

## 가압가열 처리에 의한 시판 돈육 햄과 베이컨의 알레르겐성 저감화 효과

김서진 · 김꽃봉우리 · 송유진 · 이소영<sup>1</sup> · 윤소영 · 이소정 · 이청조 · 김규언<sup>2</sup> · 안동현\*

부경대학교 식품공학과 및 식품연구소, <sup>1</sup>한국식품연구원 전통식품연구단  
<sup>2</sup>연세대학교 의과대학 소아과학교실 알레르기 연구소

### Reduction of Allergenicity of Domestic Pork Ham and Bacon by Autoclave Treatment

Seo-Jin Kim, Koth-Bong-Woo-Ri Kim, Eu-Jin Song, So-Young Lee<sup>1</sup>, So-Young Yoon,  
So-Jeong Lee, Chung-Jo Lee, Kyu-Earn Kim<sup>2</sup>, and Dong-Hyun Ahn\*

Department of Food Science and Technology & Institute of Food Science, Pukyong National University,  
Busan 608-737, Korea

<sup>1</sup>Traditional Food Research Group, Korea Food Research Institute, Seongnam 463-746, Korea

<sup>2</sup>Department of Pediatrics and Institute of Allergy, Yonsei University College of Medicine, Seoul 120-752, Korea

#### Abstract

The pork hams and bacon comprising the most popular processed pork were treated with autoclave to investigate application of hypoallergenic pork. Among pork hams and bacon, two products with the highest binding ability were selected for experiments. The results of ci-ELISA on pork hams treated with autoclave showed that the binding ability of p-IgG and pig-allergic patient's sera (P2) to PSA (porcine serum albumin) from pork ham samples by autoclave treatment at 121°C for 30 min was slightly decreased. The binding ability to p-IgG of b and c bacon treated with autoclave was declined to below 16% and 11% as compared with control sample that showed 60% and 91% binding ability. The binding ability to P2 of b and c bacon treated with autoclave decreased to below 22% and 34% as compared with control sample that showed 95% and 126% binding ability. A result of immunoblotting on bacon showed that p-IgG as well as pig patient's sera did not recognize PSA well in autoclave treatment. The results obtained from this work indicated that autoclave treatment was effective for a reduction of allergenicity of pork hams and bacon. Therefore the autoclave treatment may be applied to development of hypoallergenic pork.

**Key words:** PSA, pork hams and bacon, autoclave, allergenicity

#### 서 론

우리나라 국민 1인 당 축산물 소비량은 1997년에 29.3 kg에서 2007년에는 35.7 kg으로 1.2배 증가하였는데, 돼지고기가 전체 식육류소비량 중 19.2 kg으로 소비량이 가장 많았다(Kim and Kim, 2009). 이러한 식육류의 소비 증가는 식육가공품의 생산량 증가에도 영향을 끼쳤다. 한국 육가공협회 집계자료에 따른 국내 식육가공품의 판매량을 살펴볼 때, 2001년을 기준으로 2006년까지 베이컨은 1,799톤에서 2,352톤으로 판매량이 꾸준히 증가하는 경향을 나

타내었으며 햄은 58,158톤에서 58,520톤으로 판매량에는 큰 변화는 없었으며 육가공 제품 중 가장 높은 판매량을 나타내었다. 이와 같이 돼지고기는 국내에서 조리용뿐만 아니라 햄과 베이컨 등의 가공제품으로도 많이 선호되고 있지만(Kim *et al.*, 2007), 알레르기를 유발하는 항원으로 작용하여 oral allergy syndrome 및 두드러기와 같은 유해한 증상을 초래하기도 한다(Asero *et al.*, 1997; Bourne *et al.*, 2005). 식품 알레르기를 유발하는 항원의 일반적인 특징은 10-70 kDa에 해당하는 glycoprotein이며 알레르기를 나타내기 위해서는 면역학적으로 활성화된 형태로 위장관에 도달하여야 한다. 그래서 이러한 식품 항원은 열 및 단백질 분해효소에 저항성을 가진다(Opara *et al.*, 1998). 또한 식품의 항원성은 소화효소, 위장액, 세균 및 독소에 의해 계속적으로 변화하며 소화기를 통과하는 동안 지속적

\*Corresponding author : Dong-Hyun Ahn, Dept. of Food Science & Biotechnology/Institute of Food Science, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea. Tel: 82-51-629-5831, Fax: 82-51-629-5824, E-mail: dhahn@pknu.ac.kr

으로 접촉하고 접촉하는 면적도 넓어지는 것으로 보고되고 있다(Breneman, 1983).

일반적으로 혈청 알부민은 알레르기 유발성분으로 많이 알려져 있는데 돼지고기의 주요 항원 역시 혈청 알부민(PSA, 66 kDa)으로 보고되었다(Hilger *et al.*, 1997). 돼지고기에 대한 환자의 알레르기 증상 발현 정도는 조리 및 가공에 따라서 다르게 나타나는데, Asero 등(1997)의 연구에 의하면 돼지고기에 대해 알레르기 증상을 보인 환자 중 돼지고기 가공식품에 대해 내성을 보인 경우는 돼지고기 알레르겐 중 일부가 열에 불안정한 특성을 가졌기 때문이라고 보고하였다.

식품가공 기술에 가장 보편적으로 이용되는 열처리는 단백질 변성을 유발함으로써 식품의 알레르겐성을 변화시키며 이러한 방법에 의한 알레르겐성 변화는 가열 시간, 온도 및 식품 항원의 종류에 따라 다양한 결과를 나타낸다고 알려져 있다(Kim *et al.*, 2008; Matsuda *et al.*, 1982; Matsuda *et al.*, 1985; Urisu *et al.*, 1997). 참치나 연어의 경우에는 가열처리 후 알레르겐성을 상실하는 것으로 보고되었으나(Bernhisel-Broadbent *et al.*, 1992), 우유(Matthias *et al.*, 2001)와 땅콩(Evelien *et al.*, 2008)같은 식품은 열에 저항력을 가지고 있는 것으로 알려져 있다. 특히, 달걀흰자의 강력한 항원인 ovomucoid는 75-100°C로 열처리 했을 때도 알레르겐성이 변화하지 않았다고 보고된 바 있다(Virture and Witting, 1970).

가열, 가압가열, 마이크로파(microwave), 초음파 및 감마선 처리에 의한 PSA의 변화를 알아본 연구(Kim, 2007)에서 가압가열처리법이 PSA의 알레르겐성 감소에 효과적임을 확인하였다. 따라서 본 연구에서는 이러한 결과를 바탕으로 가압가열처리법을 대표적인 돈육 가공품인 햄과 베이컨에 적용함으로써 돼지고기 알레르기 환자에게 제공할 저 알레르기 식품의 개발 가능성을 살펴보았다.

## 재료 및 방법

### 재료

시중에 판매되고 있는 돈육 햄 8종류와 베이컨 3종류를 전문 매장에서 구입하여 실험에 사용하였다.

### 표준항원 및 항체

표준 항원인 PSA와 anti-goat IgG peroxidase conjugate는 Sigma사(Sigma Chemical Co., St Louis, MO, USA)에서 구입하였으며 goat poly-clonal IgG는 Bethyl사(Bethyl laboratories Inc., USA)에서 구입하였다. 돼지고기 알레르기에 대한 2명의 환자혈청(Patients sera 1, 2; P1, P2)은 연세대학교 의과대학 소아과학교실의 김규언 교수로부터 제공받았으며, anti-human IgE peroxidase conjugate는 KPL(Kirkegaard & Perry Lab., USA)에서 구입하여 사용하였다.

### 가압가열 처리

돈육 햄과 베이컨을 잘게 세절한 후 시험관에 10 g 취하였다. 시료가 들어있는 시험관을 가압 멸균기(DW-AC 920, D.W. Industries, Korea)에 넣고 게이지압 1 kg/cm<sup>2</sup>, 온도 121°C에서 돈육 햄은 10분과 30분, 베이컨은 5, 10 및 30분 동안 가압가열처리 하였다. 얼음에서 냉각시킨 후 PSA를 추출하여 실험에 사용하였다.

### PSA의 분리

Wang 등(2002)의 방법을 인용하여 PSA 희분을 추출하였다. 가압가열 처리한 돈육 햄과 베이컨에 2배의 0.01 M PBS(phosphate buffered saline, pH 7.3)를 가한 후 homogenizer(AN-7, Acc Homogenizer, Nihonseiki, Japan)를 이용하여 10,000 rpm에서 1분간 균질화하였다. 그 후, 원심분리기(Supra 30K, Hanil Sciecn Co., Korea)를 이용하여 16,000 g, 30분간 원심분리하였다. 5A filter paper(Advantec, Japan)를 이용하여 상층액을 여과하고 BCA protein assay kit(Pierce, USA)로 단백질 농도를 보정한 후 ci-ELISA, SDS-PAGE 및 immunoblotting에 사용하였다.

### Competitive indirect enzyme-linked immunosorbent assay(Ci-ELISA)

Lee 등(1998)의 방법을 변형하여 ci-ELISA를 실시하였다. Costar 96-well flat bottom plate(469957; Nunc, Kamstrupvej, Denmark)의 well에 PSA를 0.2 M bicarbonate coating buffer(pH 9.6)을 이용하여 10 µg/mL로 희석한 후 100 µL씩 분주하고 4°C에서 하룻밤동안 coating하였다. 1% gelatin 용액으로 blocking한 후 0.01 M PBS(pH 7.3)로 1차 항체인 IgG 및 P2를 각각 1:500 및 1:15의 비율로 희석하고 50 µL씩 분주하여 반응시켰다. 그 다음 0.01 M PBS로 항원과 2차항체를 각각 1:40,000(IgG) 및 1:250(환자혈청) 비율로 희석하여 100 µL씩 분주하고 반응시켰다. H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>를 첨가한 OPD(o-phenylenediamine, Sigma Chemical Co., St Louis, MO, USA) 용액을 30분 동안 반응시키고 2 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>을 첨가하여 반응을 중지시킨 후 ELISA reader(Model 550, Bio-rad, USA)의 490 nm 파장에서 흡광도를 측정하였다. 각 단계별 반응조건은 37°C에서 2시간이고 각 단계가 끝날 때마다 0.01 M PBST [phosphate buffered saline containing 0.1% tween 20(v/v)] 용액으로 4회 수세하였다.

### Sodium dodecyl sulfate polyacrylamide gel electrophoresis(SDS-PAGE)

가압가열 처리한 돈육 햄과 베이컨으로부터 추출한 PSA의 전기영동적 분리 형태 변화를 알아보기 위하여 Laemmli (1970)의 방법을 사용하여 SDS-PAGE(15% separating gel, 4.5% stacking gel)를 실시하였다. 전기영동에 사용한 표준

분자량 marker(Protein marker, Bio-Lab, USA)는 insulin B and A chain(2.3 kDa and 3.4 kDa), aprotinin(6.5 kDa), lysozyme(14 kDa), trypsin inhibitor(20 kDa), triosephosphate isomerase(26 kDa), lactate dehydrogenase(36 kDa), MBP2(42 kDa), glutamic dehydrogenase(55 kDa), serum albumin(66 kDa), phosphorylase b(97 kDa),  $\beta$ -galactosidase(116 kDa), MBP- $\beta$ -galactosidase(158 kDa), myosin (212 kDa)을 이용하였다.

전기영동 후 gel은 CBB 용액(50% methanol, 10% acetic acid, 0.1% coomassie brilliant blue R-250)으로 1시간 동안 염색하였다. 탈색액(5% methanol, 7% acetic acid)을 이용하여 탈색한 후 Image scanner(Power Look III, Amersham Pharmacia Biotech Co., USA)를 이용하여 스캔하였다.

### Immunoblotting

Towbin 등(1979)의 방법을 이용하여 전기영동이 끝난 gel의 단백질을 methanol-activated polyvinylidene difluoride (PVDF) membrane으로 150 mA에서 5시간 동안 전사하였다. 3% gelatin으로 각 membrane을 1시간 동안 실온에서 blocking하여 비 특이적인 반응을 막았다. 1% gelatin을 사용하여 p-IgG는 1:500, P1과 P2는 1:30의 비율로 희석한 후 실온에서 3시간 30분 동안 반응시키고 TBST[tris buffered saline(pH 7.5) containing 0.1% tween 20(v/v)]로 3회 세척하였다. TBST를 사용하여 1:1,000으로 희석시킨 2차 항체를 넣고 실온에서 1시간 반응시킨 후 TBST로 3회 세척하였으며, DAB(3,3'-Diaminobenzidine tetrahydrochloride, Sigma Chemical Co.) 용액을 기질로 사용하여 발색시켰다. 단백질 발현 유무가 확인된 PVDF membrane은 Image scanner(Power Look III, Amersham Pharmacia Biotech Co., USA)를 이용하여 스캔하였다.

## 결과 및 고찰

### Ci-ELISA의 표준곡선

10  $\mu\text{g/mL}$  농도의 coating 항원과 2  $\mu\text{g/mL}$ 로 희석한 p-IgG를 사용하여 표준곡선을 그렸을 때 p-IgG와 반응하는 PSA의 농도는 다음의 식으로 구할 수 있었다.

$$x = e^{\frac{2.7025-y}{0.5881}}$$

$x$ =p-IgG와 반응하는 PSA의 농도  
 $y$ =absorbance value

그리고 10  $\mu\text{g/mL}$  농도의 coating 항원과 1:15의 비율로 희석한 P2로 standard curve를 작성한 결과에서는 P2와 반응하는 PSA의 농도는 다음의 식으로 구할 수 있었다.

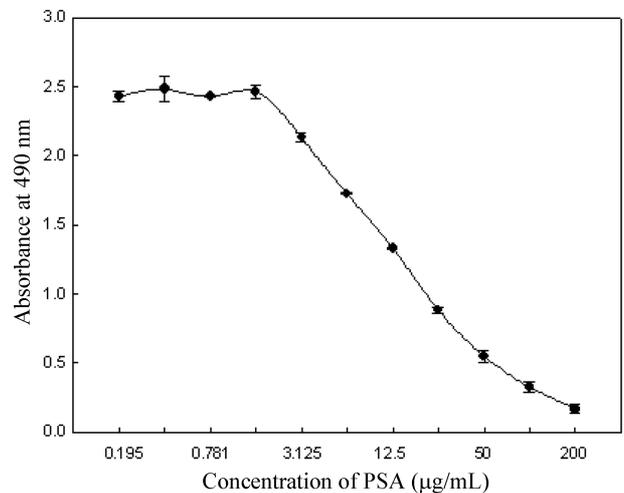
$$x = e^{\frac{0.8428-y}{0.2958}}$$

$x$ =P2와 반응하는 PSA의 농도  
 $y$ =absorbance value

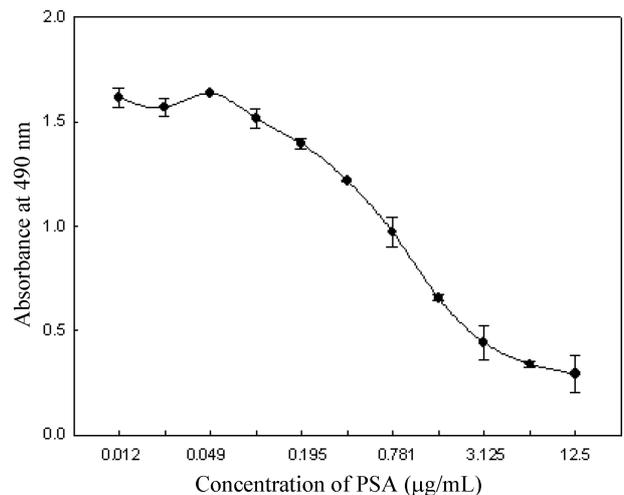
P-IgG를 사용한 ELISA에서는 PSA를 1.563  $\mu\text{g/mL}$ 에서 100  $\mu\text{g/mL}$ 의 범위로 희석하였을 때 PSA를 검출할 수 있었다(Fig. 1). 환자혈청인 P2와 반응하는 PSA의 최적 검출 농도 범위는 0.049  $\mu\text{g/mL}$ 에서 3.125  $\mu\text{g/mL}$ 이었으며(Fig. 2), 오차 범위는  $p \leq 1$ 이었다.

### 시판 돈육 햄과 베이컨의 알레르겐성 조사

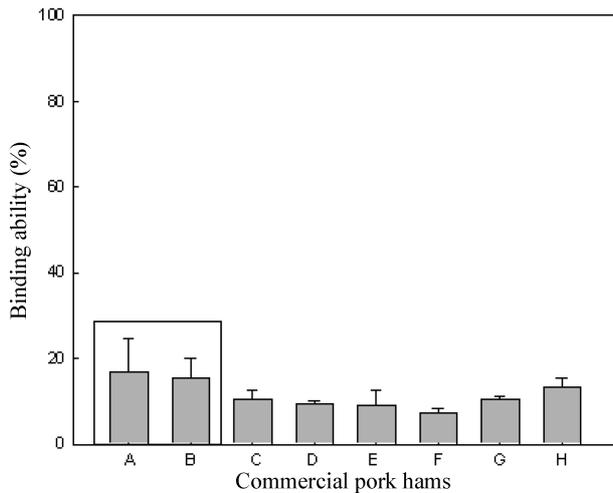
돈육 햄 8종류와 베이컨 3종류에 대해 PSA의 희분을 분리하였다. Ci-ELISA를 실시한 결과(Fig. 3-4), 돈육 햄은 A와 B 제품(sample A and B)이 약 15% 및 16%, 베



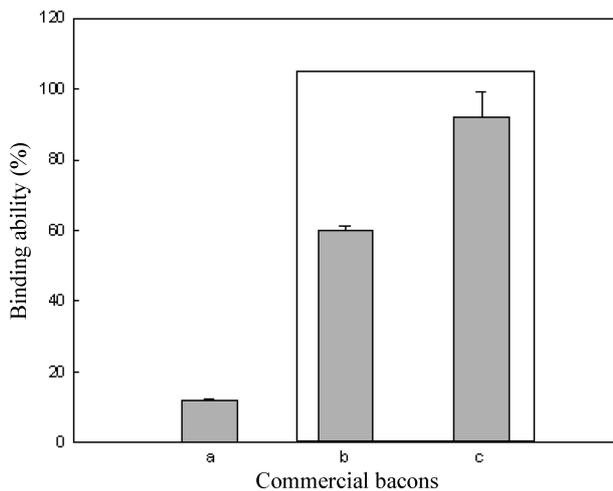
**Fig. 1. Standard curve of goat p-IgG to PSA by ci-ELISA.** PSA was used as a coating antigen. Goat p-IgG was used for capturing PSA was serially diluted from 200 to 0.195  $\mu\text{g/mL}$ .



**Fig. 2. Standard curve of pig-allergic patient serum 2 (P2) to PSA by ci-ELISA.** PSA was used as a coating antigen. P2 was used for capturing PSA was serially diluted from 12.5 to 0.012  $\mu\text{g/mL}$ .



**Fig. 3. Binding ability of goat p-IgG to pork ham extracts.** Binding ability= $B_t/B_o \times 100$ .  $B_t$ ; binding ability of pork ham extracts,  $B_o$ ; binding ability of pork extracts. All samples are 1 mg/mL.

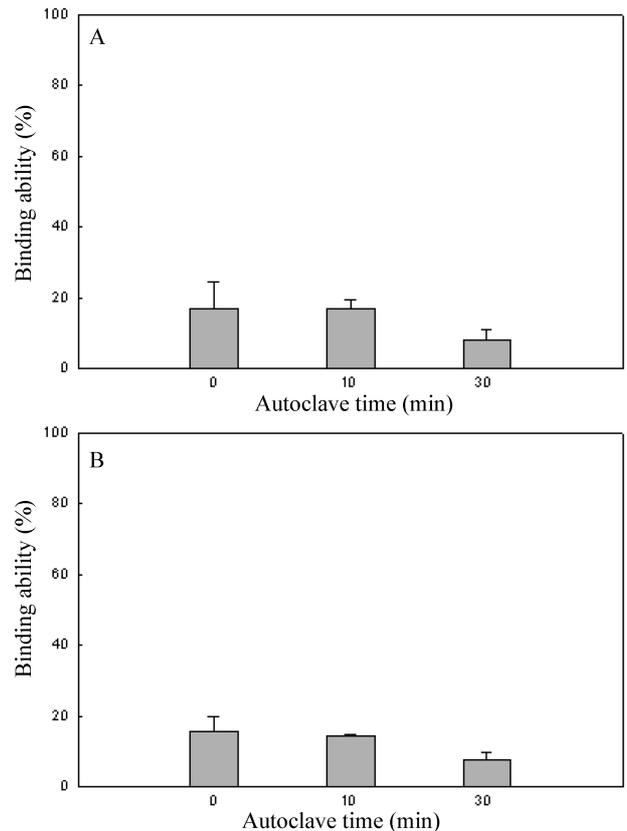


**Fig. 4. Binding ability of goat p-IgG to bacon extracts.** Binding ability= $B_t/B_o \times 100$ .  $B_t$ ; binding ability of bacon extracts,  $B_o$ ; binding ability of pork extracts. All samples are 1 mg/mL.

이킨은 b와 c 제품(sample b and c)이 약 60% 및 91%로 p-IgG와 가장 높은 결합력을 나타낸 2개의 제품을 가압가열 처리한 후 알레르겐성 변화를 알아보았다.

#### 돈육 햄에 대한 가압가열처리의 영향

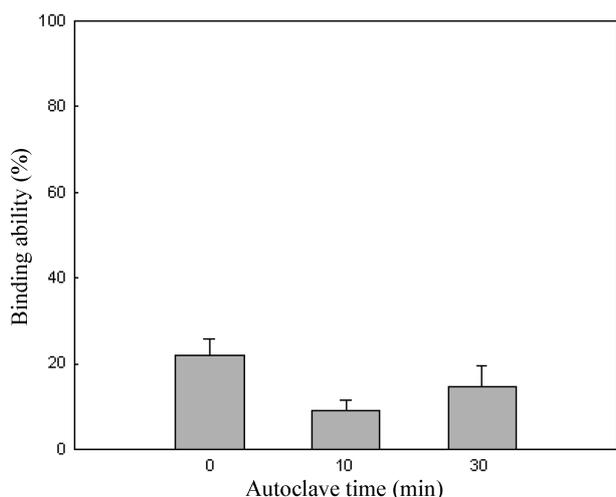
10분과 30분 동안 가압가열 처리한 돈육 햄의 알레르겐성 변화를 살펴보기 위해 ci-ELISA를 실시하였다(Fig. 5). 돈육 햄 sample A와 B의 결합력을 살펴본 결과, 가압가열 10분 처리구는 각각 약 16% 및 14%, 30분 처리구는 약 8% 및 7%로 열 처리시간이 증가함에 따라 결합력이 다소 감소하였으며, 가압가열 10분 처리구와 무처리구간에는 큰 차이는 나타나지 않았다. 이와 같이 열 처리 시간의 증가에 따른 돈육 햄의 IgG에 대한 결합력의 감소



**Fig. 5. Binding ability of goat p-IgG to pork ham extracts (sample A, B; different hams) treated with autoclave.** Binding ability= $B_t/B_o \times 100$ .  $B_t$ ; binding ability of pork ham extracts (sample A, B) treated with autoclave,  $B_o$ ; binding ability of pork extracts. All samples are 1 mg/mL.

는 PSA가 열에 노출되는 시간이 길어짐에 따라 열 변성에 의한 구조적 변화가 더 많이 일어난 때문인 것으로 생각된다.

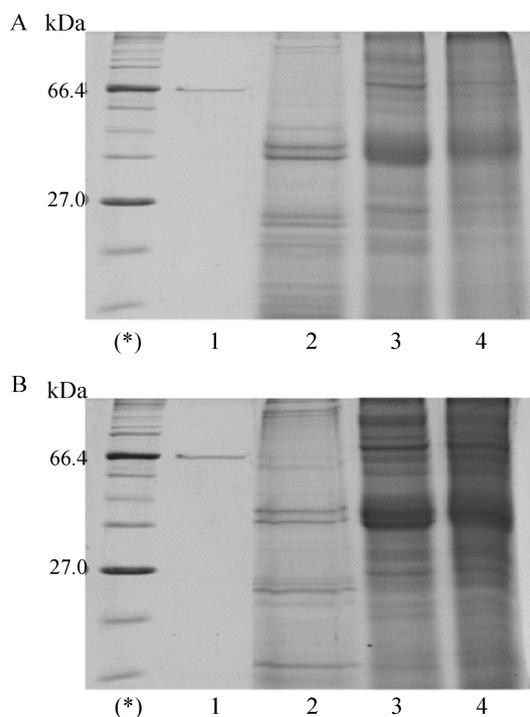
면역분석법에 사용되는 항체는 다클론 동물항체, 단클론 동물항체 및 환자혈청이 있으며, 각각의 항체들은 항원 표면을 인식하는 epitope 부위가 다르기 때문에 면역 반응성이 다르게 나타날 수도 있다. 일반적으로 식품분석분야에서는 다클론 항체가 많이 사용되고 있으나, 저 알레르기 식품 개발을 목적으로 하는 연구는 최종적으로 알레르기 환자가 섭취했을 때 효과가 나타나야 하므로 임상에서 나타나는 결과를 알아보기 위해 환자혈청을 사용하는 것이 바람직하다(Lee *et al.*, 2001). 이에 돈육 햄 중 sample A에 대해 가압가열 처리한 후 환자혈청인 P2와의 반응성을 살펴보았다(Fig. 6). 무처리구는 P2와 20% 정도의 결합력을 나타내었지만, 가압가열 10분과 30분 처리구는 각각 9% 및 14% 정도의 결합력을 나타내어 알레르겐성이 조금 감소되었음을 알 수 있었다. SDS-PAGE를 실시한 결과(Fig. 7)에서는 무처리구와 가압가열 처리구간의 PSA band 상의 차이는 크게 나타나지 않았지만, 돈육 햄 sample A와 B 모두 121°C의 고온에 영향을 받아 무처리구에서 존



**Fig. 6.** Binding ability of P2 to pork ham extracts (sample A) treated with autoclave. Binding ability=Bt/Bo $\times$ 100. Bt; binding ability of pork ham extracts (sample A) treated with autoclave, Bo; binding ability of pork extracts. All samples are 1 mg/mL.

재하지 않았던 고분자량의 band들이 가압가열 처리구에서 나타난 것을 알 수 있었다.

돼지고기를 원료로 한 햄의 경우 순수한 돼지고기 시료와 전기영동 상 상당한 차이가 나타나는데, 이는 식육류 가공에 사용되는 가열처리가 단백질 간에 매우 복잡한 변

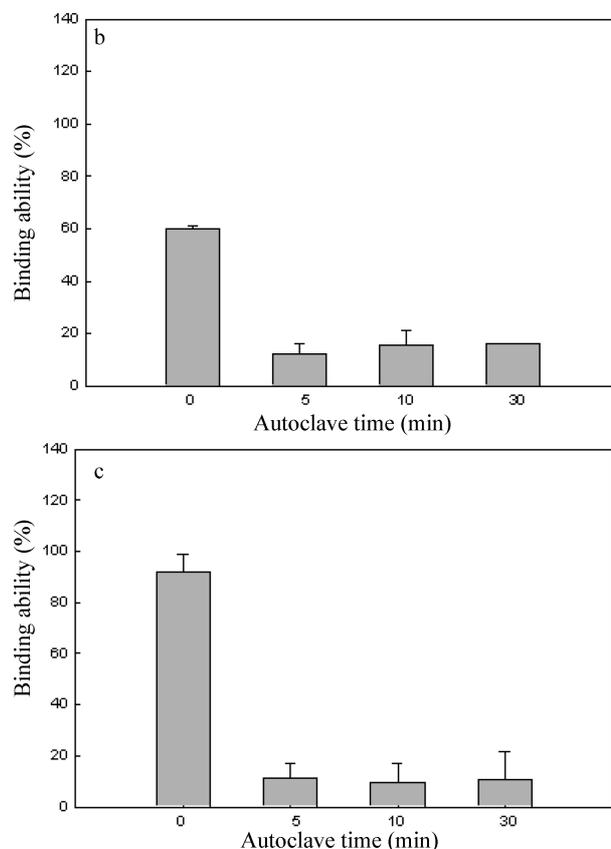


**Fig. 7.** SDS-PAGE of pork ham extracts (sample A, B; different hams) treated with autoclave. Samples are (\*) Marker, (1) PSA, (2) untreated pork ham extracts, (3) 10 min at 121°C, (4) 30 min at 121°C. All samples are 3 mg/mL.

화를 유발하며, heat-induced binding을 일으키기 때문이다 (Fukazawa *et al.*, 1961; Lee and Lee, 1988). 본 연구에 사용된 돈육 햄도 dry, smoking 및 cooking의 단계에서 가열처리를 거쳤으며 일반적으로 cooking은 다소 높은 온도인 80°C에서 실시된다. 따라서 가압가열 처리를 하지 않은 돈육 햄은 이미 가공 공정에서 열의 영향을 받았기 때문에 PSA가 변화하여 순수한 돼지고기 시료보다 알레르겐성이 훨씬 낮아진 것으로 생각되며, 실험상에서 추가적인 가압가열 처리를 하였을 때 햄의 알레르겐성이 조금 더 감소하는 경향을 나타내었다. 유제품의 알레르기원성을 살펴본 Kang(2006)의 연구에서도 유제품의 주요 항원인  $\beta$ -lactoglobulin (BLG)의 함량이 시유보다 분유에서 적게 나타났는데 이는 분유의 제조 공정에 의해 단백질이 손상되었기 때문이라고 보고하였다.

#### 베이컨에 대한 가압가열처리의 영향

비교적 결합력이 높았던 베이컨 2개 제품에 대해 가압가열 처리를 한 후 ci-ELISA를 실시하였다. 먼저 p-IgG에 대한 PSA의 반응 정도를 살펴보면(Fig. 8), sample b와 c의 무처리구는 각각 60% 및 91%의 높은 결합력을 나타

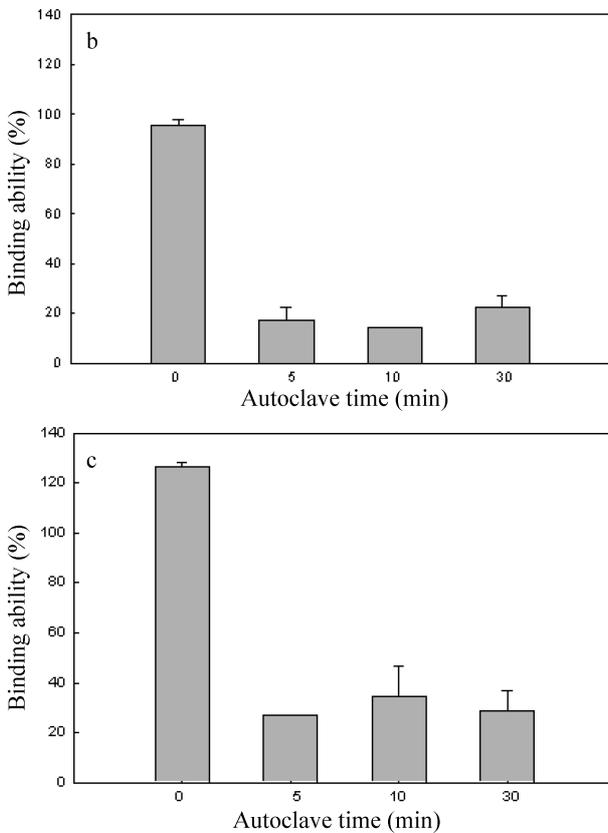


**Fig. 8.** Binding ability of goat p-IgG to bacon extracts (sample b, c; different bacon) treated with autoclave. Binding ability=Bt/Bo $\times$ 100. Bt; binding ability of bacon extracts (sample b, c) treated with autoclave, Bo; binding ability of pork extracts. All samples are 1 mg/mL.

내었으나 가압가열처리에 의해 약 16% 및 11% 이하로 결합력이 크게 감소하였다. P2와 베이컨으로부터 추출한 PSA의 결합력을 알아본 결과(Fig. 9)에서는 sample b의 무처리구가 95%의 높은 결합력을 유지하였지만 가압가열처리에 의해 17, 14 및 22%의 낮은 결합력을 나타내었다. Sample c는 무처리구가 126%, 가압가열처리구가 26, 34 및 28%의 결합력을 나타내어 가압가열처리에 의해 환자혈청과의 반응성이 크게 감소하였음을 알 수 있었으며 베이컨은 처리시간에 따른 큰 변화가 나타나지 않았다.

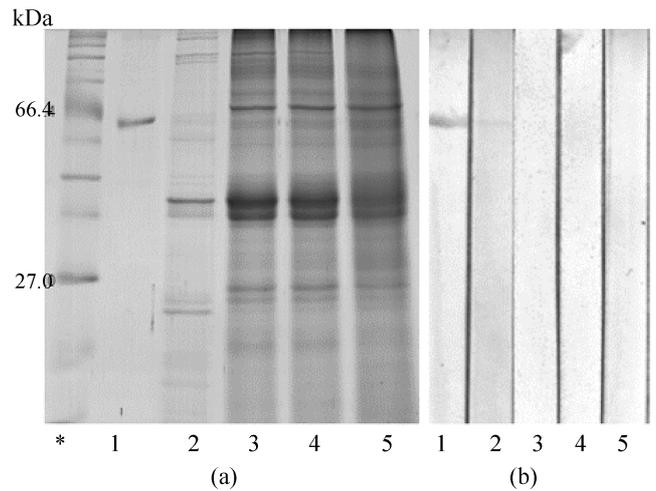
SDS-PAGE를 실시한 결과(Fig. 10-11, a)에서는 두 제품 모두 무처리구에서 나타났던 PSA band가 가압가열 처리에 의해 거의 소실된 것을 알 수 있었다. 또한 immunoblotting 결과(Fig. 10-11, b: lane 3-5)에서도 sample b와 c의 무처리구는 p-IgG와 반응하였지만 가압가열 처리구는 반응하지 않았다. P1과 P2를 사용하여 베이컨 제품 중 하나인 sample c에 대해 immunoblotting을 실시한 결과(Fig. 11b: lane 2-3)에도 무처리구는 2명의 환자혈청과 반응하였지만, 가압가열 5분 처리구는 환자혈청과 반응하지 않았다.

위의 결과를 종합해볼 때 돈육 햄과 베이컨은 가압가열 처리에 의해 p-IgG 및 환자혈청과의 결합력이 제품의 중

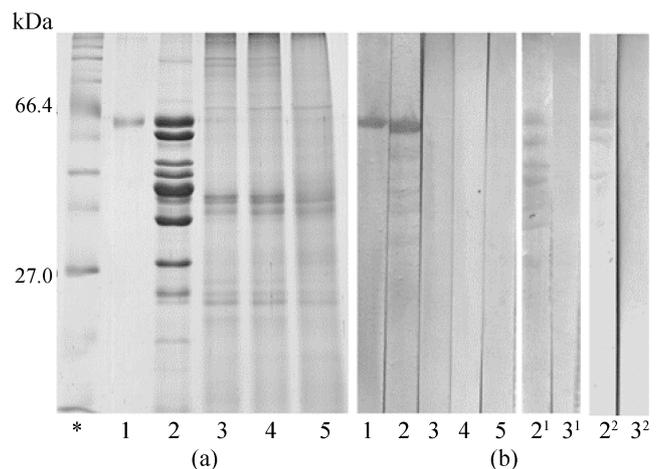


**Fig. 9.** Binding ability of P2 to bacon extracts (sample b, c; different bacons) treated with autoclave. Binding ability=Bt/B0×100. Bt; binding ability of bacon extracts (sample b, c) treated with autoclave, B0; binding ability of pork extracts. All samples are 1 mg/mL.

류와 처리조건에 의해 다르게 나타났다. 베이컨의 경우 비가열처리 제품이기 때문에 dry, smoking 및 cooking과 같은 가열처리 조건이 돈육 햄보다 약하며 보통 cooking의 조건도 70°C로 돈육 햄 보다 낮은 온도에서 가해진다. 따라서 베이컨의 무처리구가 돈육 햄보다 결합력이 높게 나온 것으로 사료되며 실험상의 가압가열 처리에 의해서도 원래 결합력이 낮은 돈육 햄 보다 베이컨이 열의 영향을 많이 받아 결합력이 크게 감소한 것으로 사료된다. 식육 뿐만 아니라 식육제품의 항원은 다른 동물성 식품들에 비



**Fig. 10.** SDS-PAGE (a) and immunoblotting (b) of bacon extracts (sample b) treated with autoclave. Samples are (\*) Marker, (1) PSA, (2) untreated bacon extracts, (3) 5 min at 121°C, (4) 10 min at 121°C, (5) 30 min at 121°C. (b) 1-5 : immunoblotting of PSA to p-IgG. All samples are 3 mg/mL.



**Fig. 11.** SDS-PAGE (a) and immunoblotting (b) of bacon extracts (sample c) treated with autoclave. Samples are (\*) Marker, (1) PSA, (2) untreated bacon extracts, (3) 5 min at 121°C, (4) 10 min at 121°C, (5) 30 min at 121°C. (b) 1-5 : immunoblotting of PSA to p-IgG, 2<sup>1</sup>-3<sup>1</sup> : immunoblotting of PSA to pig-allergic patient serum 1 (P1), 2<sup>2</sup>-3<sup>2</sup> : immunoblotting of PSA to P2. All samples are 2 mg/mL.

하여 비교적 열에 불안정하다고 알려져 있으며(Besler *et al.*, 2001), 본 실험에서도 돈육 햄과 베이컨은 가압가열처리에 의해 PSA가 변화하였으며 특히 베이컨은 epitope 부위가 가열처리에 의해 쉽게 변형되어 알레르겐성이 크게 감소한 것으로 사료된다. 전보(Kim *et al.*, 2009)에서도 시판 돈육 소시지에 대해 121°C에서 5, 10 및 30분 동안 가압가열 처리한 결과, 알레르겐성이 크게 감소하였으며 소화효소 처리 후에도 알레르겐성이 증가하지 않고 오히려 감소하는 경향을 나타내어 저 알레르기 돼지고기 식품 개발에 대한 가압가열처리법의 적용 가능성을 확인할 수 있었다.

## 요 약

대표적인 돈육 가공품인 햄과 베이컨에 가압가열 처리를 한 후 알레르겐성 변화를 살펴봄으로써 가압가열 처리법을 응용한 hypoallergenic pork의 개발 가능성을 알아보았다.

구입한 돈육 햄과 베이컨 중 ci-ELISA를 실시하여 가장 결합력이 높은 2개의 제품에 대해 가압가열 처리를 하였다. 먼저, 돈육 햄의 알레르겐성에 대한 가압가열 처리 영향을 살펴본 결과, 돈육 햄은 30분 가압가열 처리구의 경우 p-IgG와의 결합력이 조금 감소하였으며 환자혈청을 사용하였을 때는 10분과 30분 처리구 모두 무처리구보다 결합력이 다소 낮게 나타났다. 베이컨은 무처리구에서 p-IgG와의 결합력이 각각 60% 및 91%로 높았지만, 가압가열 처리에 의해 약 16% 및 11% 이하로 크게 감소하였다. 환자혈청을 사용한 경우에도 베이컨 sample b와 c의 무처리구는 95% 및 126%의 높은 결합력을 나타내었지만, 가압가열 처리에 의하여 각각 22% 및 34% 이하로 크게 감소하였다. Immunoblotting 결과에서도 베이컨 두 제품 모두 가압가열 처리구의 PSA band가 p-IgG와 반응하지 않았다. 특히, sample c는 무처리구의 PSA band가 2명의 환자혈청과 약하게 반응하였지만, 가압가열 5분 처리구에서는 PSA band가 나타나지 않아 베이컨의 알레르겐성이 가압가열 처리에 의해 효과적으로 감소되었음을 확인하였다.

이상의 결과를 종합해 볼 때 돈육 가공품의 종류와 처리 조건에 따라 알레르겐성 감소 정도는 다르게 나타났다. 가압가열처리에 의해 돈육 햄의 알레르겐성은 큰 변화를 나타내지 않았지만, 조금 감소하는 경향을 보였으며 베이컨은 알레르겐성이 크게 감소하였음을 알 수 있었다. 따라서 본 연구는 돼지고기 민감성 환자들을 위한 돈육 가공품 개발에 가압가열 처리법이 적용 가능하다는 것을 시사하였다.

## 감사의 글

본 연구는 2009년도 Brain Busan 21사업에 의한 지원에 의해 이루어진 것으로 이에 감사드립니다.

## 참고문헌

1. Asero, R., Mistrello, G., and Falagiani, P. (1997) Oral allergy syndrome from pork. *Allergy* **52**, 684-685.
2. Bernhisel-Broadbent, J., Scanolon, S., Strause, D., and Sampson, H. A. (1992) Clinical relevance of altered fish allergenicity secondary to various preparation methods. *J. Allergy Clin. Immunol.* **90**, 622-629.
3. Besler, M., Steinhart, H., and Paschke, A. (2001) Stability of food allergens and allergenicity of processed foods. *J. Chromatogr. B* **756**, 207-228.
4. Bourne, H. C., Restani, P., Moutzouris, M., and Katelaris, C. H. (2005) An unusual pattern of meat allergy. *Allergy* **60**, 706-707.
5. Breneman, J. C. (1983) Overview of food allergy: Historical perspective. *Ann. Allergy* **51**, 220-221.
6. Evelien, L., Lambertus, A. M., Stef, J. K., and Harry, G. (2008) Legumin allergens from peanuts and soybeans: Effects of denaturation and aggregation on allergenicity. *Mol. Nutr. Food Res.* **52**, 674-682.
7. Fukazawa, T., Hasimoto, Y., and Yassi, T. (1961) Effect of some proteins on the binding quality of an experimental sausage. *J. Food Sci.* **26**, 541-549.
8. Hilger, C., Kohnen, M., Grigioni, F., Lehnert, C., and Hentges, F. (1997) Allergic cross-reactions between cat and pig serum albumin: Study at the protein and DNA levels. *Allergy* **52**, 179-187.
9. Kang, K. O. (2006) Assessment of allergenicity of fermented dairy products by immunoassay. *Korean J. Food Nutr.* **19**, 296-300.
10. Kim, K. B. W. R. (2007) Changes in allergenicity of porcine serum albumin by physical treatment. MS thesis, Pukyong National Univ., Busan, Korea.
11. Kim, K. B. W. R., Kim, S. J., Lee, S. Y., Song, Y. 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.
12. Kim, S. J., Kim, K. B. W. R., Song, E. J., Lee, S. Y., Yoon, S. Y., Lee, S. J., Lee, C. J., and Ahn, D. H. (2009) Effect of digestive enzymes on the allergenicity of autoclaved market pork sausages. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **29**, 238-244.
13. 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.
14. Laemmli, U. K. (1970) Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. *Nature* **227**, 680-685.
15. Lee, J. H. and Lee, S. R. (1988) Electrophoretic pattern of specific proteins in meat products. *Korean J. Food Sci. Technol.* **20**, 34-39.
16. Lee, J. W., Park, J. H., Kim, C. J., and Shin, H. K. (1998) Application of competitive indirect enzyme-linked immunosorbent assay (Ci-ELISA) for monitoring the degree of frozen denaturation of bovine myosin. *Int. J. Food Sci. Technol.* **33**, 401-410.

17. Lee, J. W., Yook, H. S., Cho, K. H., Lee, S. Y., Byun, M. W. (2001) The changes of allergenic and antigenic properties of egg white albumin (Gal d 1) by gamma irradiation. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **30**, 500-504.
18. Matthias, B., Hans, S., and Angelika, P. (2001) Stability of food allergens and allergenicity of processed foods. *J. Chromatogr.* **756**, 207-228.
19. Matsuda, T., Watanabe, K., and Nakamura, R. (1982) Immunochemical studies on thermal denaturation of ovomucoid. *Biochim. Biophys. Acta* **707**, 121-128.
20. Matsuda, T., Tsuruta, K., Nakabe, Y., and Nakamura, R. (1985) Reduction of ovomucoid immunogenic activity on peptic fragmentation and heat denaturation. *Agric. Biol. Chem.* **49**, 2237-2241.
21. Opara, E. I., Oehlschlager, S. L., and Hanley, A. B. (1998) Immunoglobulin E mediated food allergy. Modelling and application of diagnostic and predictive tests for existing and novel foods. *Biomarkers*, **3**, 1-19.
22. Towbin, H. T., Staehelin, T., and Gordon, J. (1979) Electrophoretic transfers of proteins from polyacrylamide gels to nitrocellulose sheets : procedure and some applications. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* **76**, 4350-4354.
23. Urisu, A., Ando, H., Morita, Y., Wada, E., Yasaki, T., Yamada, K., Komada, K., Torii, S., Goto, M., and Wakamatsu, T. (1997) Allergenic activity of heated and ovomucoid-depleted egg white. *J. Allergy Clin. Immunol.* **100**, 171-176.
24. Virture, C. M. and Wittig, H. J. (1970) Allergenicity of egg protein fractions as determined by histamine release from human lung tissue. *Fed. Proc.* **29**, 576-582.
25. Wang, C. H., Kou, S. K., and Chen, H. L. (2002) Porcine serum albumins sandwich ELISA for determining the cooking temperature of cured ground pork. *Taiwanese J. Agri. Chem. Food Sci.* **40**, 197-204.

---

(Received 2009.5.26/Revised 2010.2.11/Accepted 2010.2.11)