)

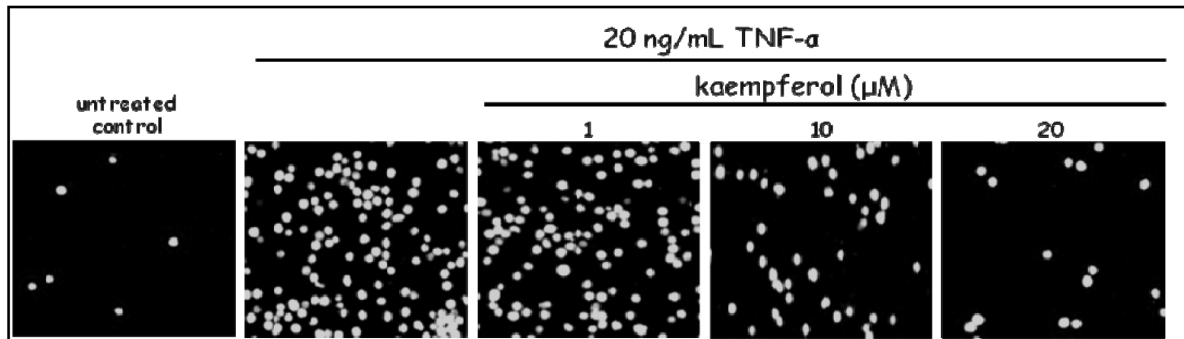


그림 5. Tumour necrosis factor- α (TNF- α)로 자극한 기도 상피세포 내 호산구의 유착(Gong 등, 2012)

위로 유도하는 에어톡신의 발현을 증가시키게 되나 10 μ M 이상의 캠페롤을 기관지 상피세포에 분주한다면 JAK2 inhibitor처럼 에어톡신의 발현을 현저히 감소시킨다고 하였다(그림 4). 따라서, 10 혹은 20 μ M의 캠페롤은 에어톡신의 발현을 저하시킴으로 염증부위로의 호산구 이동, 자체적인 호산구의 발현 감소 혹은 호산구의 자가사멸을 증가시킴으로 알레르겐에 의한 염증의 발현과 지속을 억제할 가능성이 큰 것으로 조사되었다(그림 5).

더욱이, Gong 등(2012)은 5%의 알부민을 BALB/c 마우스(*in vivo*)에 약 20분간 노출시킨

다음 폐와 폐 내 분비물을 수집하여 조사한다면 알부민만을 분무한 BALB/c는 10 또는 20 mg/kg의 캠페롤을 알부민 분무 1 시간 전에 강제 급이 한 다음 5% 알부민에 노출시킨 BALB/c보다 유의적으로 높은 에어톡신 발현을 나타낸다고 하였다(그림 6). 더욱이, 에어톡신의 발현은 캠페롤의 함량이 높을수록 낮아졌으며 폐 조직을 면역조직화학법으로 염색하여도 동일한 결과가 나타났다(그림 7). 각 처리군의 마우스 폐 조직을 H&E로 염색하여 폐의 goblet 주변 세포 군집을 조사한다면 알부민만을 분무한 처리군에서 유의적으로 높은 세포 수가 나타나

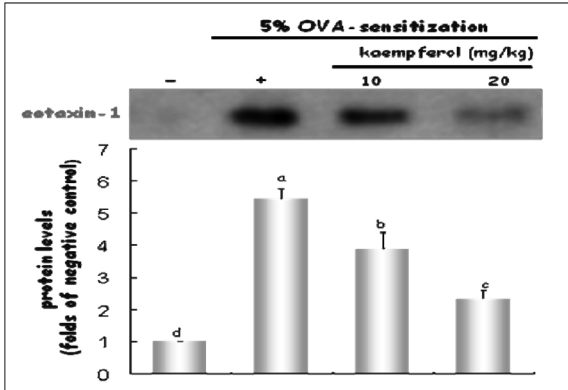


그림 6. 5% 알부민으로 자극한 BALB/c 마우스 폐 조직 내 어톡신의 발현 및 캠페롤의 억제 효과(Gong 등, 2012)

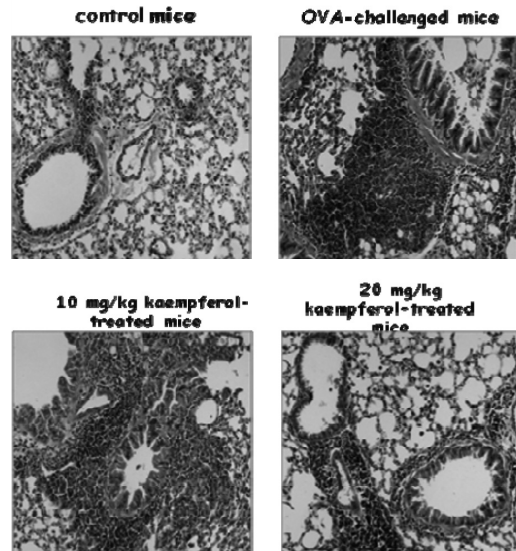


그림 8. 5% 알부민으로 자극한 BALB/c 마우스 폐 조직 내 goblet 주위의 세포 군집(Gong 등, 2012)

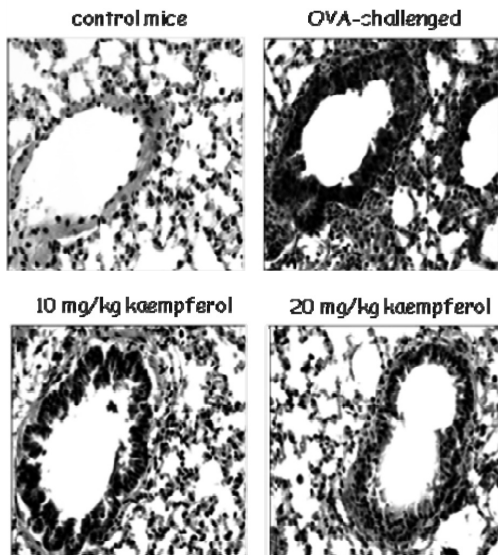


그림 7. 5% 알부민으로 자극한 BALB/c 마우스 폐 조직 내 어톡신의 분포(Gong 등, 2012)

나 캠페롤의 처리는 그 수를 급이량에 비례하여 감소시켰다(그림 8). 폐 조직 내 유의적으로 적은 수의 세포는 호산구 수의 감소로 추정할 수 있다. 더욱이, 폐 내 분비물을 수거하여 조사한 결과에 따르면 알레르겐인 알부민을 마우스에 분무한다면 유의적으로 높은 총 세포군수와 더불어 호산구 수를 나타내어 알부민에 의해 많은 수의 호산구가 생산, 폐 내 염증부위

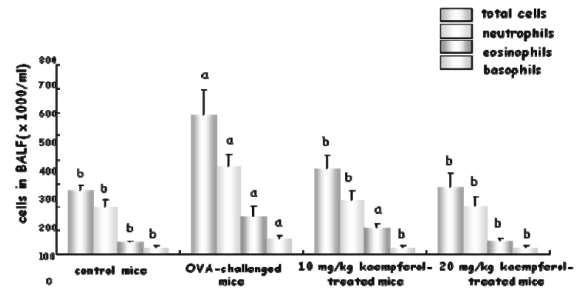


그림 9. 5% 알부민으로 자극한 BALB/c 마우스 폐 조직 내 분비물에 대한 총 세포, 호산구, 호중구와 호염구의 수치화(Gong 등, 2012)

로 이동하였음을 알 수 있었다. 그러나, 10 mg/kg 이상의 캠페롤 섭취는 알부민에 의한 호산구의 생산 혹은 염증부위로의 이동을 현저히 감소시켰다(그림 9).

4. 문제점과 개선방안

히스타민, 알부민 혹은 아민류에 의해 유발되는 돼지고기, 닭고기와 계란등의 축산물 알레르기는 캠페롤의 활용으로 알레르기의 발생



이 최소화될 가능성은 충분하다. 그러나, 축산물에 대한 알레르기 반응의 최소화는 캠페롤을 10 mg/kg 이상 섭취해야 함으로 하루 평균 2 mg 만을 섭취하는 캠페롤의 섭취 증가가 필연적이다. 캠페롤 섭취의 증가를 위해서는 채식위주 식단으로의 전환이 권장되나 채식뿐만 아니라 육제품 내 첨가를 통해서도 그 섭취량은 증가될 수 있다. 플라보놀 중 하나인 캠페롤은 활성산소의 제어에 효과적임으로 제품 내 항산화제로의 활용 또한 기대되나 포도껍질을 통한 육제품 내 첨가는 그 양에 따라 산화촉진 반응이 나타나기도 한다(Unpublished data). 따라서, 육제품 내 항알레르기 효과 증진을 위한 캠페롤의 제공은 매우 제한적일 수밖에 없다. 신 (2013)은 연구보고서를 통해 포도껍질 내 특이성분이 캠페롤의 효과를 증진시키며 5% 알부민에 노출된 BALB/c 마우스의 호산구 군집 억제 가능성을 BALB/c의 혈액 내 호산구를 계수하여 증명하였다. 이에 따라 육제품 내 첨가되는 캠페롤의 함량은 캠페롤 효과를 향상시키는 포도 내 특이성분의 확인과 분리를 통해 결정될 수 있겠으며 따라서, 육제품 내 산화촉진 반응은 포도 내 특이성분만의 첨가로 제어 가능하리라 판단된다.

식육가공 제품 내 천연의 추출물 첨가는 그 추출 용매에 따라 추출물의 조성이 달라지며 따라서, 첨가농도와 더불어 추출용매는 최종산물인 육가공 제품의 육색에 영향을 미칠 수 있다. 특히, 포도과 식물의 과실에서 추출된 추출물은 용매에 따라 카르테노이드 계열의 색소농도가 달라질 수 있어 육색 측정기를 통한 육제품의 CIE L* (명도), a* (붉은색)와 b* (노란색) 중 CIE b* 값을 변화시킬 수 있다(신, 2013). 알레르기 저하를 위한 육제품 내 포도과 과실 추출물의 첨가는 육제품 내로 지방 친화적인 캠페롤의 농도 증가라는 소기의 목적은 달성 가능하나 육색에 대한 영향으로 고객의 기호 충족 효과를 기대하기는 어렵다. 이러한 상황은 지질 친화적인 포도류 과실 추출물의 육가

공 제품 내 활용을 어렵게 함은 물론 뛰어난 기능성 제품임에도 불구하고 육색을 통한 소비자들의 선택 저하로 궁극적으로는 육제품 소비촉진에 기여할 가능성을 적게 한다. 따라서, 캠페롤을 활용한 항알레르기성 육제품의 제조는 캠페롤과 캠페롤의 효과를 향상시키는 포도 내 특이성분의 정제/첨가로 카르테노이드 계열의 화합물을 제거하여 육색 (CIE b*)의 변화를 최소화하려는 노력이 필요하다고 하겠다.

III. 결론

점차적인 식단의 서구화는 체내 요구량 이상의 오메가-6 지방산의 섭취를 가능하게 함으로 오메가-6와 -3 지방산의 체내 불균형을 발생시키고 이후, 과도한 오메가-6 지방산은 호산구의 자가사멸을 저해하는 PGD₂로의 전환이 증가됨으로 알레르기 유발 가능성을 높인다. 따라서, 체내 호산구의 생산, 염증 부위로의 유입과 유입 수의 제어를 위한 식육가공 제품의 개발로 유병률이 높은 어린이들의 알레르기 질환에 대한 발병 최소화가 필요하다고 하겠다. 증명된 *in vitro*와 *in vivo* 결과에 따르면 캠페롤은 호산구에 대한 염증부위로의 유입을 최소화하고 그 수 또한 제어함으로 캠페롤의 활용은 항알레르기 식육가공 제품의 생산을 가능하게 하나 10 mg/kg 이상의 캠페롤 농도와 육색 중 CIE b*의 증가에 대한 고려가 필요하다고 하겠다. 따라서, 항알레르기 식육가공 제품의 생산을 위해서는 캠페롤과 함께 캠페롤의 효과를 상승시킬 특이화합물의 정제와 복합 첨가로 제품 내 캠페롤의 농도 조절뿐만 아니라 육색 변화의 최소화 노력이 필요하다고 하겠다.

감사의 글

본고에는 한국연구재단의 기본연구지원사업과 전라북도 생물산업진흥원의 헬스케어소재 산업화지원사업을 통해 지원받은 연구결과 중

일부가 활용되었습니다. 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Bagga, D. L., Wang, L., Rarias-Eisner, R., Glaspy, J. A., and Reddy, S. T. (2003) Differential effects of prostaglandin derived from w-6 and w-3 polyunsaturated fatty acids on COX-2 expression and IL-6 secretion. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. **100**, 1751-1756.
2. Blum, M., Bauminger, S., Alqueti, A., Kisch, E., Ayalon, D., and Aviram, A. (1981) Urinary prostaglandin-E2 in chronic renal disease. *Clin. Nephrol.* **15**, 87-89.
3. Cho, M. J., Howard, L. R., Prior, R. L., and Clark, J. R. (2004) Flavonoid glycosides and antioxidant capacity of various blackberry, blueberry and red grape genotypes determined by high-performance liquid chromatography/mass spectrometry. *J. Sci. Food Agric.* **84**, 1771-1782.
4. Choi, S. J., Hur, G. Y., Shin, S. Y., and Park, H. S. (2007) A case of adult onset cow's milk allergy presenting beef and pork meat allergy. *Korean J. Asthma Allergy Clin. Immunol.* **27**, 200-203.
5. El-Badry, A. M., Graf, R., and Clavien, P. A. (2007) Omega 3-omega 6: What is right for the liver? *J. Hepatol.* **47**, 718-725.
6. Fuentes Aparicio, V., Sanchez Marcen, I., Perez Montero, A., Baeza, M. L., and de Barrio Fernandez, M. (2005) Allergy to mammal's meat in adult life: immunologic and follow-up study. *J. Invest. Allergol. Clin. Immunol.* **15**, 228-231.
7. Garcia-Mediavilla, V., Crespo, I., Collado, P. S., Esteller, A., Sanchez-Campos, S., Tunon, M. J., and Gonzalez-Gallego, J. (2007) The anti-inflammatory flavones quercetin and kaempferol cause inhibition of inducible nitric oxide synthase, cyclooxygenase-2 and reactive C-protein, and down-regulation of the nuclear factor kappa B pathway in Chang liver cells. *Eur. J. Pharmacol.* **557**, 221-229.
8. Gong, J-H., Shin, D., Han, S-Y., Kim, J-L., and Kang, Y-H. (2012) Kaempferol suppresses eosinophil infiltration and airway inflammation in airway epithelial cells and in mice with allergic asthma. *J. Nutr.* **142**, 47-56.
9. Hagen, A. A., White, R. P., and Robertson, J. T. (1979) Synthesis of prostaglandins and thromboxane B2 by cerebral arteries. *Stroke* **10**, 306-309.
10. Hinson, R. M., Williams, J. A., and Shacter, E. (1996) Elevated interleukin 6 is induced by prostaglandin E2 in a murine model of inflammation: possible role of cyclooxygenase-2. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* **93**, 4885-4890.
11. Jump, D. B. (2004) Fatty acid regulation of gene transcription. *Crit. Rev. in Clinical Lab. Sci.* **41**, 41-78.
12. Kankaanpää, P., Sutas, Y., Salminen S., Lichtenstein, A., and Isolauri, E. (1999) Dietary fatty acids and allergy. *Ann. Med.* **31**, 282-287.
13. Kim, K-B-W-R., Kim, S-J., Lee, S-Y., Song, E-J., and Ahn, D. H. (2008) Changes in allergenicity of porcine serum albumin by microwave, sonication and high hydrostatic pressure. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **28**, 499-504.
14. Kim, S. J., Kim, K-B-W-R., Song, E. J., Lee, S. Y., Yoon, S. Y., Lee, S. J., Lee, C. J., Kim, K. E., and Ahn, D. H. (2010) Reduction of allergenicity of domestic pork ham and bacon by autoclave treatment. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **30**, 133-140.
15. Kumagai, M., Imaizumi, T., Suzuki, K., Yoshida, H., Takashi, S., Okumura, K., Sugawara, K., and Satoh, K. (2004) 15- Δ 12,14-prostaglandin J2 inhibits the IL-1 β -induced expression of granulocyte-macrophage colony-stimulating factor in BEAS-2B bronchial epithelial cells. *Tohoku J. Exp. Med.* **202**, 69-76.
16. Leonard, A. E., Kelder, B., Bobik, E. G., Chuang, L-T., Lewis, C. J., Kopchick, J. J., Mukerji, P., and Huang, Y-S. (2002) Identification and expression of mammalian long-chain PUFA elongation enzymes. *Lipids* **37**, 733-740.
17. Liu, M. C., Bleecker, E. R., Lichtenstein, L. M., Kagey-Sobotka, A., Niv, Y., McLemore, T. L., Permutt, S., Proud, D., and Hubbard, W. C. (1990) Evidence for elevated levels of histamine, prostaglandin D2 and other bronchoconstricting prostaglandins in the airways of subjects with mild asthma. *Am. Rev. Respir. Dis.* **142**, 126-132.
18. Oguma, T., Asano, K., and Ishizaka, A. (2008) Role of prostaglandin D2 and its receptors in the pathophysiology of Asthma. *Allergol. Int.* **57**, 307-312.
19. Schutz, Y. (2004) Dietary fat, lipogenesis and energy balance. *Physiol. Behav.* **83**, 557-564.
20. Shin, D., Narciso-Gaytan, C., Park, J. H., Smith, S. B., Sanchez-Plata, M. X., and Ruiz-Feria, C. A. (2011) Dietary combination effects of conjugated linoleic acid and flaxseed or fish oil on the concentration of linoleic and arachidonic acid in poultry meat. *Poult. Sci.* **90**, 1340-1347.
21. Shin, D., Choi, S. H., Go, G., Park, J. H., Narciso-Gaytan, C., Morgan, C. A., Smith, S. B., Sanchez-Plata, M. X., and Ruiz-Feria, C. A. (2012) Effects of dietary combination of n-3 and n-9 fatty acids on the deposition of linoleic and arachidonic acid in broiler chicken meats. *Poult. Sci.* **91**, 1009-1017.
22. Simopoulos, A. P. (2000) Human requirement for n-3 polyunsaturated fatty acids. *Poult. Sci.* **79**, 961-970.
23. Sumida, C., Graber, R., and Nunez, E. (1993) Role of fatty acids in signal transduction: Modulators and messengers. *Prostag. Leukotr. Ess.* **48**, 117-122.



24. Tatsimo, S. J. N., Tamokou, J. D., Havyarimana, L., Csupor, D., Forgo, P., Hohmann, J., Kuate, J-R., and Tane, P. (2012) Antimicrobial and antioxidant activity of kaempferol rhamnoside derivatives from *Bryophyllum pinnatum*. *BMC Res. Notes*. **5**, 158-163.
25. Vessby, B., Gustafsson, I. B., Tengblad, S., Boberg, M., and Andersson, A. 2002. Desaturation and elongation of fatty acids and insulin action. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* **967**, 183-195.
26. Wijendran, V., and Hayes, K. C. (2004) Dietary n-6 and n-3 fatty acid balance and cardiovascular health. *Annu. Rev. Nutr.* **24**, 597-615.
27. 농수산식품수출지원정보 (2013) 수출입통계. 품목별 수출입실적. www.kati.net.
28. 신대근 (2013) 헬스케어소재 산업화지원사업 결과보고서-포도 부산물을 활용한 돈육 소시지 내 아질산염 저감과 돈육 알레르기 억제효과 규명. 전라북도 생물산업진흥원.
29. 정희경 (2004) Flavonols의 함유량 분석 및 한국인의 섭취량 추정. 서울대학교 식품영양학과 석사학위 논문.
30. 한국육류유통수출입협회 (2013) 통계자료실. 소비현황. www.kmta.or.kr.