J Korean Soc Food Sci Nutr
39(12), 1776~1782(2010)

한국식품영양과학회지
DOI: 10.3746/jkfn.2010.39.12.1776

식품 알레르기 마우스 모델에서 감태 물 추출물의 IgE 분비 억제 효과

송유진 · 이청조 · 김꽃봉우리 · 정지연 · 곽지희 · 최문경 · 김민지 · 안동현†
부경대학교 식품공학과/식품연구소

Effect of *Ecklonia cava* Water Extracts on Inhibition of IgE in Food Allergy Mouse Model

Eu-Jin Song, Chung-Jo Lee, Koth-Bong-Woo-Ri Kim, Ji-Yeon Jung, Ji-Hee Kwak, Moon-Kyoung Choi, Min-Ji Kim, and Dong-Hyun Ahn†

Dept. of Food Science and Technology/Institute of Food Science, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

Abstract

This research was done to verify the effect of *Ecklonia cava* water extracts (ECWE) on inhibition of allergic reactions using ovalbumin (OVA)-immunized food allergy mouse model. For *in vitro* test, 10~100 μg/mL of ECWE and OVA were added to splenocytes obtained from OVA-immunized mice. The significant reduction of IgE antibody level in culture supernatants of splenocytes was shown in ECWE adding group at all tested concentrations. In addition, ECWE decreased IL-4 and IFN-γ levels in supernatants of splenocytes. To confirm the effect of ECWE in *in vivo* test, ECWE was injected to peritoneal cavity of OVA-immunized mice. Subsequently, IgE level was measured in serum and cultured supernatants of splenocytes. As a result, the injection of ECWE (5 and 10 mg/kg·BW) significantly attenuated the secretion of IgE antibody in both serum and splenocytes. In conclusion, the present study indicates that ECWE could suppress in a food allergy mouse model through the inhibition of IgE secretion.

Key words: *Ecklonia cava*, anti-allergy, IgE

서 론

최근 생활환경과 식생활 패턴의 변화, 공해의 증가 그리고 유전적 영향 등의 복합적인 원인으로 인해 선진국을 중심으로 알레르기 발생빈도가 급격히 증가하고 있으며(1), 국내의 알레르기 환자 또한 꾸준히 증가하고 있는 추세이다(2). 알레르기는 면역계가 무해한 항원에 대해 민감하게 반응하여 신체에 이상반응을 일으키는 것으로, 식품 알레르기는 섭취한 식품이 항원으로 작용하여 즉시형 과민반응이 일어나는 것을 말한다(3). 대부분의 식품알레르기는 allergen-specific IgE(immunoglobulin E)에 의해 매개되며, 실제로 대표적인 알레르기성 질환인 비염, 천식, 아토피 피부염 등을 앓고 있는 환자들은 특정 항원에 대한 높은 혈청 IgE 분비량을 나타내는 것을 확인할 수 있다(4). IgE 항체는 분자 내 Fc fragment의 Cε3 domain을 통해 비만세포의 IgE receptor인 FcεRI과 결합한다. 동일한 항원에 의해 비만세포 표면의 IgE가 교차결합 되면 비만세포가 활성화 되어 histamine, proteoglycan, serine proteases, 염증성 cytokine 등과 같은 염증성 매개물들이 분비되고, 이들에 의해 알레르기 염증의 초기 반응이 일어난다. 게다가 이러한 화학 매개체들이 세포로부터 지속적으로 생산되고 방출되면 T cell과 eosinophil이 관여하는 후기 염증반응을 일으키게 된다(5). 따라서 알레르기 반응에 직접적으로 작용하는 allergen-specific IgE의 분비를 억제하는 것이 알레르기의 예방과 치료에 유용한 방법으로 발전되고 있다. 이에 많은 연구자들이 안전성이 입증된 천연물로부터 알레르기 치료에 효과적인 물질을 찾는 연구를 진행해 오고 있다. 이러한 연구의 결과로 생강(6), *Actinidia arguta*(7), *Siegesbeckia orientaml*(8), *Cissampelos sympodialis* Eichl(9) 등과 같은 다양한 육상 식물 및 생약재들이 IgE 분비 억제를 통한 알레르기 억제에 효과가 있는 것이 밝혀졌다. 뿐만 아니라 다양한 probiotics의 Th1/Th2 balance 조절을 통한 IgE 억제와 알레르기 치료 효과에 관한 연구가 최근 많은 관심을 받고 있다(10,11). 이와 함께 최근 다양한 생리활성을 가지고 있음이 밝혀지면서 새로운 면역조절제 후보로 떠오르고 있는 해조 다당류들 중 알긴산(12), 카라기난(13), 푸코이단(14) 등과 같은 다당류의 알레르기 억제 효과가 보고되면서 해조류의 면역조절 및 알레르기 억제 효능에 대한 연구도 관심을 끌고 있다.

†Corresponding author. E-mail: dhahn@pknu.ac.kr
Phone: 82-51-629-5831, Fax: 82-51-629-5824

감태는 다시마목(Laminariales) 미역과(Alariaceae)에 속하는 갈조류로 우리나라 제주도와 남해안 일대의 조하대에 널리 분포하는 해조류이다. 최근 감태의 다양한 생리활성이 밝혀지면서 감태가 식의약품의 원료로써 주목받고 있다. 특히, 감태는 다른 대형 갈조류에 비해 다량의 polyphenolic compound를 함유하는 것으로 알려져 있으며(15), 감태의 유기용매 추출물이나 이로부터 분리한 phlorotannins류들이 항염증(16), 항산화(17), 항바이러스(18), 항비만(19), 및 tyrosinase 저해 활성(20) 등의 다양한 생리활성을 가지는 것으로 밝혀졌다. 뿐만 아니라 감태 에탄올 추출물과 phlorotannins의 알레르기 억제 효과에 관한 연구가 다양하게 이루어졌다(21-23). 또한 감태에는 알긴산, 푸코이단, 라미나란과 같은 수용성 식이섬유들이 다량 함유되어 있으며(24), 최근 이러한 해조 유래 식이섬유들의 항염증 및 항알레르기 효과들이 밝혀지고 있다(12-14). 이에 본 연구에서는 감태 수용성 성분의 알레르기 억제 효과를 확인하기 위해 감태 물 추출물을 이용하여 OVA로 알레르기를 유발한 마우스의 IgE 분비량 및 Th1/Th2 balance 조절 효과에 대해 알아보았다.

재료 및 방법

실험 재료

감태는 제주도 연안에서 채취한 것을 구입하여 수도수로 깨끗이 씻어 이물질을 제거한 후 동결건조하고 분말화한 후 -20°C에 저장하며 실험에 사용하였다.

시약

Ovalbumin(OVA, Grade Ⅴ), aluminum hydroxide gel, bovine serum albumin(BSA), MTT reagent(thiazolyl blue tetrazolium bromide), DMSO(dimethyl sulfoxide)는 Sigma (St. Louis, MO, USA)에서, RPMI 1640은 GIBCO(Grand Island, NY, USA)에서, fetal bovine serum(FBS), penicilline/streptomycin은 Hyclone(Logan, UT, USA)에서, IFN-γ, IL-4, IgE ELISA set는 BD Bioscience(San Jose, CA, USA)에서 구입하여 사용하였다.

추출

감태 분말에 10배량의 에탄올을 가하고 교반하여 에탄올 분획을 얻고, 남은 잔사를 추출에 이용하였다. 잔사에 10배량의 증류수를 가하고 실온에서 24시간 교반하며 추출하였다. 추출 후 원심분리기(UNION 32R, Hanil Co., Incheon, Korea)를 이용하여 2000×*g*에서 10분간 원심분리한 후 상층액만 취하였다. 이 과정을 3회 반복하여 얻은 상층액을 여과지(Advantec 5A, Tokyo, Japan)로 여과한 후 rotary evaporator(RE 200, Yamato Co., Tokyo, Japan)로 감압 농축하였다. 농축액을 37°C에서 건조시킨 후 -20°C에서 보관하며 일정농도로 희석하여 사용하였다.

알레르기 유발 및 시험물질의 투여

실험동물은 6주령의 암컷 BALB/c 마우스를 (주)오리엔트바이오(Seoul, Korea)로부터 공급받아 실험동물실에서 일주일간 사육, 순화시킨 후 사용하였다. 사육실의 온도는 20±2°C, 상대습도 50±5%, 조명주기 12시간으로 조절하고, 물과 식이는 자유 급여시켰다. BALB/c 마우스(n=5 per group)의 복강에 20 μg/mL 농도의 OVA와 2.6 mg/mL의 aluminum hydroxide gel 혼합용액을 200 μL 주사하여 항원에 감작시켰다. 일주일 후 동일한 항원을 복강주사 하여 알레르기를 유발하였다. 알레르기가 유발된 실험동물에 PBS (Phosphate-buffer saline, pH 7.2)에 용해한 감태 물 추출물을 200 μL씩 이틀간격으로 10일간 복강주사 하였다. 마지막 주사 이틀 후 마우스로부터 혈액과 비장을 수집하여 실험에 사용하였다. 감태 추출물의 농도는 비장세포에 독성을 나타내지 않은 농도인 1 mg/mL(10 mg/kg·BW)을 최대농도로 하여 실험에 사용하였다.

비장세포 배양

경추 탈골법으로 희생시킨 마우스의 비장을 무균적으로 적출하고 tissue grinder로 균질화 하여 세포를 유리시켰다. 세포를 10% FBS를 첨가한 RPMI 1640에 현탁하고 hemacytometer를 이용하여 세포 수를 측정하였다. *In vivo* 실험에서는 2×10^6 cell/mL 농도의 세포에 PBS, concanavalin A(ConA, 3 μg/mL)를 첨가하여 배양기(37°C, 5% CO_2)에 72시간 배양하였다. *In vitro* 실험에서는 2×10^6 cell/mL 농도의 cell에 1 mg/mL 농도의 OVA(100 μg/mL)와 감태 물 추출물을 함께 첨가하여 72시간 배양하였다.

혈청 antibody 분비량 측정

마우스 혈청의 OVA-specific IgE, IgG1 및 IgG2a 함량을 Enzyme Linked Immunosorbent Assay(ELISA)법으로 측정하였다. ELISA microtiter plate(Nunc, Roskilde, Denmark)에 10 μg/mL의 OVA를 넣고 4°C에서 하룻밤 동안 방치하여 코팅시켰다. PBST(0.01 M PBS, pH 7.2+0.05% Tween 20)로 세척하고 2% BSA로 1시간 blocking 한 후, 마우스 혈청을 넣고 실온에서 반응시켰다. 2시간 후 2 μg/mL 농도의 biotin-conjugated rat-anti mouse IgE, IgG1 및 IgG2a mAb를 각각 첨가하고 1시간 반응시켰다. 여기에 avidin-horseradish peroxidase를 첨가하여 30분 반응시킨 후, OPD (*Ortho*-phenylene diamine) 용액을 첨가하여 암소에서 30분 발색시켰다. 2 M H_2SO_4를 첨가하여 반응을 정지시키고 microplate reader(model 550, Bio-Rad, Richmond, CA, USA)로 490 nm에서 흡광도를 측정하였다.

비장세포의 IgE 및 cytokine 분비량 측정

비장세포 배양 상층액의 IgE, IFN-γ 및 IL-4 cytokine 분비량을 ELISA법으로 측정하였다. ELISA microtiter plate에 anti-mouse IgE, IFN-γ 또는 IL-4 mAb를 넣고 4°C에서 하룻밤 동안 코팅시켰다. PBST로 세척하고 10%

FBS용액으로 실온에서 1시간 blocking 하고, 배양 상층액을 넣고 실온에서 2시간 동안 반응시켰다. 2 μg/mL의 biotinylated anti-mouse IgE, IFN-γ 및 IL-4 mAb와 streptavidin-horseradish peroxidase conjugate를 같이 넣고 1시간 동안 반응시켰다. 발색과 검출은 혈청 antibody 분비량 측정법과 동일한 방법으로 실시하였다.

비장세포 증식능 측정

72시간 배양한 비장세포에 5 mg/mL 농도의 MTT 용액을 첨가하고, 2시간 동안 재 배양하여 formazan crystal 형성을 유도하였다. 4°C, 2000 rpm에서 10분간 원심분리 하여 상층액을 제거한 후 DMSO를 첨가하였다. Microplate reader를 이용하여 540 nm에서 흡광도를 측정하였다.

통계처리

실험 결과의 통계처리는 각각의 시료에 대한 평균±표준편차로 나타내었다. SAS program(Statistical analytical system V8.2, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)을 이용하여 one way ANOVA법으로 분산분석을 실시하였으며, 조사항목들 간의 유의성 검정은 Duncan의 다중검정법으로 $p<0.05$ 수준에서 실시하였다.

결과 및 고찰

감태 물 추출물의 비장세포 IgE 분비량 억제 효과

식품 알레르기를 비롯한 모든 알레르기 질병의 가장 두드러진 증상은 혈액 내 IgE 분비량의 증가이다. 알레르기 반응에서 증가된 IgE는 비만세포의 탈과립화를 유도하여 염증성 매개물을 방출하며, 이들로 인해 다양한 알레르기 반응들이 일어나게 된다. 따라서 근본적으로 알레르기 질환을 억제하기 위해서는 IgE 분비를 제어할 수 있어야 한다. 이에 본 연구에서는 감태 물 추출물의 IgE 분비량 억제능을 측정하기 위해, OVA로 알레르기를 유발한 마우스의 비장세포에 OVA와 감태 물 추출물을 첨가하여 배양한 후, 배양 상층액의 IgE 분비량을 측정하였다. 그 결과(Fig. 1), 10, 50 및 100 μg/mL 농도의 감태 물 추출물을 첨가한 비장세포의 IgE 분비량이 농도 의존적으로 감소됨을 확인할 수 있었다. 특히 100 μg/mL 농도의 감태 물 추출물 첨가군이 PBS 첨가군에 비해 약 38% 감소된 IgE 분비량을 보였다. 이러한 결과는 *Quillaja* saponin의 첨가로 OVA로 면역한 비장세포의 IgE 분비량이 감소한 결과(25)와 *Siegesbeckia glabrescens*가 LPS와 IL-4로 자극한 마우스 비장세포의 IgE 분비량을 감소시킨 것과 유사하다(26). 이상의 결과를 통해 감태 물 추출물에는 OVA로 면역한 마우스 비장세포의 IgE의 분비를 직접적으로 저해하는 성분이 들어 있을 것으로 보이며, 이를 통해 알레르기 억제에 효과가 있을 것으로 사료된다.

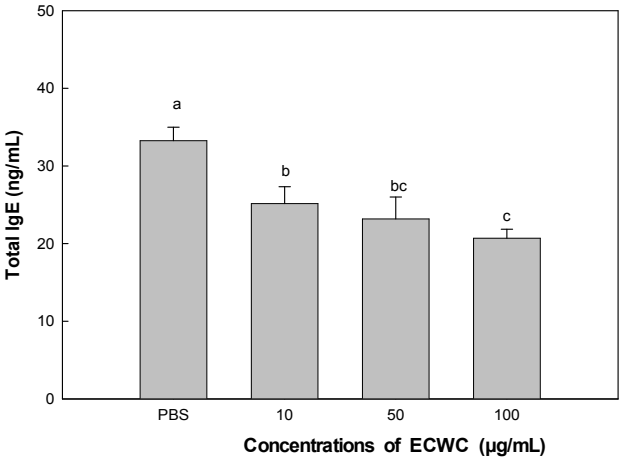

Fig. 1. IgE level in the culture supernatants of splenocytes obtained from OVA-immunized mice in the presence of *Ecklonia cava* water extracts *in vitro*. The different letters (a-c) indicate significant differences determined by Duncan's multiple range test ($p<0.05$).

감태 물 추출물의 비장세포 IL-4 및 IFN-γ 분비량 조절 효과

B 림프구로부터 IgE 항체의 생산은 T 림프구에서 분비되는 cytokine의 영향을 받는다. 알레르기 질환을 가진 경우 IL-4, IL-5 및 IL-13 cytokine의 분비를 특징으로 하는 T-helper(Th)2 세포가 우위가 되며, IL-4는 B cell을 plasma cell로 분화시켜 IgE와 IgG1의 생성을 유발한다. 반면 Th1 세포는 IL-12, IFN-γ cytokine의 분비를 특징으로 하며, IFN-γ는 naive CD4+ Th cell을 Th1 cell로의 분화를 촉진시켜 Th2 cell의 증식을 억제한다. 또한 IL-4의 작용을 길항하여 IgE의 생성을 억제하고, IgG2a의 생성을 유도한다(27, 28). 따라서 Th2우세에서 Th1우세로의 면역계의 균형 변화는 IgE 매개성 알레르기를 예방하는 이상적인 방법으로 인정받고 있다. 이에 감태 물 추출물이 OVA로 면역한 마우스 비장세포의 Th1과 Th2 면역반응에 관여하는 cytokine인 IL-4와 IFN-γ 분비량에 미치는 영향을 *in vitro* 시험을 통해 알아보았다. OVA로 면역한 마우스의 비장세포에 감태 물 추출물을 첨가하여 3일간 배양한 후, 배양 상층액의 IL-4 분비량을 측정하였다. 그 결과(Fig. 2), 감태 물 추출물의 첨가 농도가 증가할수록 IL-4 분비량이 감소하였으며, 특히 100 μg/mL 농도에서 PBS 첨가군에 비해 약 35%의 감소된 IL-4 분비량을 나타내었다. 이와 함께 IFN-γ 분비량을 측정한 결과에서는 감태 물 추출물 10 μg/mL 첨가군에서 IFN-γ 분비량이 다소 증가하였으나 100 μg/mL에서는 유의적으로 감소하였다. 즉, IgE 분비량의 유의적인 감소를 보였던 100 μg/mL 농도의 감태 물 추출물은 IL-4와 IFN-γ 분비량을 동시에 억제하는 결과를 보였다. 이는 감태 물 추출물이 OVA로 면역된 비장세포의 Th1과 Th2 면역반응을 모두 감소시키는 것으로 사료되며, 이를 통해 감태 물 추출물의 IgE 억제 효과는 Th1 면역반응 증가에 의한 것이 아님을 알 수 있었다. 이러한 결과는 fucoidan을 OVA로 면역한 마우스의 복강에 주사하였을 때 비장세포의 IL-4와 IFN-γ

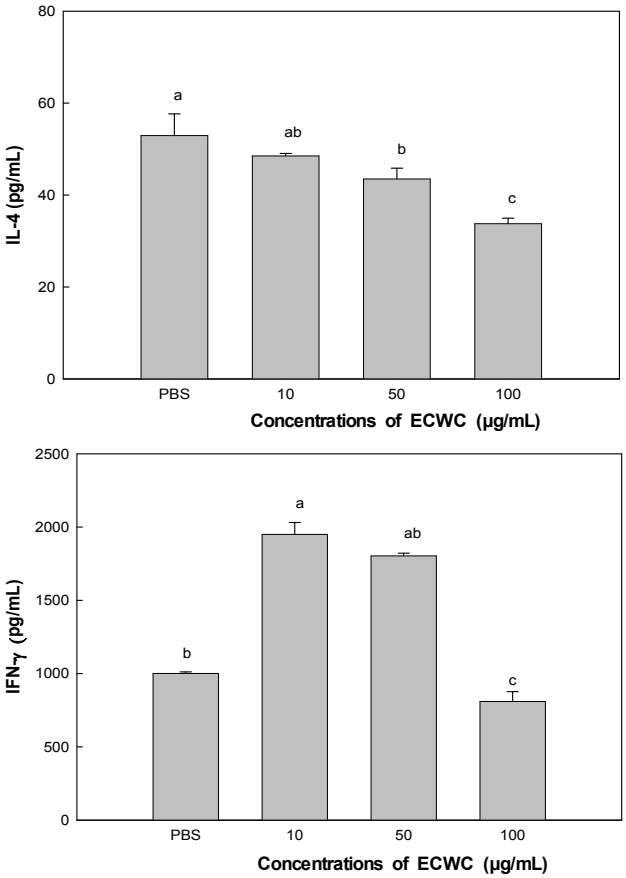

Fig. 2. IL-4 and IFN-γ levels in the culture supernatants of splenocytes obtained from OVA-immunized mice in the presence of *Ecklonia cava* water extracts *in vitro*. The different letters (a-c) indicate significant differences determined by Duncan's multiple range test ($p<0.05$).

분비량을 동시에 억제한 결과(14)나, royal jelly의 경구투여가 IL-4, IL-5, IL-10과 IFN-γ 분비량을 억제시킨 결과(29)와 일치하였다.

감태 물 추출물 투여를 통한 혈청의 OVA-specific antibody 변화

감태 물 추출물 첨가에 의한 IgE와 IL-4, IFN-γ 분비량 감소를 통해 *in vitro*에서 감태 물 추출물의 알레르기 억제 효과를 확인한 후, *in vivo* 실험에서 감태의 효과를 확인하기 위해 OVA로 알레르기를 유발한 마우스 복강에 1, 5 및 10 mg/kg·BW 농도의 감태 물 추출물을 복강주사 하였다. 추출물을 투여한 마우스 혈청의 OVA-specific IgE, IgG1 및 IgG2a 분비량을 측정한 결과를 Fig. 3에 나타내었다. 그 결과, 모든 시험 농도의 감태 물 추출물 투여군이 PBS 투여군에 비해 유의적으로 낮은 OVA-specific IgE 분비량을 보였다. 특히, 5와 10 mg/kg BW 농도의 감태 물 추출물 투여군은 PBS 투여군에 비해 약 80% 감소한 IgE 분비량을 보여 뛰어난 IgE 억제 활성을 나타내었다. 반면, IgG1과 IgG2a 분비량은 추출물 투여군과 PBS 투여군 사이에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 이를 통해 감태 물 추출물은 IgG 항체

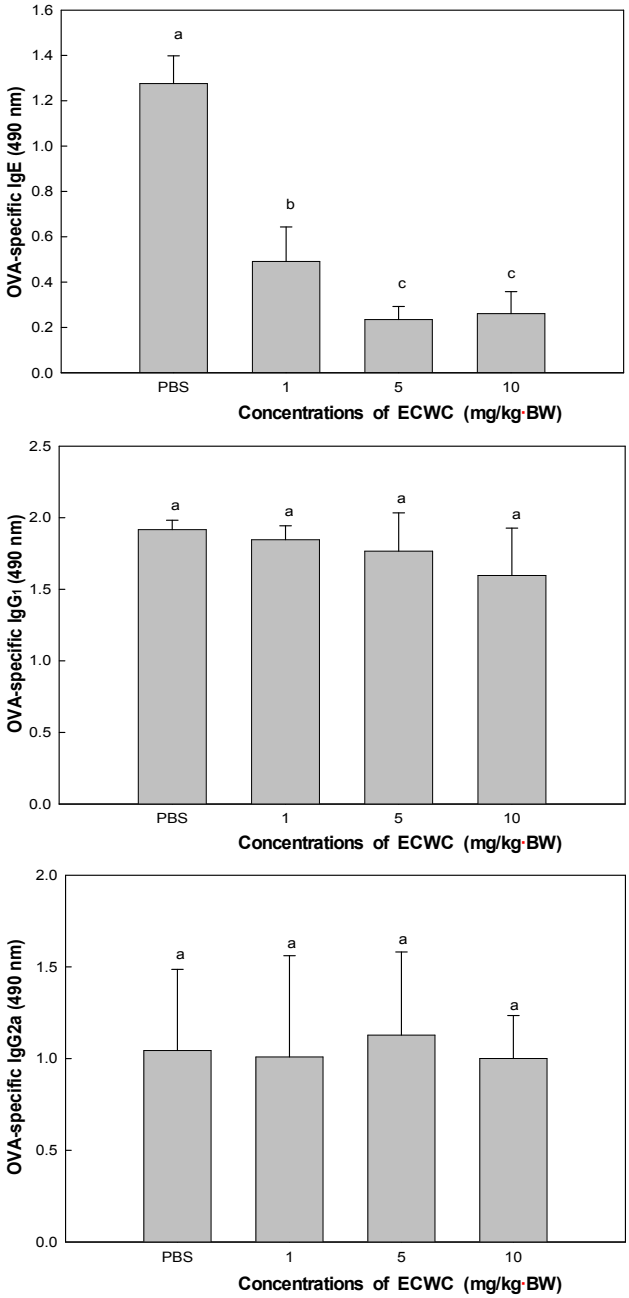

Fig. 3. Effects of *Ecklonia cava* water extracts administration on OVA-specific IgE, IgG1 and IgG2a levels in serum obtained from OVA-immunized mice *in vivo*. The different letters (a-c) indicate significant differences determined by Duncan's multiple range test ($p<0.05$).

분비량에 영향을 미치기보다는 B 세포의 IgE 분비에 특이적으로 작용하여 IgE 분비를 억제시키는 것으로 사료된다. 이와 같이 알레르기 마우스 모델에서 IgG 항체의 변화 없이 IgE 분비만 억제되는 결과는 OVA로 알레르기를 유발한 마우스에 λ-carrageenan을 경구투여한 경우 IgG1과 IgG2a의 유의적인 차이는 보이지 않고 IgE 분비량만 유의적으로 감소한 결과(13)와 일치한다. 또한 황금 물 추출물(30)이나 미역줄나무 물 추출물(31)을 OVA로 천식을 유발한 마우스에

경구투여한 경우 IgE 분비량은 유의적으로 감소하고 IgG1과 IgG2a의 유의적인 변화를 보이지 않은 결과와도 일치한다.

감태 물 추출물 투여를 통한 비장세포의 IgE 분비량 억제

OVA로 알레르기를 유발한 마우스에 감태 물 추출물을 복강주사 한 후, 마우스의 비장 세포를 배양하여 배양상층액의 total IgE와 OVA-specific IgE 분비량을 측정하였다. 그 결과(Fig. 4A, B), 5와 10 mg/kg·BW 농도의 감태 물 추출물 투여로 total IgE와 OVA-specific IgE 분비량이 현저히 감소됨을 확인하였다. 특히 total IgE 분비량은 약 24% 감소한 것에 비해 OVA-specific IgE 분비량은 약 45% 감소하여 감태 물 추출물이 항원 특이적 IgE 분비량 감소에 매우 효과적임을 확인하였다. 이러한 결과는 감태 물 추출물 투여로 혈청의 IgE 분비량이 유의적으로 감소한 결과와 일치하는 결과였다. 이상의 결과를 통해 감태 물 추출물의 복강투여로 알레르기 마우스 모델의 IgE 분비량이 효과적으로 억제됨을 *in vitro*와 *in vivo*에서, 그리고 혈청과 비장세포에서 모두 확인하였다. 따라서 감태 물 추출물이 IgE 분비량 억제를 통해 알레르기 반응을 효과적으로 억제할 수 있을 것으로 사료된다.

감태 물 추출물의 비장세포 증식 자극 효과

*In vitro*와 *in vivo* 실험 모두에서 IgE 분비 억제능을 확인한 감태 물 추출물의 세포 독성 여부를 알아보기 위해 감태 물 추출물이 비장세포의 증식능에 미치는 영향을 측정하였다. *In vitro* 실험을 위해 비장세포에 10~100 μg/mL 농도의 감태 물 추출물을 첨가하여 배양한 후, MTT assay를 실시하였다. 그 결과(Fig. 5A), 모든 실험 농도의 감태 물 추출물이 비장세포의 증식능을 약 34~40% 증가시킴을 확인하였다. 이를 통해 *in vitro* 실험에서의 IL-4, IFN-γ cytokine과 IgE antibody의 분비량 감소는 세포의 사멸에 의한 것이 아닌 감태 물 추출물의 cytokine과 IgE 분비 억제능에 의한 것임을 확인하였다. 뿐만 아니라 감태 물 추출물이 알레르기 억제와 동시에 비장세포의 증식능을 자극하여 면역반응을 증진시킬 수 있을 것으로 추측되었다. *In vivo* 실험을 위해 감태 물 추출물을 복강주사한 마우스의 비장세포 증식능을 측정하였다. 그 결과(Fig. 5B), T cell mitogen인 Con A를 첨가하여 배양했을 때 감태 물 추출물 투여군이 PBS 투여군에 비해 약 26~35% 높은 비장세포 증식능을 나타내었다.

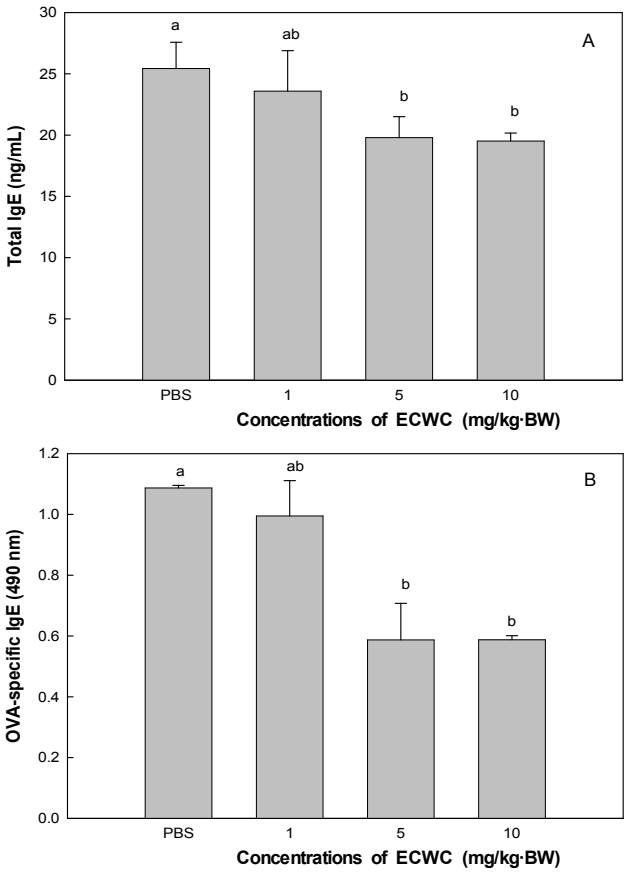

Fig. 4. Effects of *Ecklonia cava* water extracts administration on total (A) and OVA-specific IgE (B) levels in the culture supernatants of splenocytes obtained from OVA-immunized mice *in vivo*. The different letters (a,b) indicate significant differences determined by Duncan's multiple range test ($p<0.05$).

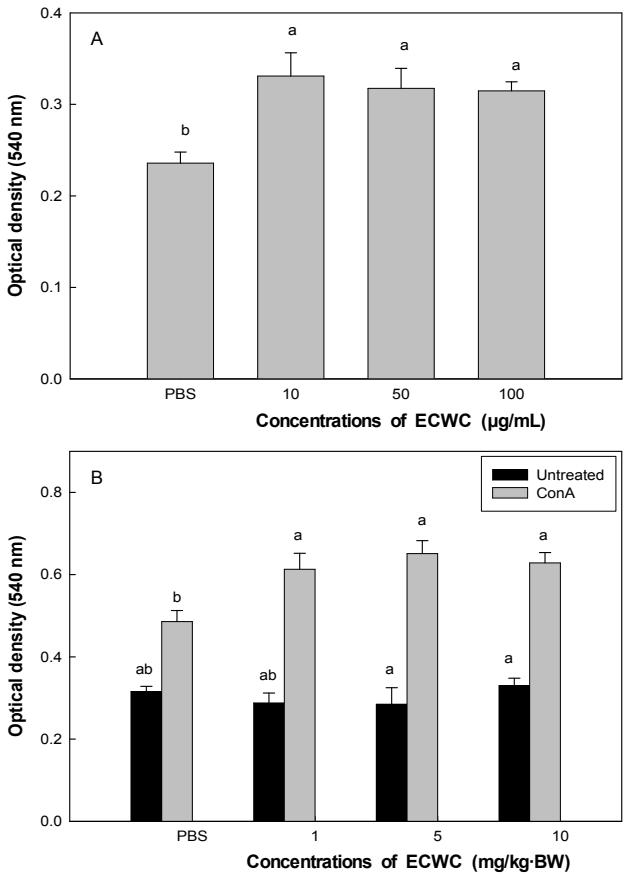

Fig. 5. Effects of *Ecklonica cava* water extracts on proliferation of splenocytes obtained from OVA-immunized mice *in vitro* (A) and *in vivo* (B). The different letters (a,b) indicate significant differences determined by Duncan's multiple range test ($p<0.05$).

반면에 아무런 자극을 주지 않았을 경우에는 증식능에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 이를 통해 식품알레르기 마우스 모델에서 감태 물 추출물의 복강주사가 혈청 IgE 분비 억제와 함께 외부 항원에 대한 면역력을 증진시키는 효과를 동시에 지니는 것으로 추정된다. 결론적으로, 감태 물 추출물은 100 μg/mL까지는 세포독성을 보이지 않고, 오히려 비장세포의 증식을 자극하는 mitogen으로 작용하며, 복강주사 하였을 때는 mitogen의 자극에 반응하여 비장세포의 증식을 자극하는 것을 알 수 있었다. 따라서 감태 물 추출물은 체내에 독성을 지니지 않는 안정한 천연물로 알레르기 억제를 위한 기능성 천연물의 소재로 활용할 수 있을 것으로 사료된다.

요 약

OVA를 항원으로 한 식품알레르기 마우스 모델을 이용하여 감태 물 추출물의 알레르기 억제 효과를 확인하였다. 먼저, OVA로 면역한 마우스의 비장세포에 감태 물 추출물을 첨가하여 배양한 후, 배양 상층액의 IgE antibody와 IL-4 및 IFN-γ cytokine 분비량을 측정하였다. 그 결과, 10～100 μg/mL 농도의 감태 물 추출물 첨가로 비장세포의 IgE 분비량이 농도 의존적으로 감소하였고, IL-4 및 IFN-γ 분비량도 감태 물 추출물 첨가 농도가 증가할수록 감소하였다. 감태의 알레르기 억제능을 *in vivo* 실험을 통해 확인하기 위해 OVA로 알레르기를 유발한 마우스에 감태 물 추출물을 복강주사 한 후 혈청과 비장세포의 IgE 분비능을 확인하였다. 혈청의 항체 분비량 측정 결과, 1, 5 및 10 mg/kg·BW 농도의 감태 물 추출물 투여군이 PBS 투여군에 비해 유의적으로 낮은 OVA-specific IgE 분비량을 보였다. 반면, IgG1과 IgG2a 분비량은 추출물 투여군과 PBS 투여군 사이에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 또한 비장세포의 IgE 분비량이 5 및 10 mg/kg·BW 농도의 감태 물 추출물의 복강주사에 의해 감소함을 확인하였다. 이상의 결과를 통해 감태 물추출물이 IgE 분비량의 유의적인 감소 효과를 통해 식품알레르기 반응을 효과적으로 억제할 수 있을 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 2009년도 지식경제부에서 시행한 지역산업기술개발사업에 의한 지원에 의해 이루어진 것으로 이에 감사드립니다.

문 헌

1. Ebo DG, Stevens WJ. 2001. IgE-mediated food allergy-extensive review of the literature. *Acta Clin Belg* 56: 234-247.
2. Yang SH, Kim EJ, Kim YN, Seong KS, Kim SS, Han CK, Lee BH. 2009. Comparison of eating habits and dietary intake patterns between people with and without allergy. *Korean J Nutr* 42: 523-535.
3. Janeway CA, Travers P, Walport M, Shlomchik M. 2005. *Immunology*. 6th ed. Garland publishing, New York, USA. p 552-553.
4. Owen CE. 2007. Immunoglobulin E: role in asthma and allergic disease: lessons from the clinic. *Pharmacol Ther* 113: 121-133.
5. Tkaczyk D, Gilfillan AM. 2001. FcεR I -dependent signaling pathways in human mast cells. *Clin Immunol* 99: 198-210.
6. Ahui MLB, Champy P, Ramadan A, Van LP, Araujo L, André KB, Diem S, Damotte D, Kati-Coulibaly S, Offoumou MA, Dy M, Thieblemont N, Herbelin A. 2008. Ginger prevents Th2-mediated immune responses in a mouse model of airway inflammation. *Int Immunopharmacol* 8: 1626-1632.
7. Park EJ, Kim B, Eo H, Park K, Kim Y, Lee HJ, Son M, Chang YS, Cho SH, Kim S, Jin M. 2005. Control of IgE and selective TH1 and TH2 cytokines by PG102 isolated from *Actinidia arguta*. *J Allergy Clin Immun* 116: 1151-1157.
8. Hwang WJ, Park EJ, Jang CH, Han SW, Oh GJ, Kim NS, Kim HM. 2001. Inhibitory effect of immunoglobulin E production by Jin-Deuk-Chal (*Siegesbeckia orientalis*). *Immunopharm Immunot* 23: 555-563.
9. Bezerra-Santos DR, Balestieri FMP, Rossi-Bergmann B, Pecanha LMT, Piuvezam MR. 2004. *Cissampelos sympodialis* Eichl. (Menispermaceae): oral treatment decreases IgE levels and induces a Th1-skewed cytokine production in ovalbumin-sensitized mice. *J Ethnopharmacol* 95: 191-197.
10. Segawa S, Nakakita Y, Takata Y, Wakita Y, Kaneki T, Kaneda H, Watari J, Yasui H. 2008. Effect of oral administration of heat-killed *Lactobacillus brevis* SBC8803 on total and ovalbumin-specific immunoglobulin E production through the improvement of Th1/Th2 balance. *Int J Food Microbiol* 121: 1-10.
11. Kim JY, Choi YO, Ji GE. 2008. Effect of oral probiotics (*Bifidobacterium lactis* AD011 and *Lactobacillus acidophilus* AD031) administration on ovalbumin-induced food allergy mouse model. *J Microbiol Biotechnol* 18: 1393-1400.
12. Yoshida T, Hanae Wada AH, Takahashi K, Hattor M. 2004. Alginic acid oligosaccharide suppresses Th2 development and IgE production by inducing IL-12 production. *Int Arch Allergy Imm* 133: 239-247.
13. Tsuji RF, Hoshino K, Noro Y, Tsuji NM, Kurokawa T, Masuda T, Akira S, Nowak B. 2003. Suppression of allergic reaction by λ-carrageenan: Toll-like receptor 4/MyD88-dependent and -independent modulation of immunity. *Clin Exp Allergy* 33: 249-258.
14. Yanase Y, Hiragun T, Uchida K, Ishii K, Oomizu S, Suzuki H, Mihara S, Iwamoto K, Matsuo H, Onishi N, Kameyoshi Y, Hide M. 2009. Peritoneal injection of fucoidan suppress the increase of plasma IgE induced by OVA-sensitization. *Biochem Bioph Res Co* 387: 435-439.
15. Heo SJ, Park EJ, Lee KW, Jeon YJ. 2005. Antioxidant activities of enzymatic extracts from brown seaweeds. *Bioresour Technol* 96: 1613-1623.
16. Jung WK, Ahn YW, Lee SH, Choi YH, Kim SW, Choi I, Park SG, Seo SK, Lee SW, Choi IW. 2009. *Ecklonia cava* ethanolic extracts inhibit lipopolysaccharide-induced cyclooxygenase-2 and inducible nitric oxide synthase expression in BV2 microglia via the MAP kinase and NF-κB pathways. *Food Chem Toxicol* 47: 410-417.
17. Li Y, Qian ZJ, Ryu BM, Lee SH, Kim MM, Kim SK. 2009.

Chemical components and its antioxidant properties in vitro: an edible marine brown alga, *Ecklonia cava*. *Bioorg Med Chem* 17: 1963-1973.
18. Ahn MJ, Yoon KD, Min SY, Lee JS, Kim JH, Kim TG, Kim SH, Kim NG, Hun H, Kim J. 2004. Inhibition of HIV-1 reverse transcriptase and protease by phlorotannins from the brown alga *Ecklonia cava*. *Biol Pharm Bull* 27: 544-547.
19. Lee SH, Li Y, Karadeniz F, Kim MM, Kim SK. 2009. α-glucosidase and α-amylase inhibitory activities of phloroglucinal derivatives from edible marin brown alga, *Ecklonia cava*. *J Sci Food Agric* 89: 1552-1558.
20. Kim JA, Lee JM, Shin DB, Lee NH. 2004. The antioxidant activity and tyrosinase inhibitory activity of phlorotannins in *Ecklonia cava*. *Food Sci Biotechnol* 13: 476-480.
21. Kim SK, Lee DY, Jung WK, Kim JH, Choi I, Park SG, Seo SK, Lee SW, Lee CM, Yea SS, Choi YH, Choi IW. 2008. Effects of *Ecklonia cava* ethanolic extracts on airway hyperresponsiveness and inflammation in a murine asthma model: role of suppressor of cytokine signaling. *Biomed Pharmacother* 62: 289-296.
22. Le QT, Li Y, Qian ZJ, Kim MM, Kim SK. 2009. Inhibitory effects of polyphenols isolated from marine alga *Ecklonia cava* on histamine release. *Process Biochem* 44: 168-176.
23. Shim SY, To LQ, Lee SH, Kim SK. 2009. *Ecklonia cava* extract suppresses the high-affinity IgE receptor, FcεR I expression. *Food Chem Toxicol* 47: 555-560.
24. Ahn GN, Hwang IS, Park EJ, Kim JH, Jeon YJ, Lee JH, Park JW, Jee YH. 2008. Immunomodulatory effects of enzymatic extract from *Ecklonia cava* on murine splenocytes. *Mar Biotechnol* 10: 278-289.
25. Katayama S, Mine Y. 2006. *Quillaja* saponin can Modulate ovalbumin-induced IgE allergic responses through regulation of Th1/Th2 balance in a murine model. *J Agric Food Chem* 54: 3271-3276.
26. Kim HM, Lee JH, Won JH, Park EJ, Chae HJ, Kim HR, Kim CH, Baek SH. 2001. Inhibitory effect on immunoglobulin E production in vivo and in vitro by *Siegesbeckia glabrescens*. *Phytother Res* 15: 572-576.
27. Bellani JA. 1998. Cytokines and allergic disease: clinical aspects. *Allergy Asthma* 19: 337-341.
28. Corry DB, Kheradmand F. 1999. Induction and regulation of the IgE response. *Nature* 402: B18-B23.
29. Taniguchi Y, Kohno K, Inoue SI, Koya-Miyata S, Okamoto I, Arai N, Iwaki K, Ikeda M, Kurimoto M. 2003. Oral administration of royal jelly inhibits the development of atopic dermatitis-like skin lesions in NC/Nga mice. *Int Immunopharmacol* 3: 1313-1324.
30. Hwang DY, Lee SC, Shin HD, Shin MK, Kim JH, Gil JJ, Song HJ. 2004. The effect of *Radix scutellariae* water extract on the asthma induced by ovalbumin. *Kor J Herbology* 19: 117-125.
31. Byun JH, Kang YS, Kim SS, Kim DH, Hwang DR, Shin MK, Song HJ. 2003. The effect of water extract from *Tripterygium regelii* on allergy. *Kor J Herbology* 18: 189-199.

(2010년 9월 13일 접수; 2010년 11월 25일 채택)