

3단계 발효에 의한 콩 알레르기성의 저하

류충호¹ · 이정옥² · 손대열^{3*}

¹경상대학교 응용생명과학부(BK21 프로그램) 농업생명과학원

²삼성서울병원 아토피환경보건센터

³대구한의대학교 한방식품약리학과

Reduction of Allergic Potential of *Meju* by Three Step Fermentation

Chung-Ho Ryu¹, Jeong-Ok Lee², and Dae-Yeul Son^{3*}

¹Division of Applied Life Science (BK21 program), Institute of Agriculture and Life Science, Gyeongsang National University, Gyeongnam 660-701, Korea

²Environmental Health Center for Atopic Diseases, Samsung Medical Center, Seoul 135-230, Korea

³Dept. of Herbal Food Science, Daegu Haany University, Gyeongbuk 712-220, Korea

Abstract

In this study we investigated the change in antigenicity and allergenicity of *Meju*, a traditional Korean soybean product, by fermentation via 3 different microorganisms. The steamed soybeans were fermented with *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* and/or *Aspergillus oryzae* and/or *Bacillus subtilis*. Proteins in soybean were degraded after fermentation. Antigenicity or allergenicity were analysed by immunoblotting and ELISA using soybean protein-specific polyclonal antibodies or soybean allergic patient sera. The best degradation was achieved by three step fermentation using nisin-producing *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* IFO12007, *A. oryzae* and *B. subtilis*. Allergenicity and antigenicity were also starkly reduced after three step fermentation. The three-step fermentation method developed in our lab suggests an excellent alternative to reduce the allergenicity of soybeans.

Key words: allergic potential, fermentation, *Meju*, soybean

서 론

알레르기 반응은 알레르기를 유발시키는 원인물질(알레르겐)과의 반복되는 접촉으로 발생하는 신체 과민반응으로 다음과 같은 세 단계를 거쳐 진행된다. 우선, 알레르겐과의 처음 접촉에서 알레르겐을 인식하는 면역물질(항체)이 체내에 생성되고, 이 면역물질이 알레르기에 관여하는 세포에 부착된다. 이후 알레르겐과의 반복 접촉에서 면역물질과 알레르겐이 결합함으로써 알레르기 관여 세포에서 화학매체가 세포 밖으로 분비되며 조직에서 여러 가지 알레르기 증상을 일으킨다. 산업화에 따른 알레르기 발병 증가는 세계적인 추세로서, 알레르기 환자의 대다수가 식품에도 알레르기 반응을 일으키는 것으로 보고되고 있으며, 식품알레르기는 대부분 출생 후 1~2년에 발생하여 생후 1세경의 식품알레르기 유병률은 5~8%로 알려져 있으며 성인이 되면 약 2%의 유병율을 보인다(1). 식품에는 다양한 단백질이 함유되어 있으며 그중 일부 단백질은 알레르기를 유발시키는 알레르겐으로 알려져 있다. 나라마다 문화의 차이로 인해 섭취되는

식품의 종류뿐만 아니라 섭취량, 조리법에도 커다란 차이가 있으며, 그 결과 알레르기를 일으키는 주요 원인 식품도 나라마다 커다란 차이를 보인다. 예를 들면 중국에서는 별로 유병률이 높지 않은 땅콩이 미국에서는 심각한 문제를 일으키는 알레르기 원인식품이며, 이러한 차이는 두 나라에서의 땅콩 조리법 차이 때문인 것으로 추정된다(2,3). 갑각류에 대한 알레르기 유병률의 경우 캐나다(0.5%)에 비해 싱가포르와 필리핀(4%)에서 높으며(4), 참깨 알레르기는 이스라엘에 많고(5), 메밀 알레르기는 주로 일본과 우리나라에서 높은 유병율을 나타낸다(6).

콩은 값싸고 질 좋은 단백질을 많이 함유하고 있기 때문에 예로부터 우리나라에서 많은 음식에 여러 형태로 사용되고 있다. 특히 최근에 식물성 콩 단백질의 건강증진 효과 등에 관한 기능성 연구가 활발히 진행되면서 서구인들조차 콩의 유용성에 상당한 관심을 보이고 있는 실정이다. 자연계의 콩 단백질의 분해와 동시에 효소를 축적하여 생성된 메주를 이용하는 전통발효식품인 장류에는 간장, 된장, 쌈장 등이 있다(7). 장류는 예부터 전통적 방법에 의하여 각 가정에서

*Corresponding author. E-mail: dyson@dhu.ac.kr
Phone: 82-53-819-1434, Fax: 82-53-819-1272

제조되어 왔으나, 국민소득증가, 생활수준의 향상에 따른 주거양식의 변화 및 가사시간 단축을 목적으로 한 생활의 간소화 등으로 품질과 제조방법 개선에 대한 연구가 활발히 이루어져 왔다(8,9). 건강에 대한 국민들의 관심이 높아지면서 콩의 소비가 꾸준히 증가하였고, 그로 인해 우리나라 국민들의 콩 단백질에 대한 알레르기 발생 빈도도 증가하고 있는 것으로 보고되고 있다(10).

식품의 기능성 연구가 활발히 진행되고 있는 것과는 대조적으로 식품의 알레르기성에 대한 연구는 미미한 상황이다. 일부 식품의 가열처리에 따른 식품 알레르기성 변화에 대한 연구 결과가 알려지고 있다. 참치나 연어의 경우에는 가열처리 후 알레르기성이 상실되는 것으로 보고되었고(11), 콩은 계란의 경우처럼 가열처리 후에도 그 알레르기성이 계속 존재하는 것으로 알려져 있다(12).

본 연구에서는 증자 콩에 증식하여 부패취를 유발하는 오염균인 야생 고초균의 생육을 억제하고 정상발효를 유도하기 위해 항균성 물질을 생성하는 유산균(*Lactococcus lactis*)으로 1단계 발효 후 장류용 황국균(*Aspergillus oryzae*)을 접종하여 2단계 발효시키고 이어 고초균(*Bacillus subtilis*)으로 3단계 발효시킴으로 만들어진, 아미노산 생성량이 많고 독특한 향과 맛이 어우러진 고품질의 기호성 메주가 콩의 알레르기성 및 항원성 변화에 어떤 영향을 미치는지를 콩 특이 항체와 콩 알레르기 환자의 혈청을 이용하여 연구하였다.

재료 및 방법

사용균주

박테리옌 생산 유산균주는 IFO(Kisarazu, Japan)에서 분양받은 *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* IFO12007을 사용하였으며, 보존 및 계대배양은 1% 글루코스가 첨가된 M17-G 배지를 사용하여 30°C에서 배양하였다. 황국균은 충무발효화학연구소에서 장류용 황국균 포자를 구입하여 사용하였으며, 고초균은 경상대학교 식품공학과에서 분리한 단백질분해능이 뛰어난 균주인 *Bacillus subtilis* GSK 3580(KFCC11293)을 37°C에서 TSA 배지에서 계대배양 하여 사용하였다.

콩알메주의 제조

콩알메주는 경상대학교 식품공학과에서 제공받았으며, 그 제조과정은 다음과 같다. 콩을 수돗물로 2회 세척한 후

콩의 무게가 2.2배가 될 때까지 수침하여 1시간 이상 물을 뺀 후 115°C에서 가압증자하고, 충분히 냉각된 콩에 전배양한 유산균을 대두 1 g당 10^6 CFU가 되도록 접종하여 30°C에서 24시간 유산발효(1단계)하였다. 1단계 유산발효된 콩에 황국균을 10^6 spore/대두 g 되도록 접종하고 콩 표면에 균사가 완전히 덮일 때까지 30°C에서 발효(2단계)하였다. 2단계 발효 후 고초균을 대두 1 g당 10^6 CFU가 되도록 접종하여 배양(3단계)하였다. 콩알메주 제조과정 중의 콩의 변화는 Fig. 1과 같다.

환자혈청 및 다클론항체

환자혈청은 알레르기 증상 환자 중 콩에 대한 특이 항체 검사(CAP system, Pharmacia, Uppsala, Sweden)에서 CAP class 2 이상의 결과를 나타낸 알레르기 환자들의 혈액에서 분리되었으며, 확보된 혈청은 -20°C에 보관하였다. CAP 검사와 존재하는 항체와의 관계는 CAP class 1(0.35~0.69 U/mL), 2(0.7~3.49 U/mL), 3(3.5~17.49 U/mL), 4(17.5~49.99 U/mL), 5(50~99.99 U/mL), 6(>100 U/mL)이다. 콩에 특이성을 나타내는 다클론 항체(토끼에서 생산)는 시그마사(S2519, St. Louis, MO, USA)에서 구입하여 실험에 사용하였다.

단백질 추출 및 농도 측정

단백질 추출에 앞서 우선 시료는 액체질소와 함께 잘게 분쇄되어 분말화 되었으며, n-hexane을 이용하여 탈지하였다. 콩 분말에서의 단백질 추출은 Awazuhara 등(13)의 방법에 따라 진행되었다. 간략하면, 탈지된 콩가루는 1:10으로 증류수와 섞어 실온에서 배양 후 10,000 rpm에서 30분간 원심 분리하였다. 얻어진 상층액은 0.5 N HCl을 이용하여 pH 4.6으로 조절 후 다시 10,000 rpm에서 30분간 원심분리 후 2차 증류수로 투석하였다. 분리된 단백질 농도는 Bradford법(14)에 의해 측정되었고, 시약은 Bio-Rad(Hercules, CA, USA)에서 제공된 Protein Assay kit를 이용하여 측정하였으며 bovine serum albumin(BSA)을 표준물질로 사용하였다.

단백질 전기영동

단백질 전기영동은 Laemmli(15) 방법에 준하여 단백질을 환원 변성시킨 조건에서 실시하였다. 13%의 separation gel을 미리 설치된 전기영동용 glass plate에서 중합시킨 후 그 위에 4.5%의 stacking gel을 중합시켰다. 준비된 gel은 전기영동 버퍼(25 mM Tris, 192 mM glycine, 0.1% SDS)가 들어

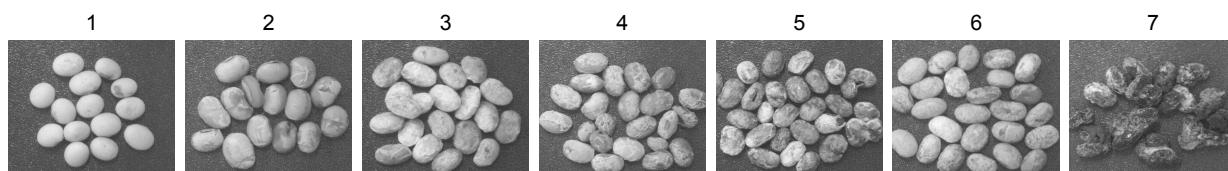


Fig. 1. The shape of soybeans after individual treatment. Soybeans (1) were autoclaved (2), and fermented with *Aspergillus oryzae* (3), *Bacillus subtilis* (4), *Aspergillus oryzae* and *Bacillus subtilis* (5), *Lactococcus lactis* and *Aspergillus oryzae* (6) or *Lactococcus lactis*, *Aspergillus oryzae* and *Bacillus subtilis* (7).

있는 전기영동조에 설치하고, sample buffer(60 mM Tris/HCl (pH 6.8), 25% glycerol, 2% SDS, 14.4 mM 2-mercaptoethanol, 0.1% bromphenol blue)와 시료를 1:5로 혼합한 후 100°C에서 5분간 증탕 가열하여 시료로 사용하였다. 전기영동은 우선 100 V에서 10분간 시행하여 시료가 stacking gel에 진입한 후 200 V에서 35분 정도 추가로 전기영동 하였다. 전기영동 후 gel은 단백질 확인을 위해 Coomassie 용액(1 g Coomassie Blue R-250, 450 mL methanol, 450 mL H₂O, 100 mL glacial acetic acid)으로 착색하거나 nitrocellulose (NC) membrane으로 단백질을 전사하는데 사용하였다.

전기영동을 통해 gel 상에서 분리된 단백질은 NC membrane으로 transfer buffer(20 mM glycine, 25 mM Tris, 20% methanol)에 침수된 상태에서 Bio-Rad사의 장비를 이용하여 100 V에서 1시간 시행하여 전사하였다.

Immunoblotting

단백질이 전사된 NC membrane은 항혈청과의 반응성 조사에 앞서 block buffer(PBS, 0.3% Tween 20)와 실온에서 1시간 반응시켜 비특이적 반응부위를 차단하였다. NC membrane은 약 5 mm의 넓이로 잘라 Bio-Rad사의 mini incubation tray에 넣고 희석된 1차 항체(다클론 항체 1:3,000 또는 환자혈청 1:10)와 각기 600 µL씩 4°C에서 16시간 반응시켰다. 그 후 washing buffer(PBS, 0.05% Tween 20)로 3회 세척 후 희석된 2차 항체(Biotin-Protein G 1:2,000 또는 Biotin-goat IgG anti-human-IgE 1:4,000) 600 µL와 실온에서 1시간 반응시켰다. 다시 washing buffer로 3회 세척하고 NeutrAvidin-HRP 희석액(1:10,000) 600 µL와 실온에서 30분 반응시켰다. 다시 washing buffer로 3회 세척 후 기질 용액을 1 mL씩 첨가하여 색 반응시킨 후 증류수로 여러 번 세척하여 반응을 정지시켰다.

Enzyme-Linked Immunosorbent Assay(ELISA)

96-well plate의 well에 최종 농도가 1 µg/µL가 되도록 coating buffer(0.1 mol/L sodium carbonate-bicarbonate buffer, pH 9.5)로 희석한 시료를 각 150 µL씩 분주하고 4°C

에서 16시간 반응시킨 후 ELISA washing buffer(42.7 g NaCl, 5 mL Tween 20 in 500 mL H₂O)로 3회 세척하였으며, blocking buffer(TBS+0.1% Tween 20)를 이용, 1시간 blocking 후 다시 ELISA washing buffer로 3회 세척하였다. 여기에 blocking buffer를 이용해 1:50으로 희석한 혈청이나 1:2,000으로 희석한 다클론 항체를 100 µL씩 가하고 4°C에서 16시간 반응시켰다. 그 후 washing buffer로 3회 세척 후 2차 항체[환자혈청의 경우 Biotin-goat IgG anti-human IgE(1:4,000) 또는 다클론 항체의 경우 Biotin-Protein G(1:2,000)] 100 µL씩 가하고 37°C에서 1시간 반응 후 washing buffer로 3회 세척하고 Neutr-Avidin-HRP(1:8,000) 100 µL와 37°C에서 1시간 반응시켰다. 그 후 well당 100 µL TMB 용액(0.02% TMB, 0.01% H₂O₂ in 5 mM phosphate citrate buffer)을 가하여 37°C에서 1시간 발색시킨 후 6 N의 H₂SO₄를 50 µL 가하여 발색 반응을 정지시킨 후 흡광도를 측정하였다.

결과 및 고찰

단백질 전기영동

발효 미생물에 따른 콩 단백질의 변화를 비교하기 위해 각 샘플에서 추출된 단백질을 13% SDS-PAGE로 분석하였다. 그 결과 발효 미생물이 작용하지 않은 두 개의 샘플(생콩과 가열처리된 콩)과 하나 또는 둘 이하의 발효 미생물(*A. oryzae*, *B. subtilis*, *L. lactis*)에 의해 발효가 이루어진 콩 샘플 모두에서 동일한 단백질 양상이 확인되었다[Fig. 2(A)]. 가열처리에 의한 콩 단백질 양상이 변화하지 않는다는 것은 Son 등(12)에 의해 이미 발표된 바 있으며, 본 연구에서 분석된 발효 콩 단백질의 연구 결과에서도 가압증자에 의한 콩 단백질의 분포변화가 없다는 것이 다시 한 번 확인되었다. 콩에 포함된 단백질 중 알레르겐으로 작용하는 것으로 알려진 단백질로는 약 7 kDa 크기의 소수성 단백질(Gly m 1), 약 8 kDa 크기의 외피 단백질(Gly m 2), 거의 모든 식물체에서 발현되는 것으로 알려진 약 14 kDa 크기의 Profilin(Gly

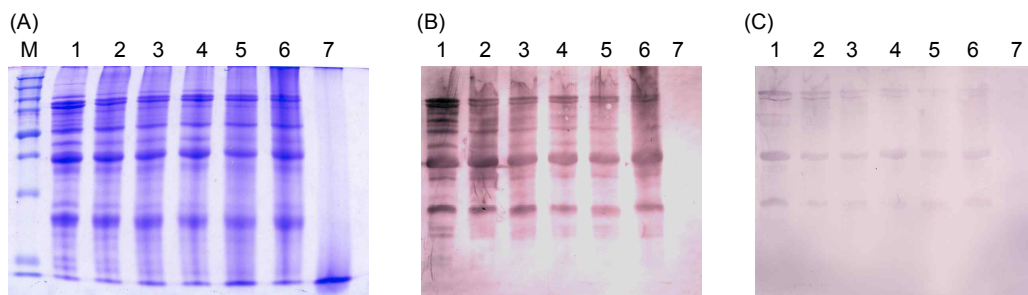


Fig. 2. SDS-PAGE of extracted soy proteins and immunoblots with polyclonal antibody against soy proteins or soy allergic patients' sera. M: molecular weight marker, lane 1: raw soybean, lane 2: autoclaved soybean, lane 3: autoclaved, fermented with *Aspergillus oryzae*, lane 4: autoclaved, fermented with *Bacillus subtilis*, lane 5: autoclaved, fermented with *Aspergillus oryzae*, *Bacillus subtilis*, lane 6: autoclaved, fermented with *Lactococcus lactis*, *Aspergillus oryzae*, lane 7: autoclaved, fermented with *Lactococcus lactis*, *Aspergillus oryzae*, *Bacillus subtilis*. Soy proteins were separated by SDS-PAGE and the gel was stained with Coomassie (A), or transferred to NC membrane and immunodetected using anti-soy polyclonal antibody (B) or soy allergic patients' sera mixture (C).

m 3), 30~34 kDa 크기의 소포성(vacuolar) 단백질(Gly m Bd 30k), 6개의 subunits(58~62 kDa)로 이루어진 320~360 kDa 크기의 Glycinin, 3개의 subunits(알파: 76, 70, 57 kDa; 알파': 72, 57 kDa; 베타: 53, 42 kDa)로 이루어진 140~180 kDa 크기의 β -Conglycinin, 20 kDa 크기의 Kunits-trypsin Inhibitor(KTI) 등이 있다. 발효 미생물이 처리되지 않았거나 하나 또는 두 종류 이하의 서로 다른 발효 미생물 중에 의해 발효가 이루어진 모든 콩 샘플에서 약 20, 37, 50과 75~100 kDa 위치에 또렷한 단백질 밴드가 확인되었다. 반면 유산균, 황국균에 이어 고초균으로 3단계에 걸쳐 발효한 콩 샘플에서는 아무런 단백질 밴드도 확인할 수 없었다. 이러한 결과는 마치 우유의 알레르기성을 저감화하기 위해 우유 단백질을 완전 가수 분해하여 만들어진 매일 HA 분유(extensively hydrolyzed formula) 단백질을 SDS-PAGE상에서 검사했을 때와 같은 양상으로(결과 생략), 콩에 포함되어 있던 모든 단백질들이 3단계 발효과정 중에 접종된 미생물에 의해 작은 펩타이드 이하의 절편으로 완전 분해되었음을 의미하는 결과이다.

Immunodetection

토끼에서 생산된, 콩 특이성을 갖는 다클론 항체를 이용한 immunoblotting 실험 결과 생콩[Fig. 2(B), lane 1], 가압증기멸균 콩[Fig. 2(B), lane 2], 가압증기멸균 후 황국균 또는 고초균을 각각 개별 접종[Fig. 2(B), lane 3, 4]하거나 황국균과 고초균 또는 유산균과 황국균 두 종류의 균주를 접종[Fig. 2(B), lane 5, 6]하여 발효시킨 콩에서 얻은 샘플 모두에서 유사한 반응성이 관찰되었다. 다클론 항체에 의해 진한 밴드로 인식된 콩 단백질들은 25 kDa MWM(molecular weight marker) 아래쪽에서 인식되는 대략 20 kDa 크기의 단백질과 37 kDa MWM 아래쪽 대략 32 kDa 위치에서 인식되는 단백질들이었으며, 이 두 단백질 외에 대략 50, 75 kDa 크기 위치의 단백질들이 인식되었다. 반면 콩을 가압증기멸균 후 유산균, 황국균, 고초균을 접종하여 3단계 발효한 샘플[Fig. 2(B), lane 7]에서는 다클론 항체에 의해 인식되는 단백질 밴드가 없는 것이 확인되었다.

콩에 알레르기 반응이 CAP 검사를 통해 확인된 3명의 환자혈청을 혼합하여 진행된 immunoblotting 검사에서도 다클론 항체를 이용한 결과와 거의 유사한 결과가 확인되었다. 혼합된 환자 혈청의 특이 IgE 항체에 의해 인식된 콩 단백질들은 유산균, 황국균, 고초균을 접종하여 3단계 발효한 샘플을 제외한 모든 샘플[Fig. 2(C), lane 1~6]에서 다클론 항체와의 반응에서 인식된 20, 32, 75 kDa 위치의 단백질들이었다. 3단계 발효된 샘플[Fig. 2(C), lane 7]에서는 다클론 항체를 이용한 immunoblotting 결과와 마찬가지로 콩 알레르기 환자 혈청의 특이 IgE 항체에 의해 인식되는 단백질 밴드는 없는 것이 확인되었다.

다클론 항체와 환자혈청을 이용한 immunoblotting 결과는 코마시로 염색된 젤에서 10 kDa MWM 위쪽에서 아무런

단백질 밴드도 확인되지 않은 것과 잘 일치하는 결과로 유산균, 황국균, 고초균을 이용한 3단계 발효과정을 통해 항원성을 나타내는 콩 단백질들이 10 kDa 미만의 크기로 모두 분해되었음을 의미한다.

ELISA

Immunoblotting에 사용된 것과 동일한 다클론 항체를 이용한 ELISA 검사 결과에서는 immunoblotting에서 확인된 것과 마찬가지로 유산균, 황국균, 고초균을 접종하여 3단계 발효된 콩 샘플에서 가장 낮은 반응성을 확인할 수 있었다[Fig. 3(A), lane 7]. 황국균 또는 고초균을 각각 개별 접종[Fig. 3(A), lane 3, 4]하거나 황국균과 고초균 또는 유산균과 황국균 두 종류의 균주를 접종[Fig. 3(A), lane 5, 6]하여 발효시킨 콩에서 얻은 샘플들은 생콩과 가압증기멸균 콩 샘플[Fig. 3(A), lane 1, 2]보다는 약간 반응성이 줄어든 유사한 정도의 반응성을 나타냈다.

3명의 콩 알레르기 환자 혈청을 개별적으로 진행한 검사에서는 생콩과 가압증기멸균 콩 샘플[Fig. 3(B~D), lane 1, 2]에서 제일 높은 반응성을 확인할 수 있었으며, 환자 혈청에 따라 반응성 정도에 약간의 차이는 있으나 환자 특이 IgE 항체는 황국균 또는 고초균을 각각 개별 접종[Fig. 3(B~D), lane 3, 4]하거나 황국균과 고초균 또는 유산균과 황국균 두 종류의 균주를 접종[Fig. 3(B~D), lane 5, 6]하여 발효시킨 콩에서 얻은 샘플들에서 생콩과 가압증기멸균 콩 샘플 다음으로 강한 반응성을 나타냈다. 조사된 3명의 콩 알레르기 환자 혈청 모두에서 유산균, 황국균, 고초균을 접종하여 3단계 발효된 콩 샘플에서, 다클론 항체를 이용한 ELISA 결과와 마찬가지로 가장 낮은 반응성을 확인할 수 있었다.

이상의 결과를 종합해 볼 때, 유산균, 황국균, 고초균을 접종하여 콩을 3단계 발효시키는 방법이 가장 효과적으로 콩 단백질을 10 kDa 미만의 작은 펩타이드 조각으로 분해시키는 것을 SDS-PAGE를 통해서 확인할 수 있었으며, 콩 단백질에 특이성을 갖는 다클론 항체와 콩에 알레르기성을 나타내는 3명의 환자혈청을 이용한 immunoblotting과 ELISA 검사 모두에서 특이 항원-항체 반응성이 가장 낮음을 확인하였다. 이러한 결과는 유산균, 황국균, 고초균을 이용한 3단계 발효법이 콩에 알레르기 반응성을 나타내는 환자들을 위한 콩 발효제품 개발에 유용하게 적용될 수 있는 방법임을 제시하는 결과이다.

요 약

본 연구에서는 3가지 서로 다른 미생물을 이용하여 콩을 발효시킨 후 제품의 알레르기성 변화를 살펴보았다. 증자 후 가열 살균된 콩은 유산균(*Lactococcus actis* subsp. *lactis*) 그리고/또는 황국균(*Aspergillus oryzae*) 그리고/또는 고초균(*Bacillus subtilis*)을 이용하여 발효되었다. 콩 단백질이 발효과정에서 분해됨을 확인하였다. 발효과정 후 콩

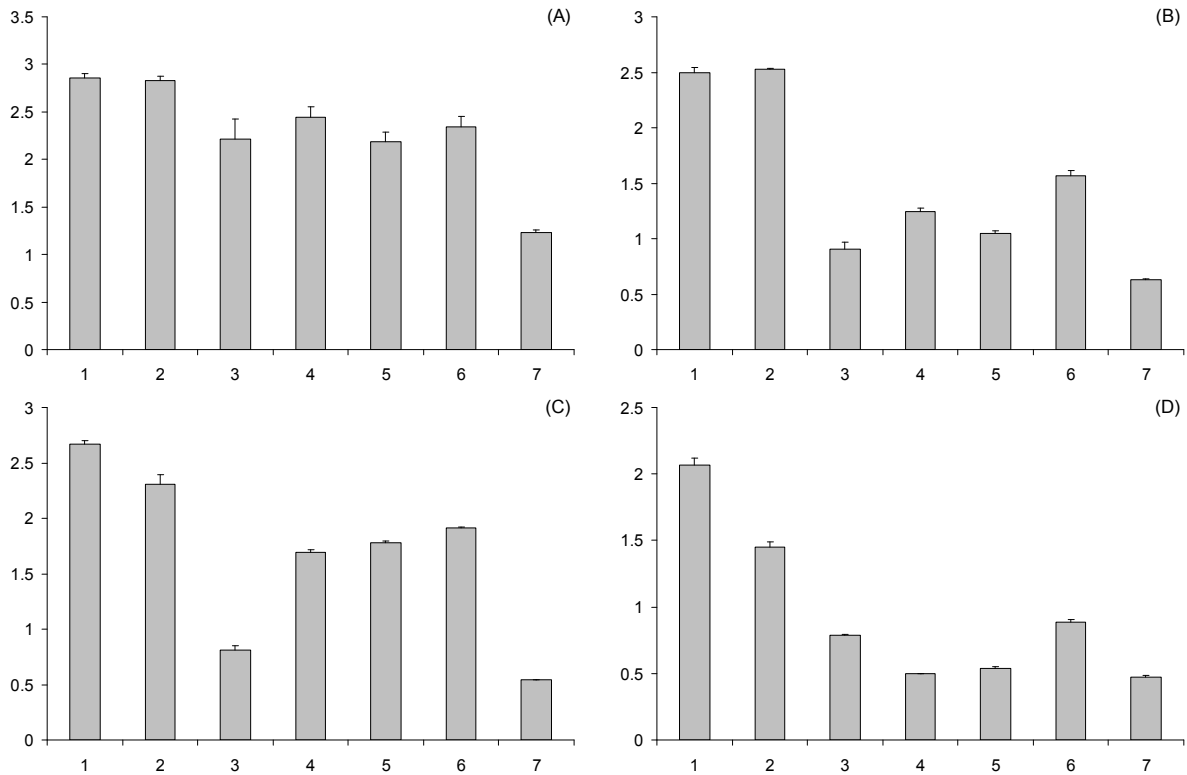


Fig. 3. ELISA analysis of extracted soy proteins with soy specific polyclonal antibody or with soy allergic patients' sera. lane 1: raw soybean, lane 2: autoclaved soybean, lane 3: autoclaved, fermented with *Aspergillus oryzae*, lane 4: autoclaved, fermented with *Bacillus subtilis*, lane 5: autoclaved, fermented with *Aspergillus oryzae*, *Bacillus subtilis*, lane 6: autoclaved, fermented with *Lactococcus lactis*, *Aspergillus oryzae*, lane 7: autoclaved, fermented with *Lactococcus lactis*, *Aspergillus oryzae*, *Bacillus subtilis*. Microtiter plate were coated with extracted soy proteins and antigen-antibody reactions were detected with anti-soy protein polyclonal antibody (A) or 3 individual soy allergic patient's serum (B-D).

단백질의 알레르기성과 항원성의 변화는 콩 단백질 특이 다클론 항체 또는 콩에 대해 알레르기 반응을 일으키는 환자들의 혈청을 이용하여 면역반응검사법으로 확인되었다. 콩 단백질은 니아신 생성균주 *L. lactis* subsp. *lactis* IFO12007와 황국균 그리고 고초균을 이용한 3단 발효에 의해 가장 강력한 분해가 이루어졌다. 3단 발효 후 콩의 알레르기성 및 항원성도 크게 감소되었다. 본 연구에서 확인된 3단 발효법은 콩의 알레르기성을 저하시키는 강력한 방법 중의 하나이다.

감사의 글

본 연구는 2012년도 지식경제부에서 지원하는 지역연구 산업육성사업(RIS)에 선정된 대구한의대학교 RIS 약선식품브랜드화사업단(접수번호: A000900017) 연구 사업비의 일부로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

문헌

1. Samson HA. 2004. Update on food allergy. *J Allergy Clin Immunol* 113: 805-819.
2. Hill DJ, Hosking CS, Heine RG. 1999. Clinical spectrum of food allergy in children in Australia and South-East Asia:

- Identification and targets for treatment. *Ann Med* 31: 272-281.
3. Beyer K, Morrow E, Li XM, Bardina L, Bannon GA, Burks AW, Sampson HA. 2001. Effects of cooking methods on peanut allergenicity. *J Allergy Clin Immunol* 107: 1077-1081.
4. Shek LP, Cabrera-Morales EA, Soh SE, Gerez I, Nq PZ, Yi FC, Ma S, Lee BW. 2010. A population-based questionnaire survey on the prevalence of peanut, tree nut, and shellfish allergy in 2 Asian populations. *J Allergy Clin Immunol* 126: 324-331.
5. Dalal I, Binson I, Reifen R, Amitai Z, Shohat T, Rahmani S, Levine A, Ballin A, Somekh E. 2002. Food allergy is a matter of geography after all: sesame as a major cause of severe IgE-mediated food allergy reactions among infants and young children in Israel. *Allergy* 57: 362-365.
6. Wieslander G, Norbaeck D. 2001. Buckwheat allergy. *Allergy* 56: 703-704.
7. Lee CY. 1989. Korean soy seasonings and culture. *Food Sci Ind* 22: 3-7.
8. Park CK, Hwang IK. 1995. Consumption pattern of Korean traditional soy sauce and consumer sensory evaluation. *J Korean Agric Chem Soc* 11: 521-526.
9. Kim JK, Kim CS. 1980. The taste components of ordinary Korean soy sauce. *J Korean Agric Chem Soc* 23: 89-105.
10. Kim SH, Kang HR, Kim KM, Kim TB, Kim SS, Chang YS, Kim CW, Bahn JW, Kim YK, Cho SH, Park HS, Lee JM, Min HU, Hong CS, Kim NS, Kim YY. 2003. The sensitization rates of food allergens in a Korean population: a multi-center study. *J Asthma Allergy Clin Immunol* 23:

- 502-514.
11. Bernhisel-Broadbent J, Scanolon S, Strause D, Sampson HA. 1992. Clinical relevance of altered fish allergenicity secondary to various preparation methods. *J Allergy Clin Immunol* 90: 622-629.
 12. Son DY, Lee BY, Shon DW, Lee KS, Ahn KM, Nam SY, Lee SI. 2000. Allergenicity changes of soybean proteins by thermal treatment. *Korean J Food Sci Technol* 32: 959-963.
 13. Awazuhara H, Kawai H, Maruchi N. 1997. Major allergens in soybean and clinical significance of IgG4 antibodies investigated by IgE- and IgG4-immunoblotting with sera from soybean-sensitive patients. *Clin Exp Allergy* 27: 325-332.
 14. Bradford M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Anal Biochem* 72: 248-254.
 15. Laemmli UK. 1970. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. *Nature* 227: 680-685.

(2012년 4월 19일 접수; 2012년 5월 14일 채택)