

## Therapeutic Antiallergy Effect of Fermented Soy Curd by *Pediococcus inopinatus* Y2

Moon-Sun Kang<sup>1</sup>, Young-Geun Lee<sup>1</sup>, Han-Soo Kim<sup>1</sup>, Hun-Sik Chung<sup>1</sup>, Dae-Youn Hwang<sup>2</sup> and Dong-Seob Kim<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Food Science & Technology, Pusan National University, Miryang 50463, Korea

<sup>2</sup>Department of Biomaterials Science, Pusan National University, Miryang 50463, Korea

Received December 19, 2018 / Revised January 25, 2019 / Accepted January 28, 2019

The use of fermented soy curd as a functional substance has been actively studied due to the anti-inflammatory and antiallergic activity of soybean protein hydrolyzate by enzymes of lactic acid bacteria. The present study investigated the potential of soy curd as a treatment for atopic dermatitis (AD). *Pediococcus inopinatus* Y2 (*P. inopinatus* Y2) lactic acid bacteria were inoculated into soy milk and fermented (30°C, 24 hr). Changes in body weights, ear thicknesses, IgE concentrations, and weights of immune organs in ICR female mice were quantified. Moderate weight gain occurred in most of the groups. The ear thickness was lowest in the untreated group (no group), and it was allergic and thickened in the phthalic anhydride (PA) treatment group. Based on visual observations, as compared with the skin condition of the PA-induced AD group, the skin condition of the animals in the fermented soy curd (FSC) group was improved. Therefore, FSC by lactic acid bacteria seemed to improve AD. Based on the comparison of the weights of the spleen, thymus, and lymph nodes, as well as the results of the IgE analysis, soy milk, in addition to FSC, had a therapeutic effect. However, the anti-allergy effects of FSC in terms of AD were far superior to those of soy milk. These results indicated that FSC can be used as a treatment for AD.

**Key words** : Atopic dermatitis, anti-allergy, fermented soycurd, lactic acid bacteria, *Pediococcus inopinatus* Y2

### 서 론

현대사회에서 생활환경의 변화, 공해, 스트레스 등의 각종 환경인자의 증가로 인하여 천식 및 알레르기비염, 아토피 피부염(이하 알레르기질환)은 해마다 그 유병률이 증가하는 추세이다[14]. 건강보험심사평가원이 국내의 최근 5년간(2009-2013년)의 '알레르기성 접촉피부염'에 대해 분석한 결과 5년간 약 21%가 증가하여 연평균 5.0%의 증가율을 보이는 것으로 조사되었다[5, 6]. 알레르기(allergy)란 항원(allergen)으로부터 반복적인 노출에 따라 비정상적으로 발생하는 과민반응의 일종으로 만성염증 질환이다[23]. 알레르기의 대표적인 질환으로 두드러기, 비염, 천식, 아토피 등이 있으며 아토피 피부 질환은 이들 중에서도 빈번히 발생하는 질병이다. 알레르기성 피부염은 습진, 가려움증(소양증), 홍반, 두드러기 등의 증상이 나타나며 인체 면역기관과 밀접하게 관련이 있는 것으로 보고

되고 있다[4]. 면역계에는 항원에 대하여 신체를 지키기 위한 여러 가지 방어 메카니즘이 있다. 알레르기성 피부질환의 주된 메카니즘으로 항원이 수지상 세포에 의해 흡수되어 T세포에 제공되며, Th<sub>2</sub> type의 사이토카인 IL (Interleukin)-4, IL-5, IL-13 등의 생성을 증가시킨다고 알려져 있다[9, 17]. 이와 같이 증가된 IL-4와 IL-13은 B세포를 활성화시켜 IgE 항체 생산을 증가시키며 비만세포와의 결합(IgE-Fcε RI complex) 및 호산구의 침윤을 증대시키고, IL-5는 호산구의 발달, 생존과 활성화에 중요한 역할을 한다[12]. 이렇게 아토피 피부염은 외부 항원에 반응하여 생성된 IgE로 인한 비만세포의 활성화에 따른 면역체계 혼란으로 발생하는 만성 염증질환이다.

콩은 단백질과식이섬유가 풍부하며 인지질, 이소플라본 등 다양한 효과를 가진 성분이 많이 포함되어 있다[1,5]. 콩의 섭취는 암, 비만, 심장혈관질환[8], 위점막병변[22], 죽상경화증, 고혈압 예방[2] 등 건강에 긍정적인 작용을 한다[13]. 이러한 콩의 생리활성 효과는 원료인 콩에서 유래하는 것과 발효과정 중 분해되거나 생성되는 성분에 의해 나타나는 것으로 추정된다[3]. 콩을 원료로 하는 발효식품인 된장, miso 등은 발효 미생물의 유래 효소에 의해 분해 작용 및 합성이 일어나 다양한 생리활성 물질을 생산하게 되는데 대표적인 유용물질에는 유산균의 가수분해 효소에 의한 대두 이소플라본과 대두단백질 가수분해물 등이 있다[16]. 이들의 항염증 및 항알레르기 등의

#### \*Corresponding author

Tel : +82-55-350-5356, Fax : +82-55-350-5359

E-mail : [kds@pusan.ac.kr](mailto:kds@pusan.ac.kr)

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

효과로 인해 발효 콩 추출물을 기능성 소재로 활용하려는 연구가 활발히 이루어지고 있다[7, 11, 18].

본 연구에서는 알레르기 치료의 대안으로 백태(노란콩)로 만든 두유에 *Pediococcus inopinatus* Y2 (*P. inopinatus* Y2) 유산균을 접종한 유산균 발효 두유커드를 제조하여 콩의 기존 다양한 물질들과 유산균의 발효에 따른 복합적인 작용(기능성 단백질 가수분해물의 증가, 대두이소플라본 생성[7, 13] 등)이 콩의 기능성을 향상시켜 더불어 상승효과를 나타낼 것으로 예상하였다. 따라서 유산균 발효 두유커드가 화학적으로 유도된 알레르기성 피부질환 마우스 모델에 있어 항알레르기 효과가 있는지 알아보기 위하여 마우스의 체중, 면역기관, 형태학적, 그리고 혈청학적 등으로 미치는 영향을 분석하고 천연 기능성 식품으로서의 가능성을 평가하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 실험 동물

본 연구에서 수행된 모든 동물 실험 절차는 부산대학교 동물실험윤리위원회(PNU-IACUC)에 의해 심사를 거쳐 적합한 것으로 승인(승인번호: PNU-2018-1861)을 받아 수행하였다. 알레르기성 피부질환에 대한 유산균 발효 두유커드의 치료효능을 살펴보기 위해 생후 6주령 암컷 ICR 마우스 35마리를 실험에 사용하였다. 동물실험은 12시간의 조명주기(08:00-20:00)로 SPF 조건아래에서 온도 22±1℃와 상대습도 50±5%로 관리되었고, 물과 식이는 자유급여(*ad libitum*)하도록 하였다.

### 동물실험 설계

ICR 계 암컷 마우스 35마리를 임의로 선택하여 5그룹으로 나누었다. 7마리는 알레르기성 피부질환을 유발시키지 않은 정상대조군으로 설정하였고, 나머지 28마리는 Kang [7]의 방법에 따라 Phthalic anhydride (PA)를 4:1(v/v) acetone-olive oil (AOO)에 녹인 15% PA용액을 주3회, 4주 동안 마우스 양쪽 귀의 등쪽에 반복적으로 도포하여 화학적으로 알레르기성 피부질환을 유발하였다. Phthalic anhydride (PA) 처리군을 Ve (Vehicle), SM (Soy milk), FSC (Fermented soycurd) 투여군으로 나누었고, FSC투여군은 다시 저농도 투여군(Low)과 고농도 투여군(High)으로 나누었다.

### FSC와 SM의 제조

백태로 만든 멸균 두유에 부산대학교 식품공학과 미생물 실험실에서 선별된 유산균 *P. inopinatus* Y2를 2%(v/v) 농도로 접종[13]하여 30℃에서 24시간 발효시킨 두유커드(Fermented soycurd, FSC)와 유산균으로 발효하기 전의 두유(Soy milk, SM)를 각각 homogenizer로 균질화한 뒤, 진공동결건조(FD 8512, Ilshinbiobase Co., Dongduchon, Korea)하였다. 건조된 FSC 및 SM을 분쇄(HMF-3100S, Hanil Electric Co., Seoul,

Korea)하여 분말화 하였다. FSC와 SM은 -70℃에 보관하며 사용하였다[7].

### FSC 및 SM의 투여 방법과 투여 농도

투여는 주요 적용경로인 경구투여로 하였으며, 투여방법은 마우스 경구투여용 зонде(Zonde)를 이용하여 마우스 위 내에 직접 주입하였다. 투여액은 투여 직전에 Kang [7]의 방법에 따라 다음과 같이 제조하였다. PA 처리군 중에 Ve 투여군(n=7)은 시료용액 대신 용매(Vehicle)인 dH<sub>2</sub>O만을 투여하였다. SM 투여군(n=7)은 dH<sub>2</sub>O에 SM 분말 10 mg/kg body weight를 용해시켜 제조하였다. FSC 투여군 중에서 저농도(Low) 그룹(n=7)은 5 mg/kg body weight, 고농도(High) 그룹(n=7)은 10 mg/kg body weight의 농도로 FSC 분말을 dH<sub>2</sub>O에 용해시켜 투여하였다. 투여 횟수는 주3회로 4주 동안 투여하였으며, 체중 20 g 당 200 µl을 투여액량으로 산출하였다.

### 해부 및 장기 적출

4주 동안의 경구투여 기간이 끝난 실험동물을 alfaxalone (Alfaxan®; Careside, Gyeonggi do, Korea) 및 xylazine (Rompun®; Bayer Korea, Seoul, Korea) (1:1)을 근육주사(I.M)하여 마취시켰다. 복부 하대정맥에서 혈액을 채취하였으며 주요 내부 장기의 병변을 육안으로 관찰하고, 귀 조직과 신장, 간, 비장, 림프절, 흉선 등을 적출하였다.

### 체중, 장기 중량 및 귀 두께 측정

PA에 의해 유발된 알레르기성 피부염 정도를 측정하기 위해 두께 게이지(Digimatic Indicator, Matusutoyo Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 귀 두께를 측정하였다. 체중변화와 귀 두께는 주1회 측정하여 변화를 관찰하였다. 림프절, 비장, 흉선 등의 장기조직은 적출한 후 생리식염수에 씻고 표면의 수분을 제거하여 중량 측정 및 크기 비교하였다.

### 효소면역측정법에 의한 혈청 IgE 분석

혈청 IgE 농도는 채취한 혈청을 1:1,600으로 희석한 뒤, Sandwich ELISA 방법을 이용하여 분석하였다[7, 15]. 분석을 위해 ELISA kit (Shibayagi, Inc., Gunma, Japan)를 사용하였다. 최종적으로 얻은 반응물은 450 nm에서 흡광도 값을 측정하였다.

### 통계학적 분석

일원 배치 분산 분석(one-way ANOVA) (SPSS for Windows, Release 10.10, Standard Version, Chicago, IL)을 이용하여 동물실험에서의 No그룹과 PA처리군 간에 유의한 차이가 있는지 분석하였다. 또한, PA처리군에서 SM, Low 및 High 그룹과 Ve그룹 간의 유의성은 post-hoc test에 의해 분산 및 유의수준으로 평가하였다. 모든 값은 평균±표준 편차로 나타

내었고, 0.05 미만의 p값은 유의한 차이를 나타내는 것으로 간주되었다.

### 결과 및 고찰

#### 체중의 변화

PA에 의해 화학적으로 유도된 atopic dermatitis 모델에서 *P. inopinatus* Y2로 발효된 두유커드와 발효시키지 않은 두유의 섭취가 체중증가에 미치는 영향을 비교하기 위해 마우스 체중의 변화를 측정 하였다. 실험결과 대부분의 그룹들이 완만한 체중 증가를 보였다. Ve그룹은 PA처리를 시작한 후 급격한 체중저하가 나타났으나 다시 완만하게 증가하는 경향을 보였다. No그룹과 PA 처리그룹인 Ve, SM, FSC 그룹에서 체중의 유의한 차이는 발견되지 않았다(Fig. 1). 이러한 결과는 PA, Ve, SM 그리고 FSC 처리가 마우스의 체중 변화를 유도하지 않는다는 것을 나타낸다.

#### 장기중량의 변화와 발효 두유커드의 치료효과

발효 두유커드의 알레르기 억제 반응을 측정하기 위해 PA로 알레르기성 피부염을 유발시킨 후 알레르기를 유발하지 않은(No) 그룹과 발효시키지 않은 두유(SM), 그리고 유산균 발효 두유커드(FSC) 투여 그룹의 비교실험을 수행하였다. 알레르기 면역에 관련된 기관들은 비장, 흉선, 림프절 등이 있다. 흉선은 일차 림프기관으로 림프구의 성숙이 일어나는 곳이며, T세포의 발생과 성숙이 일어난다. 림프절과 비장은 이차 림프기관으로 항원이 수집되고 성숙한 림프구가 항원과 작용한다. 그 밖에도 비장은 혈류 속에 존재하는 항원에 대한 면역반응을 유발시키는 중요한 역할을 수행하는 곳이다[19]. 알레르기

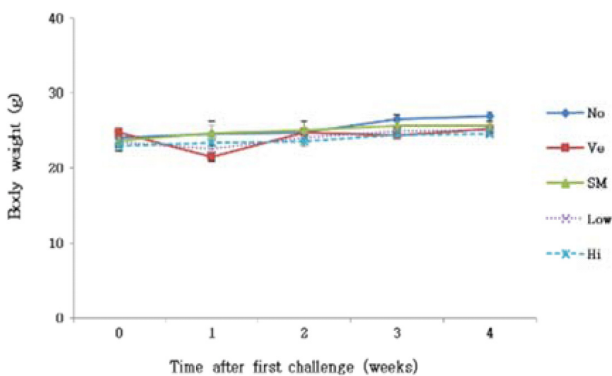


Fig. 1. Effects of fermented soycurd intake on body weight. Body weights of mice in the five groups were measured with a chemical balance. Soy milk and fermented soycurd were orally administered and PA solution was repeatedly applied to the dorsum of the ICR mice ear. Values are expressed as the Means  $\pm$  SD (n=7) of 7 independent mice. No significant difference in body weight was detected No group or Ve group after any of the treatments.

성 또는 감각 가능성이 있는 제제의 작용에 따라 림프절의 무게가 증가한다고 알려져 있다[20]. 이전 연구에서 PA 처리에 의해 ICR mice의 비장과 흉선, 림프절이 증가되었으며, 알레르기성 피부질환이 유발되었다고 보고된 바가 있다[7, 15, 21]. 이에 따라 알레르기성 피부질환에 따른 마우스의 면역 반응 결과를 알아보기 위해 면역기관인 Spleen (비장), Lymph node (림프절) 등의 장기를 채취하여 그 무게를 측정하였다 (Table 1).

마우스의 비장을 관찰해 보았을 때, No 그룹은 무게가 현저하게 낮은 반면 Ve는 가장 높게 나왔으며, 그 다음으로 SM그룹, Low그룹, High그룹순으로 무게가 높게 나타났다(Fig. 2A). Ve 그룹과 비교하였을 때, 두유 섭취와 발효 두유커드의 섭취는 비장의 중량을 유의하게 감소시켰다. High 그룹이 비장의 무게가 가장 작게 나가는 것으로 보아 유산균 발효 두유커드가 알레르기 치료에 긍정적인 효과를 미쳤을 것이라 추정할 수 있다.

마우스의 림프절 중 알레르기성 피부염이 유발된 귀에 가장 가까운 림프절인 하악림프절(mandibular lymph node)을 위주로 관찰하였다. 림프절에서 No그룹은 상당히 낮은 수치를 보였고 비장의 중량 차이와 같이 Ve그룹이 가장 높게 나타났고, High그룹이 가장 낮은 수치를 나타내었다(Fig. 2B). Ve 그룹과 비교하였을 때, 유산균 발효 두유커드의 섭취는 하악림프절의 중량을 유의하게 감소하였다. 육안으로 관찰하여도 림프절 크기는 상당히 큰 차이를 보였다. PA의 처리는 No그룹의 마우스와 비교하였을 때 림프절의 크기 증가를 유도하였고, SM 그룹은 Ve그룹과 큰 차이를 보이지 않았다. 그러나 두유커드를 섭취한 Low그룹과 High 그룹은 육안으로 보아도 림프절의 크기를 크게 감소시켜 알레르기 유발을 억제할 수 있음을 보여주었다.

결론적으로 비장과 림프절의 장기 중량을 측정하여 비교해 본 결과, PA 처리군의 알레르기성 피부질환이 잘 유발되었으며 발효하기 전의 두유로 경우투여한 그룹도 치료효과가 있었으나 유산균 발효 두유커드의 알레르기 치료효과가 더 탁월하다는 것을 알 수 있었다.

Table 1. Differences in immune organ weight

Group	Weight of organs (g)	
	Spleen	Lymph node
No	0.1097 $\pm$ 0.0101	0.0063 $\pm$ 0.0013
Ve	0.2031 $\pm$ 0.0277 <sup>a</sup>	0.0279 $\pm$ 0.0011 <sup>a</sup>
SM	0.1609 $\pm$ 0.0105 <sup>ab</sup>	0.0236 $\pm$ 0.0024 <sup>a</sup>
Low	0.1564 $\pm$ 0.0077 <sup>ab</sup>	0.0209 $\pm$ 0.0024 <sup>ab</sup>
High	0.1501 $\pm$ 0.0050 <sup>ab</sup>	0.0149 $\pm$ 0.0027 <sup>ab</sup>

Data shown are the means  $\pm$  SD (n=7) of 7 independent mice. a, p<0.05 is the significance level compared to the No group. b, p<0.05 is the significance level compared to the PA+Vehicle treated group by Tukey's multiple range test.

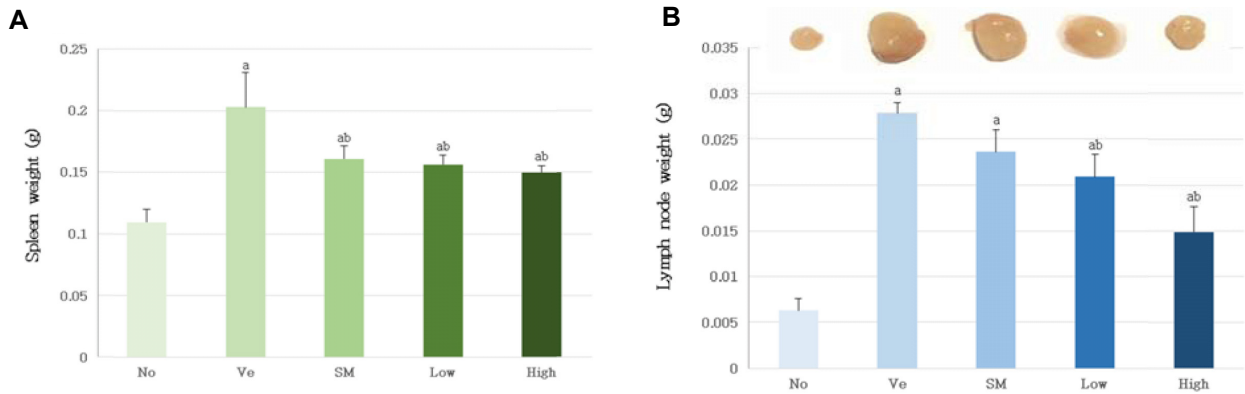


Fig. 2. Changes in immune organ weight. Differences in organ weights of ICR mice. After final application, the weights of three organs, including the spleen, and lymph nodes, were measured by following the procedure described in Materials and Methods. (A) The spleen weight were analyzed using a chemical balance. (B) The mandibular lymph node were harvested from the neck regions of the mice using a microscissors and they were weighted using a chemical balance. Differences in mandibular lymph node. The lymph node of mice in the five groups were observed by photo images taken after harvested. Data shown are the means  $\pm$  SD (n=7) of 7 independent mice. a,  $p < 0.05$  is the significance level compared to the No group. b,  $p < 0.05$  is the significance level compared to the PA+Vehicle treated group by Tukey's multiple range test.

**귀 두께와 형태학적 변화**

유산균 발효 두유커드의 알레르기성 피부염 억제에 대한 형태학적 변화를 살펴보기 위해 ICR 마우스의 귀 두께와 형태를 4주 동안 관찰하였다. PA 처리에 따라 2주에서 4주까지 귀 두께가 점차 증가하는 경향을 보였다. Low 그룹의 4주차 귀 두께는  $0.6944 \pm 0.002$  mm, SM 그룹은  $0.6590 \pm 0.0347$  mm로 Ve 그룹의  $0.6898 \pm 0.0416$  mm와 큰 차이가 없었다. High 그룹도 2주와 3주에 서서히 두께가 증가했으나 4주차에  $0.5980 \pm 0.0477$  mm로 PA 처리군 중에서 가장 낮은 수치를 보였다(Fig. 3). PA로 유도된 아토피성 피부염 유발 마우스의 피부 변화 상태를 육안으로 확인한 결과(Fig. 4), Ve그룹에서 No 그룹에

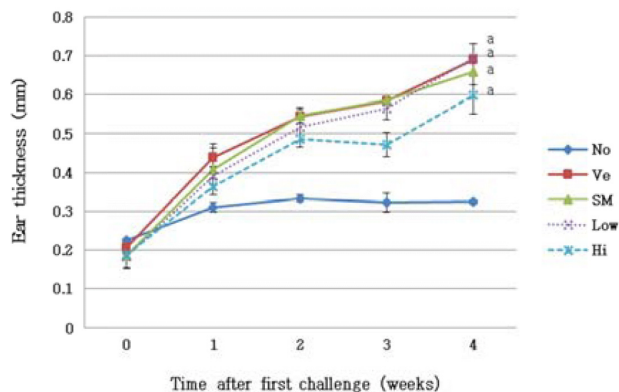


Fig. 3. Difference in ear thickness. PA solution was repeatedly applied to the dorsum of ears of ICR mice during oral gavage of soymilk and fermented soycurd. After 4 weeks, ear thickness was observed. Data shown are the Means  $\pm$  SD (n=7) of 7 independent mice. a,  $p < 0.05$  is the significance level compared to the No group by Tukey's multiple range test.

비하여 귀 정맥의 윤곽이 두껍고 뚜렷하게 나타났으며 귀의 색은 옅은 살색에서 진한 빨강과 진한 갈색으로 바뀌었다. 그 밖에도 염증과 진물, 피부건조 및 탈락 등이 유발되었다. 귀의 형태는 PA와 두유커드를 동시에 처치한 후 크게 변화하였다. Ve 그룹에 비해 Low그룹과 High 그룹의 피부상태가 많이 호전됨을 확인 할 수 있었다. 이를 통해, 유산균 발효 두유커드가 PA 처리에 의해 유발된 귀와 귀 정맥의 두께 증가 및 알레르기성 피부염을 회복시킬 수 있음을 확인하였다.

**혈청학적 분석과 발효 두유커드의 치료효과**

아토피 피부염은 유전적인 가족력과 음식섭취 등 여러 가지 요인으로 인해 유입된 항원물질에 대한 면역반응[21]으로 혈중 총 IgE와 IgE 항체의 증가로 인해 나타나는 복합적 질환으

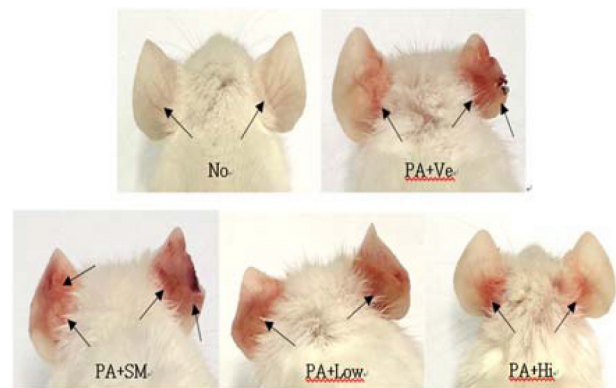


Fig. 4. Ear phenotypes. PA solution was repeatedly applied to the dorsum of ears of ICR mice during oral gavage of soymilk (SM) and fermented soycurd (FSC). After 4 weeks, phenotypes were observed. Arrowhead indicates the ear vein and skin inflammation.

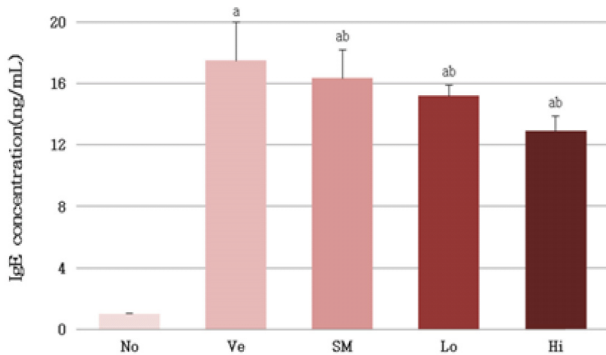


Fig. 5. Changes in serum IgE concentration. The serum IgE concentration in ICR mice were analyzed. Serum was collected from the abdominal vein of mice. Serum IgE concentration was quantified by ELISA. Data shown are the Means  $\pm$  SD (n=7) of 7 independent mice. a,  $p < 0.05$  is the significance level compared to the No group. b,  $p < 0.05$  is the significance level compared to the PA+Vehicle treated group by Tukey's multiple range test.

로 알려져 있다. IgE 항체의 증가는 알레르기 면역 반응을 포함하여 알레르기성 피부질환의 지표이다[10, 24]. 이에 따라 두유와 유산균 발효 두유커드가 PA로 알레르기성 피부질환이 유발된 마우스의 치료에 효과가 있는지 알아보기 위해 혈청 IgE를 평가하여 IgE 농도의 증가를 억제할 수 있는지 분석하였다(Fig. 5).

No와 Ve 그룹을 비교하였을 때, PA 용액의 반복적인 처리가 혈청 IgE 농도를 증가시켜 알레르기를 유발하였다. SM 그룹과 Low, High 그룹에서는 IgE 농도의 유의적인 감소가 관찰되었다. SM그룹보다 농도가 낮은 Low 그룹이 IgE 농도 증가를 더 억제하였고, High그룹은 이들 중 가장 억제능력이 높았다. 이러한 결과는 두유는 알레르기 유발을 억제하는 효능이 있으며, *P. inopinatus* Y2로 발효한 두유커드가 발효하지 않은 두유보다 IgE 농도 감소와 알레르기성 피부염 치료에 크게 기여하는 것으로 생각된다.

### 결론

본 연구의 결과는 유산균 발효 두유커드가 항알레르기 치료에 효과가 있음을 보여주었다. 콩의 발효가 알레르기성 피부염 치료에 미치는 효과를 확인하기 위해, 백태로 만든 두유에 *Pediococcus inopinatus* Y2 (*P. inopinatus* Y2) 유산균을 접종하였고 발효시키지 않은 두유와 비교 분석하였다. PA로 화학적으로 유발시킨 알레르기성 피부염 마우스를 이용하여 동물실험을 진행하였다. *P. inopinatus* Y2로 발효된 두유커드와 발효시키지 않은 두유를 섭취한 마우스의 체중변화, 귀 두께와 귀의 형태학적 변화, 마우스의 장기 중량, 혈청학적 분석 등을 시행하였고 발효 전 두유도 치료효과가 있었으나 유산균 발효 두유커드를 섭취한 그룹의 알레르기 치료효과가 더 탁월하다

는 것을 확인하였다. 따라서 발효 두유커드는 알레르기성 피부질환에 관련하여 항알레르기 효과가 있는 것으로 판단되며 천연 기능성 식품으로서의 가치가 높을 것으로 여겨진다.

### 감사의 글

이 논문은 부산대학교 기본연구지원사업(2년)에 의하여 연구되었음.

### References

- Anderson, J. J. B., Anthony, M., Messina, M. and Garner, S. C. 1999. Effects of phyto-estrogens on tissues. *Nutr. Res. Rev.* **12**, 75-116.
- Appel, L. J., Moore, T. J., Obarzanek, E., Vollmer, W. M., Svetkey, L. P., Sacks, F. M., Bray, G. A., Vogt, T. M., Cutler, J. A., Windhauser, M. M., Lin, P. H., Karanja, J. and Lawrence, J. 1997. A clinical trial of the effects of dietary patterns on blood pressure. *N. Engl. J. Med.* **336**, 1117-1124.
- Cui, C. B., Oh, H. S., Park, J. C., Nam, K. B., Lee, D. S. and Ham, S. S. 2004. Antioxidative, antimutagenic and cytotoxic effects of functional food manufactured from fermented soybean extract. *Kor. J. Food Preserv.* **11**, 214-220.
- Donald, Y. L. 2000. Atopic dermatitis: New insights and opportunities for therapeutic intervention. *J. Allergy Clin. Immunol.* **105**, 860-876.
- Health Insurance Review & Assessment Service. 2014. 'Allergic contact dermatitis': Health Insurance Review & Assessment Service Press Releases., 1-5.
- Joo, E. Y. and Park, C. S. 2011. Antioxidant and fibrinolytic activities of extracts from soybean and Chungkukjang (Fermented Soybean Paste). *Kor. J. Food Preserv.* **18**, 930- 937.
- Kang, M. S. 2019. Proteolytic activity and Anti-allergic Effect of Soycurd Fermented by Lactic Acid Bacteria. (Master's degree), *Pusan National University*.
- KD Setchell and Cassidy, A. 1999. Dietary isoflavones: Biological effects and relevance to human health. *J. Nutr.* **129**, 758-767.
- Kevin, D. C. 1994. Atopic dermatitis: recent trends in pathogenesis and therapy. *J. Invest. Dermatol.* **102**, 128-137.
- Kim, H. A., Yun, M. Y., Song, H. H., Cheong, K. J. and Yoo, H. S. 2010. Effects of lavender, lemon and eucalyptus essential oil on Th2 related factors of DNCB-induced atopy dermatitis in NC/Nga mice model. *J. Pharmacopuncture* **13**, 53-61.
- Kim, J. I. 2011. Health benefits of soybean-prevention of chronic degenerative disease. *Korea Soybean Digest* **28**, 37-42.
- Kim, M. N., Shin, B. J., Tak, W. J., Ro, B. I. and Park, A. J. 2002. Eosinophil counts in peripheral blood, serum, total IgE, eosinophil cationic protein, IL-4 and soluble E-selectin in atopic dermatitis. *Kor. J. Dermatol.* **40**, 1367-1373.
- Kim, S. I. 2017. Bioconversion of soybean by lactic acid bacteria which produce soy curd with improved sour taste. (Master's degree), *Pusan National University*.

14. Koo, H. J., Lee, S. M., Lee, S. P. and Han, E. A. 2014. Association of body mass index with asthma, allergy rhinitis and atopic dermatitis among adolescents in Incheon, South Korea. *Allergy Asthma Respir. Dis.* **2**, 243-250.
15. Kwak, M. H. 2014. Quantification of therapeutic and allergic response on atopic dermatitis using IL-4/Luc/CNS-1 transgenic mice. (Master of Engineering), *Pusan National University*.
16. Lee, S. Y., Eom, J. S. and Choi, H. S. 2017. Quality characteristics of fermented soybean products produced by lactic acid bacteria isolated from traditional soybean paste. *Kor. J. Food Preserv.* **24**, 187-195.
17. Mosmann, T. R., Cherwinsky, H., Bond, M. W., Giedlin, M. A. and Coffman, R. L. 1986. Two types of murine helper T cell clone. I. definition according to profiles of lymphokine activities and secreted proteins. *J. Immunol.* **136**, 2348-2357.
18. Park, J. H., Park, M. N., Lee, I. S., Kim, Y. K., Kim, W. S. and Lee, Y. S. 2010. Effects of soy protein, its hydrolysate and peptide fraction on lipid metabolism and appetite-related hormones in rats. *Kor. J. Nutr.* **43**, 342-350.
19. Shon, M. Y. and Nam, S. H. 2007. Effect of eucommia ulmoides extracts on allergic contact dermatitis and oxidative damage induced by repeat elicitation of DNCB. *J. Kor. Soc. Food Nutr.* **36**, 1517-1522.
20. Stahlmann, R, W. M. and Riecke, K. 2006. Sensitising potential of four textile dyes and some of their metabolites in a modified local lymph node assay. *Toxicology* **219**, 113-123.
21. Sung, J. E., Kwak, M. H., Kim, J. E., Lee, Y. J., Kim, R. U., Kim, E. A., Lee, G. Y., Kim, D. S. and Hwang, D. Y. 2013. Therapeutic effects of fermented soyocrud on phenotypes of atopic dermatitis induced by phthalic anhydride. *Lab. Anim. Res.* **29**, 103-112.
22. Takehawa S., M. T. and Arakawa Y. 2006. The protective effect of the soybean polyphenol genistein against stress-induced gastric mucosal lesions in rats, and its hormonal mechanisms. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.* **52**, 274-280.
23. The Korean Academy of Asthma, A. a. C. I. 2002. Asthma and Allergic Diseases. *Koonja Publishing Co.*, 431-433.
24. Van der Kleij, H. P., Kraneveld, A. D., van Houwelingen A. H., Kool, M., Weitenberg, A. C., Redegeld, F. A. and Nijkamp, F. P. 2004. Murine model for non-IgE-mediated asthma. *Inflammation* **28**, 115- 125.

### 초록 : 항알레르기에 대한 *Pediococcus inopinatus* Y2 유산균 발효 두유 커드의 치료 효과

강문선<sup>1</sup> · 이영근<sup>1</sup> · 김한수<sup>1</sup> · 정현식<sup>1</sup> · 황대연<sup>2</sup> · 김동섭<sup>1\*</sup>

(<sup>1</sup>부산대학교 식품공학과, <sup>2</sup>부산대학교 바이오소재과학과)

본 실험에서는 *Pediococcus inopinatus* Y2 (*P. inopinatus* Y2) 유산균으로 발효시켜 제조한 발효 두유 커드가 알레르기성 피부질환의 치료에 미치는 효과를 확인하기 위해 알레르기 유발 ICR 마우스를 대상으로 4주간 경구투여한 이후, 마우스의 체중, 귀 두께, IgE 농도, 면역 기관 중량 및 혈청 IgE 농도 변화를 비교 분석하였다. 대부분의 동물실험 군은 적당한 체중 증가를 보였다. 귀 두께에서, 아무처리를 하지 않은 그룹(No group)이 가장 낮은 두께를 나타냈고, PA 처리 그룹이 알레르기가 유발되어 두꺼워졌다. PA로 유도된 AD 마우스를 육안으로 관찰하였을 때, 발효 두유 커드 투여그룹(FSC group)의 피부 상태는 더욱 개선되었다. 이에 따라 유산균에 의한 발효 두유 커드가 피부염을 회복시킬 수 있음이 확인되었다. 마우스의 비장과 림프절의 무게와 IgE 농도를 비교 한 결과, 두유를 투여한 그룹(SM group)도 치료 효과를 보였으나 발효 두유 커드의 알레르기 치료 효과가 더 우수 하였다. 결과적으로 발효 된 두유 커드가 알레르기성 피부질환을 개선 할 수 있음을 확인할 수 있었다.