

식용 식물자원에서부터 활성물질의 탐색 - XXV. 식용 식물 추출물의 면역증강 효과

류하나 · 박미현¹ · 홍성길¹ · 이대영 · 한정민² · 유종수³ · 김세영⁴ · 노영덕⁴ · 백남인*

경희대학교 생명공학원 및 식물대사연구센터, ¹이롬라이프 생명과학연구원, ²(주)에빅스젠,
³경희대학교 침구경락과학연구원, ⁴경희대학교 생명자원과학연구원

Development of Biologically Active Compounds from Edible Plant Sources - XXV. Immunostimulating Effect of Edible Plant Extracts

Ha-Na Lyu, Mi-Hyun Park¹, Seong-Gil Hong¹, Dae-Young Lee, Kyung-Min Han², Jong-Su Yoo³,
Se-Young Kim⁴, Young-Duk Rho⁴, and Nam-In Baek*

Graduate School of Biotechnology & Plant Metabolism Research Center, Kyung Hee University

¹EromLife R&D Center, EromLife Co. Ltd.

²Avixgen, Inc.

³Acupuncture and Meridianology Scientific Research Center, Kyung Hee University

⁴Institute of Life Science & Resources, Kyung Hee University

Abstract In this study, the 163 edible plants that are permitted as foods by the Korea Food and Drug Administration, were extracted in methanol. Following extraction, their macrophage immunostimulating effects (MIE) were examined using a macrophage from BALB/c mice at four different concentrations of plant extract, such as 10 µg/mL, 100 µg/mL, 500 µg/mL, and 1,000 µg/mL, *in vitro*. Forty-two samples significantly showed MIEs. Among them, 20 samples had increased MIEs at higher than 10%, as compared to the negative control group. Nineteen samples had increased MIEs at two of the plant extract concentrations, and 3 samples [*Allium schoenoprasum* (chive), *Aralia elata* (fatsia), *Capsosiphon fulvescens* (seaweed fulvescens)] had increased MIEs at three of the concentration conditions. In particular, *Dioscorea batatas* (yam) showed MIEs at all concentrations, as well as slightly higher MIEs as compared to the positive control group. Therefore, *Dioscorea batatas* was evaluated to be an excellent MIE.

Key words: immunostimulant, macrophage, edible plant, *Dioscorea batatas*

서 론

최근 급속한 사회변화와 고도성장으로 인해 현대인은 과다한 스트레스와 건강에 부정적인 환경에 노출되어 있다. 특히 운동부족과 스트레스, 영양의 불균형 섭취는 현대인의 건강상태를 악화시키고 있으며, 각종 성인병과 만성질환의 발병률을 증가시키는 주요한 원인이 되고 있다. 이에 따라 현대인들의 건강에 대한 관심이 커지면서, 인체 건강에 유용한 원료와 식품에 대한 관심도 높아지고 있다.

또한, 최근에는 기능성 식품이라고 하는 개념이 도입되면서 식품 소재에 함유된 생리활성 성분과 이들의 다양한 영양생리 기능에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 특히 생약 및 식용식품은 우리 주변에서 쉽게 찾을 수 있을 뿐 아니라 안전한 천연물

이기 때문에 이로부터 각종 질병의 예방과 치료에 효과가 있는 유용자원 및 유효성분을 탐색하려는 시도가 많이 이루어지고 있으며, 성인병의 예방 및 치료에 효과가 있는 것으로 알려진 식용 식물의 성분들은 이미 제품화 되고 있다. 그래서 이러한 생리활성성분의 안전성 규명과 제품화에 대한 관심도 높아지고 있다(1).

특히 식품 내에 면역을 강화하며, 인체 조절작용 및 방어작용이 있는 성분에 대한 많은 연구가 진행되고 있다. 천연물로부터 유래한 면역 증강 물질은 면역반응을 강화시키거나 저하된 면역능을 원상회복시킴으로써 암, 면역결핍증, 그리고 만성감염 등의 치료를 위해 사용되고 있다(2-4). 면역조절제(immunomodulator)는 세균, 곰팡이, 합성물질, 식물, 동물 등으로부터 다양하게 보고되고 있으며, 이들은 면역체계의 여러 단계에 작용하는 것으로 보고되고 있다(5,6). 뿐만 아니라 최근엔 생약이나 균주로부터 대식세포 등의 면역세포를 자극하여 면역능력을 조절하는 면역조절제를 찾기 위한 연구가 집중되고 있다.

이러한 면역 증강 소재를 탐색하기 위한 다양한 시험방법이 있는데, *in vitro*에서는 lymphocyte 증식능 측정, immune-induced cytotoxicity 측정(LAK 활성, NK-cell 활성, 대식세포 활성), cytokine 수준 측정(interferon, interleukin 등 cytokine의 정량), 대식세포 탐식능 측정 등이, *in vivo*에서는 세포 내 plaque 형성 측정, 복강세포군 증식능 측정, 대식세포에 의한 탄소 탐식능 측정, 면역관

*Corresponding author: Nam-In Baek, Graduate School of Biotechnology & Plant Metabolism Research Center, Kyung Hee University, Seocheon-dong 1, Giheung-gu, Yongin-si, Gyeonggi-do, 446-701, Korea

Tel: 82-31-201-2661

Fax: 82-31-201-2157

E-mail: nibaek@khu.ac.kr

Received September 14, 2007; accepted October 29, 2007

런 장기무게 측정 및 혈액 내 cytokine 수준 측정 등의 방법이 있다(1,7,8).

이 중 대식세포를 이용한 활성 측정은 식물추출물의 면역증강을 탐색하기 위한 screening의 대표적인 방법으로 최근 대식세포 활성을 가진 균류나 식물유래의 면역증강물질에 대한 연구가 많이 이루어지고 있다. 따라서 본 연구에서는 식품공전에 포함되어 있어 즉시 식품소재로 활용 가능하며, 일상생활에 많이 이용되고 있는 천연물 163가지를 매탄올로 추출하였고, 이들 추출물의 대식세포 활성을 측정하여 면역증강효과를 탐색하였다.

재료 및 방법

실험 재료

본 실험에서 사용된 시료는 식품의약품안전청에서 허가된 식품원료 163종을 수원에 위치한 농수산물 시장 및 대형마트에서 2005년 1월에 구입하여 사용하였고, 우석대학교 약학대학 생약학실의 김대근 교수가 동정하였다. 표본시료(KHU0501001-KHU0501163)는 경희대학교 생명공학원 천연물화학실험실에 보관되어 있다.

활성 측정용 시료 제조

구입한 163종 식물에 대하여 곡류, 견과류, 종자 등 건조된 시료(50 g)는 미세하게 분쇄한 후 실온에서 24시간 80% 메탄올 수용액(0.5 L)으로 반복 추출하였고, 과실이나 잎, 줄기, 뿌리 등 덜 건조된 시료(500 g)는 실온에서 24시간 100% 메탄올 수용액(1 L)으로 반복 추출하여 여과, 농축한 후 4°C에 보관하여 측정용 시료로 사용하였다.

기기 및 시약

활성을 검색하기 위한 흡광도 및 O.D.값 측정은 ELISA(TECAN GENios, Salzburg, Austria)를 사용하였다. 시료의 추출과 분획에 사용한 유기 용매는 대정화금주식회사(Siheung, Korea)에서 생산한 1급 시약을 사용하였다. 세포배양에 필요한 배지 RPMI 1640는 Gibco BRL(Grand Island, NY, USA)제품을 사용하였으며, lipopolysaccharide(LPS), Triton X-100, *p*-nitrophenyl phosphate는 Sigma(St. Louis, MO, USA) 제품을 사용하였다. Heat-inactivated HS(horse serum)은 JRH Bioscience(Lenexa, KA, USA)에서, penicillin-streptomycin solution 100 unit/mL, MEM, HEPES는 Gibco BRL에서 구입하였고, sodium bicarbonate는 Sigma제품을 사용하였다.

대식세포액 조제

Balb/c mouse의 복강에 살균된 1 mL의 thioglycollate를 투여하고 72시간 이후(activation) 경추탈골을 통해 희생시켰다. RPMI 1640배지 5 mL를 복강에 주입한 후 잘 세척하여 회수한 뒤(약 2-3회 반복) 원심분리(1,500 ppm, 4°C, 10 min)한 후 대식세포를 분리하였다. 분리된 대식세포를 세포수가 1×10^6 cell/well이 되도록 희석한 뒤 96 well plate의 각 well에 100 μ L씩 분주하였다. 이후 37°C에서 2시간 동안 배양(5% CO₂ incubator)한 이후 대식세포가 well plate에 부착하여 monolayer의 형성하였는지 여부를 확인한 후 plate의 상층액을 제거하고 새로운 RPMI 1640(10% FBS)을 각 well에 180 μ L씩 분주하여, 24시간 추가 배양(37°C, 5% CO₂ incubator)하였다. 본 실험에서 양성대조군은 RPMI 1640(10% FBS)배지 180 μ L에 LPS 20 μ g/mL를 첨가한 것을 사용하였으며, 음성대조군으로는 RPMI 1640(10% FBS)배지에 정상군의 세포가 포함된 배지를 200 μ L씩 분주하여 사용하여 비교 평가하였다(9).

In vitro에서 대식세포 활성 측정

대식세포의 활성은 대식세포가 활성화되었을 때 분비되는 효소(lysosomal enzyme)의 활성을 측정하여 결정하였다. 24시간 배양한 대식세포의 상층액을 제거하고, 0.1%의 Triton X-100(25 μ L)을 첨가한 후, 약 20초간 incubator에서 반응을 시켰다. 그 후에 10 mM의 *p*-nitrophenyl phosphate 150 μ L와 0.1 M citrate buffer (pH 6.0) 50 μ L를 첨가하여 37°C, 5% CO₂ incubator에서 45분간 반응시킨 뒤 0.2 M borate buffer(pH 9.6) 50 μ L를 첨가하여 반응을 종료하였다. 이후 반응액의 흡광도를 ELISA reader로 405 nm에서 측정하여 대식세포의 활성을 측정하였다(9).

시료 추출물의 세포독성실험

마우스 유래 세포주인 L929(normal, mouse, connective tissue; subcutaneous; areolar and adipose, KCLB No. 10001)는 한국세포주은행(KCLB, Seoul, Korea)에서 구입하여 6% heat-inactivated HS, 100 μ g/mL penicillin, 100 μ g/mL streptomycin을 함유한 MEM 배지를 이용하여 5% CO₂, 95% air인 세포 배양기에서 37°C로 배양하였고, 4일에 한 번씩 계대배양 하였다. 이 세포를 96-well plate에 well 당 $2.0-2.5 \times 10^4$ 세포가 되도록 분주하고, 각 군별로 negative control(PBS), 각 추출물을 10 μ g/mL, 100 μ g/mL, 1000 μ g/mL의 농도로 처리하여 72시간 동안 배양하였다. 배양 후 세포의 생존율을 알아보기 위해 MTS 3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-5-(3-carboxymethylthioxyphenyl)-2-(4-sulfophenyl)-2H-tetrazolium(Cat. No. G3581, Promega Co., Madison, WI, USA)를 처리하여 발색시키고 1시간 후에 ELISA를 이용하여 492 nm에서 O.D.값을 측정하였다. 세포독성은 시료의 흡광도를 대조군의 흡광도에 대한 백분율로 나타내었다(10).

통계처리

모든 실험은 3회 이상 반복하여 실시하였으며, 실험결과는 mean \pm SD로 표시하였다. 실험군간 통계적인 유의성은 *t*-test로 검정하였다.

결과 및 고찰

식품소재의 면역증강 활성 비교 평가

국내산 약용식물 163종에서 추출한 시료를 이용하여 *in vitro*에서 면역증강효과를 검색하였다. 총 163개의 시료 중 양성대조군을 100%, 음성대조군을 60%로 기준하여 활성을 측정하였고, 각 농도 별로 음성대조군에 비해 10% 이상의 면역 증진효과를 나타낸 시료를 면역 활성능을 소유하는 것으로 보았을 때, 면역 활성능을 소유한 시료는 총 42개였다(Table 1). 이 중 면역 증진효과가 20% 이상(activity 80% 이상)으로 높게 나타난 시료는 총 20개였으며, 각 농도 별로는 10 μ g/mL의 농도에서는 20% 이상의 면역 증진효과를 나타내는 시료가 없었으며, 100 μ g/mL의 농도에서는 마(*Dioscorea batatas*)가 가장 높은 면역 활성을 나타내었고, 500 μ g/mL의 농도에서는 총 14개의 시료가 마(*D. batatas*) > 회향(*Foeniculum vulgare*) > 골짜기(*Allium schoenoprasum*) > 유채씨(*Brassica campestris*) > 자두(*Prunus salicina*) > 금귤(*Fortunella mararita*) > 딸기(*Fragaria ananassa*) > 매생이(*Capsosiphon fulvescens*) > 둥글레(*Polygonatum odoratum*) > 녹차(*Camellia sinensis*) > 차조기(*Perilla frutescens*) > 질경이(*Plantago asiatica*) > 후추(*Piper nigrum*) > 흑향미(*Oryza sativa*) 순으로 면역 활성을 나타내었고, 1,000 μ g/mL의 농도에서는 총 14개의 시료가 마(*D. batatas*) > 후두(*Juglans regia*) > 현미(*Oryza sativa*) > 금귤(*F. mararita*) >

Table 1. Immunostimulating effect and cytotoxicity of methanol extracts from edible plants on macrophage

| Scientific name | Korean name | Plant Part | Activity (%) ¹⁾ | | | | Cytotoxicity ³⁾ |
|-----------------------------------|------------------|----------------|----------------------------|-------------|-------------|-------------|----------------------------|
| | | | 10 µg/mL | 100 µg/mL | 500 µg/mL | 1000 µg/mL | |
| <i>Acanthopanax sessiliflorus</i> | Ogapi | Roots | 62.2 ± 2.19 ²⁾ | 60.1 ± 1.74 | 34.3 ± 1.50 | 25.8 ± 0.39 | - |
| <i>Acanthopanax sessiliflorus</i> | Ogapi | Stems | 57.1 ± 1.59 | 57.7 ± 2.20 | 61.5 ± 1.51 | 47.8 ± 1.21 | - |
| <i>Actinidia arguta</i> | Darae | Fruits | 58.4 ± 0.56 | 61.2 ± 1.34 | 58.5 ± 1.90 | 62.4 ± 4.35 | - |
| <i>Adenophora triphylla</i> | Jandae | Roots | 69.4 ± 1.91 | 66.6 ± 2.01 | 70.4 ± 9.06 | 68.2 ± 8.73 | - |
| <i>Agaricus bisporus</i> | Yangsongibeoseot | Fruit body | 57.8 ± 3.53 | 56.1 ± 0.78 | 66.7 ± 0.80 | 68.2 ± 1.46 | - |
| <i>Allium cepa</i> | Yangpa | Bulbs | 54.4 ± 1.82 | 54.8 ± 2.04 | 67.9 ± 2.31 | 67.7 ± 5.37 | - |
| <i>Allium chinense</i> | Yeomgyo | Bulbs | 74.3 ± 7.49 | 70.7 ± 6.85 | 63.2 ± 2.14 | 47.6 ± 5.56 | - |
| <i>Allium fistulosum</i> | Pa | Whole | 57.6 ± 2.40 | 55.9 ± 2.02 | 64.2 ± 1.97 | 60.2 ± 0.72 | - |
| <i>Allium sativum</i> | Maneul | Bulbs | 59.7 ± 1.26 | 67.0 ± 6.81 | 77.9 ± 4.12 | 59.6 ± 1.11 | - |
| <i>Allium schoenoprasum</i> | Golpa | Whole | 72.7 ± 4.25 | 68.8 ± 9.46 | 87.7 ± 3.22 | 85.7 ± 3.17 | - |
| <i>Ananas comosus</i> | Pineapple | Fruits | 63.5 ± 1.03 | 54.3 ± 3.36 | 60.9 ± 1.71 | 59.4 ± 1.01 | - |
| <i>Angelica gigas</i> | Dangzwi | Roots | 50.0 ± 0.72 | 47.2 ± 1.47 | 64.8 ± 2.97 | 46.1 ± 7.04 | - |
| <i>Angelica gigas</i> | Dangzwi | Leaves | 48.7 ± 1.03 | 49.9 ± 4.50 | 62.2 ± 4.18 | 57.5 ± 2.52 | - |
| <i>Angelica keiskei</i> | Sinseoncho | Leaves | 57.8 ± 1.81 | 59.6 ± 2.81 | 60.4 ± 0.26 | 58.6 ± 1.33 | - |
| <i>Apium graveolens</i> | Celery | Leaves | 60.4 ± 1.51 | 61.0 ± 1.14 | 60.8 ± 0.83 | 64.4 ± 1.14 | - |
| <i>Arachis hypogaea</i> | Tang-kong | Seeds | 54.3 ± 1.42 | 59.7 ± 1.64 | 74.4 ± 6.52 | 68.4 ± 4.79 | - |
| <i>Aralia elata</i> | Dureup | Aerial parts | 70.1 ± 1.94 | 65.1 ± 4.82 | 77.1 ± 3.48 | 74.7 ± 3.85 | - |
| <i>Artemisia princeps</i> | Ssug | Aerial parts | 59.9 ± 1.71 | 57.0 ± 2.59 | 46.4 ± 1.96 | 32.5 ± 1.97 | - |
| <i>Asparagus officinalis</i> | Asparagus | Stems | 58.6 ± 0.45 | 59.9 ± 1.48 | 65.8 ± 1.12 | 69.6 ± 1.81 | - |
| <i>Aster scaber</i> | Chwi | Leaves | 65.9 ± 1.60 | 65.7 ± 0.68 | 62.1 ± 3.26 | 59.1 ± 1.39 | - |
| <i>Auricularia auricula-judae</i> | Mogibeoseot | Fruit body | 69.9 ± 2.27 | 64.0 ± 5.52 | 63.5 ± 2.07 | 64.9 ± 2.96 | - |
| <i>Brassica campestris</i> | Yuchaessi | Seeds | 63.1 ± 2.14 | 63.8 ± 4.38 | 86.9 ± 2.48 | 77.5 ± 4.82 | - |
| <i>Brassica juncea</i> | Gat | Aerial parts | 62.7 ± 1.83 | 65.7 ± 1.05 | 63.0 ± 2.34 | 64.2 ± 2.58 | - |
| <i>Brassica juncea</i> | Gyeoja | Aerial parts | 62.5 ± 1.50 | 59.5 ± 2.01 | 58.9 ± 1.66 | 62.0 ± 1.83 | - |
| <i>Brassica oleracea</i> | Kale | Aerial parts | 62.0 ± 3.53 | 59.8 ± 0.60 | 58.8 ± 3.29 | 63.0 ± 4.39 | - |
| <i>Brassica oleracea</i> | Yangbaechu | Aerial parts | 58.1 ± 1.49 | 55.2 ± 3.61 | 63.6 ± 1.85 | 63.8 ± 4.25 | - |
| <i>Brassica rapa</i> | Sunmu | Roots | 59.7 ± 3.21 | 62.1 ± 0.25 | 63.5 ± 1.61 | 64.3 ± 2.47 | - |
| <i>Brassica rapa</i> | Baechu | Aerial parts | 59.3 ± 3.07 | 62.7 ± 1.62 | 63.5 ± 2.59 | 61.4 ± 1.99 | - |
| <i>Camellia sinensis</i> | Nokcha | Leaves | 66.0 ± 4.85 | 63.8 ± 2.39 | 82.1 ± 1.68 | 64.0 ± 0.83 | - |
| <i>Capsella bursa-pastoris</i> | Nangi | Aerial parts | 77.1 ± 0.66 | 58.4 ± 1.91 | 44.8 ± 2.47 | 37.1 ± 1.68 | ○ |
| <i>Capsicum annuum</i> | Gochu | Fruits | 66.3 ± 1.08 | 68.4 ± 1.69 | 58.6 ± 2.98 | 54.1 ± 1.28 | - |
| <i>Capsicum annuum</i> | Paprica | Fruits | 53.5 ± 2.06 | 52.7 ± 1.96 | 63.4 ± 1.00 | 59.8 ± 1.55 | - |
| <i>Capsicum annuum</i> | Pimang | Fruits | 64.7 ± 1.58 | 64.3 ± 0.12 | 62.1 ± 0.49 | 63.7 ± 2.02 | - |
| <i>Capsosiphon fulvescens</i> | Maesaengi | Whole | 67.7 ± 3.62 | 76.5 ± 3.25 | 83.8 ± 6.64 | 86.2 ± 6.78 | - |
| <i>Carica papaya</i> | Papaya | Fruits | 64.6 ± 4.72 | 56.7 ± 3.39 | 59.3 ± 3.05 | 59.2 ± 1.61 | - |
| <i>Carthamus tinctorius</i> | Honghwassi | Seeds | 63.0 ± 1.15 | 63.6 ± 2.20 | 75.9 ± 2.98 | 72.3 ± 2.54 | - |
| <i>Carya illinoensis</i> | Pecan | Fruits | 61.6 ± 1.09 | 62.6 ± 1.10 | 61.5 ± 0.63 | 59.9 ± 3.12 | - |
| <i>Cassia obtusifolia</i> | Gyeolmyeongja | Seeds | 61.9 ± 7.07 | 56.1 ± 3.00 | 51.8 ± 0.76 | 49.2 ± 1.35 | - |
| <i>Castanea crenata</i> | Bam | Fruits | 61.1 ± 1.65 | 58.8 ± 1.02 | 67.4 ± 5.63 | 69.6 ± 1.88 | - |
| <i>Chaenomeles sinensis</i> | Mogwa | Fruits | 60.5 ± 2.76 | 61.5 ± 4.11 | 61.6 ± 2.43 | 59.2 ± 0.15 | - |
| <i>Chlorella vulgaris</i> | Chlorella | Whole | 62.6 ± 1.17 | 63.7 ± 1.62 | 66.4 ± 1.64 | 65.9 ± 1.20 | - |
| <i>Cichorium endivia</i> | Endive | Aerial parts | 57.2 ± 0.68 | 57.1 ± 3.28 | 66.2 ± 0.14 | 65.2 ± 2.72 | - |
| <i>Cichorium intybus</i> | Chicory | Leaves | 60.3 ± 0.15 | 60.5 ± 0.47 | 66.9 ± 1.16 | 62.6 ± 1.86 | - |
| <i>Cinnamomum cassia</i> | Gyeji | Twigs | 58.3 ± 1.88 | 43.6 ± 2.05 | 61.1 ± 0.52 | 62.9 ± 4.51 | - |
| <i>Cinnamomum cassia</i> | Gyepi | Barks | 58.3 ± 5.49 | 49.7 ± 5.10 | 36.3 ± 1.59 | 39.6 ± 2.54 | - |
| <i>Citrullus vulgaris</i> | Subak | Flesh | 58.4 ± 1.09 | 57.0 ± 1.19 | 59.2 ± 1.54 | 61.2 ± 1.19 | - |
| <i>Citrullus vulgaris</i> | Subak | Skin of fruits | 58.3 ± 1.29 | 59.1 ± 1.83 | 63.7 ± 3.87 | 64.7 ± 4.31 | - |
| <i>Citrullus vulgaris</i> | Subak | Seeds | 56.6 ± 0.91 | 57.1 ± 0.95 | 63.2 ± 0.58 | 64.0 ± 2.12 | - |
| <i>Citrus limon</i> | Lemon | Fruits | 67.5 ± 1.67 | 69.6 ± 3.85 | 60.9 ± 0.88 | 61.3 ± 2.29 | - |
| <i>Citrus paradisi</i> | Jamong | Fruits | 60.6 ± 1.26 | 60.1 ± 2.34 | 67.9 ± 3.76 | 61.0 ± 1.64 | - |
| <i>Citrus sinensis</i> | Orange | Fruits | 59.6 ± 0.61 | 58.5 ± 1.67 | 63.8 ± 2.86 | 62.6 ± 4.15 | - |
| <i>Citrus unshiu</i> | Milgam | Fruits | 59.2 ± 0.67 | 58.0 ± 1.00 | 56.7 ± 3.92 | 56.4 ± 0.89 | - |
| <i>Coix lacrymajobi</i> | Yulmu | Seeds | 61.2 ± 1.08 | 57.7 ± 1.04 | 63.3 ± 0.70 | 64.9 ± 3.05 | - |
| <i>Colocasia antiquorum</i> | Toran | Corms | 60.7 ± 1.53 | 63.8 ± 5.68 | 68.5 ± 2.28 | 69.8 ± 1.95 | - |
| <i>Commiphora molmol</i> | Molyak | Barks | 60.6 ± 2.31 | 62.5 ± 3.77 | 56.8 ± 3.16 | 55.7 ± 3.50 | - |

Table 1. (Continued)

| Scientific name | Korean name | Plant Part | Activity (%) ¹⁾ | | | | Cytotoxicity ³⁾ |
|--------------------------------|-----------------|----------------|----------------------------|---------------|--------------|--------------|----------------------------|
| | | | 10 µg/mL | 100 µg/mL | 500 µg/mL | 1000 µg/mL | |
| <i>Coriolus versicolor</i> | Gureumbeoseot | Fruit body | 63.9 ± 1.19 | 64.1 ± 5.72 | 55.2 ± 3.65 | 48.2 ± 6.32 | - |
| <i>Corylus heterophylla</i> | Gaeam | Fruits | 70.8 ± 1.97 | 70.8 ± 1.73 | 58.2 ± 2.21 | 56.9 ± 1.26 | - |
| <i>Cucumis melo</i> | Chamoe | Fruits | 63.1 ± 2.01 | 62.2 ± 1.75 | 63.4 ± 2.17 | 60.8 ± 1.59 | - |
| <i>Cucumis melo</i> | Melon | Fruits | 66.5 ± 1.68 | 67.7 ± 3.81 | 62.7 ± 1.99 | 65.5 ± 1.90 | - |
| <i>Cucumis sativus</i> | Oi | Fruits | 63.0 ± 1.81 | 59.9 ± 1.80 | 64.6 ± 1.05 | 65.6 ± 0.49 | - |
| <i>Cucurbita moschata</i> | Hobak | Fruits | 65.9 ± 1.26 | 67.0 ± 3.87 | 62.7 ± 2.88 | 85.0 ± 2.35 | - |
| <i>Daucus carota</i> | Danggeun | Roots | 48.5 ± 2.27 | 49.5 ± 1.88 | 62.7 ± 3.63 | 60.6 ± 0.60 | - |
| <i>Dioscorea batatas</i> | Ma | Tuberous roots | 74.7 ± 8.42 | 109.3 ± 11.11 | 114.3 ± 3.55 | 101.9 ± 2.66 | - |
| <i>Diospyros Kaki</i> | Gam | Fruits | 58.7 ± 1.61 | 58.9 ± 1.33 | 58.3 ± 2.92 | 57.3 ± 1.30 | - |
| <i>Durio zibethinus</i> | Durian | Fruits | 75.1 ± 1.40 | 65.3 ± 1.40 | 76.6 ± 1.94 | 67.6 ± 3.43 | - |
| <i>Elletaria cardamomum</i> | Sodugu | Fruits | 61.7 ± 2.46 | 62.4 ± 0.93 | 60.1 ± 2.22 | 60.4 ± 1.26 | - |
| <i>Eucommia ulmoides</i> | Duchung | Barks | 61.7 ± 0.64 | 59.5 ± 1.29 | 61.1 ± 3.41 | 60.6 ± 3.63 | - |
| <i>Eugenica caryophyllata</i> | Jeonghyang | Cloves | 63.4 ± 4.50 | 63.6 ± 2.18 | 44.2 ± 3.60 | 42.5 ± 2.21 | - |
| <i>Euphoria longana</i> | Yongan | Fruits | 62.8 ± 1.27 | 61.9 ± 2.85 | 64.2 ± 0.30 | 64.8 ± 1.21 | - |
| <i>Ficus carica</i> | Muhwagwa | Leaves | 64.0 ± 1.91 | 66.7 ± 4.60 | 57.2 ± 0.86 | 58.9 ± 1.09 | - |
| <i>Flammulina velutipes</i> | Paengibeoseot | Fruit body | 60.3 ± 5.65 | 59.9 ± 1.31 | 62.4 ± 1.92 | 62.9 ± 0.61 | - |
| <i>Foeniculum vulgare</i> | Hoehyang | Fruits | 61.8 ± 2.85 | 63.8 ± 0.34 | 90.4 ± 2.86 | 76.2 ± 1.66 | ○ |
| <i>Fortunella mararita</i> | Geumgyul | Fruits | 57.8 ± 0.16 | 56.4 ± 0.55 | 84.8 ± 2.40 | 87.4 ± 3.59 | - |
| <i>Fragaria ananassa</i> | Ttalgil | Fruits | 63.4 ± 4.73 | 60.8 ± 4.93 | 84.6 ± 6.03 | 85.3 ± 6.88 | - |
| <i>Ganoderma lucidum</i> | Yeongjibeoseot | Fruit body | 55.2 ± 3.13 | 55.9 ± 1.66 | 67.3 ± 1.46 | 63.5 ± 1.03 | - |
| <i>Garcinia mangostana</i> | Mangosteen | Fruits | 57.4 ± 2.40 | 55.4 ± 0.40 | 62.9 ± 2.87 | 70.9 ± 7.25 | - |
| <i>Ginkgo biloba</i> | Eunhaeng | Seeds | 61.8 ± 0.38 | 58.6 ± 1.67 | 66.6 ± 5.34 | 65.9 ± 2.21 | - |
| <i>Glycine max</i> | Baektae | Seeds | 57.2 ± 1.07 | 59.4 ± 0.95 | 59.5 ± 1.33 | 58.9 ± 1.21 | - |
| <i>Glycine max</i> | Daedu | Seeds | 47.2 ± 2.75 | 48.5 ± 3.84 | 60.2 ± 1.37 | 73.6 ± 5.35 | - |
| <i>Glycine max</i> | Geomjeongkong | Seeds | 66.5 ± 1.85 | 70.8 ± 0.59 | 63.5 ± 1.75 | 65.8 ± 1.74 | - |
| <i>Glycyrrhiza uralensis</i> | Gamcho | Roots | 64.7 ± 2.75 | 65.6 ± 1.08 | 68.7 ± 8.44 | 62.7 ± 5.45 | - |
| <i>Gossypium indicum</i> | Mokhwassi | Seeds | 63.0 ± 1.11 | 63.7 ± 1.85 | 59.3 ± 3.44 | 59.4 ± 1.59 | - |
| <i>Helianthus annuus</i> | Haebaragi | Seeds | 63.2 ± 2.60 | 63.7 ± 1.86 | 60.2 ± 1.49 | 67.5 ± 5.39 | - |
| <i>Hizikia fusiforme</i> | Tot | Whole | 59.8 ± 0.60 | 60.5 ± 2.12 | 67.9 ± 2.79 | 68.1 ± 0.40 | - |
| <i>Hordeum vulgare</i> | Bori | Seeds | 58.8 ± 1.30 | 60.7 ± 1.21 | 58.3 ± 2.58 | 55.5 ± 1.11 | - |
| <i>Ilex paraguayensis</i> | Mate | Leaves | 60.3 ± 1.61 | 61.0 ± 5.69 | 52.0 ± 2.14 | 36.6 ± 0.05 | - |
| <i>Ixeris dentata</i> | Sseumbagui | Whole | 59.2 ± 0.99 | 60.2 ± 1.20 | 58.8 ± 1.33 | 54.1 ± 2.25 | - |
| <i>Jasminum grandiflorum</i> | Jasmine | Leaves | 58.8 ± 0.52 | 62.0 ± 0.17 | 62.5 ± 1.86 | 60.7 ± 2.47 | - |
| <i>Juglans regia</i> | Hodu | Seeds | 63.7 ± 0.28 | 61.8 ± 1.08 | 63.1 ± 2.04 | 91.3 ± 2.14 | - |
| <i>Lactuca sativa</i> | Sangchu | Aerial parts | 61.9 ± 4.73 | 64.0 ± 5.52 | 56.3 ± 0.84 | 55.4 ± 1.32 | - |
| <i>Lactuca sativa</i> | Yangsangchi | Aerial parts | 59.1 ± 3.16 | 56.2 ± 1.81 | 66.1 ± 2.09 | 66.7 ± 0.61 | - |
| <i>Laminaria japonica</i> | Dasima | Whole | 51.5 ± 1.90 | 50.2 ± 1.27 | 60.4 ± 2.42 | 59.5 ± 0.52 | - |
| <i>Laurus nobilis</i> | Wolgyesu | Leaves | 61.0 ± 0.87 | 58.6 ± 0.52 | 35.5 ± 0.84 | 29.1 ± 0.23 | - |
| <i>Lentiginula edodes</i> | Pyogobeoseot | Fruit body | 54.0 ± 2.58 | 57.0 ± 0.52 | 61.0 ± 2.61 | 60.4 ± 1.57 | - |
| <i>Ligularia fischeri</i> | Gomchwi | Leaves | 63.6 ± 0.75 | 66.2 ± 0.75 | 54.8 ± 1.71 | 48.5 ± 3.39 | - |
| <i>Lycium chinense</i> | Gugjja | Fruits | 64.4 ± 2.08 | 69.7 ± 2.65 | 62.6 ± 2.08 | 61.3 ± 1.40 | - |
| <i>Macadamia ternifolia</i> | Macadamia's nut | Fruits | 62.7 ± 1.15 | 61.7 ± 1.13 | 60.7 ± 2.33 | 57.7 ± 1.28 | - |
| <i>Malva verticillata</i> | Auk | Leaves | 62.8 ± 6.21 | 62.1 ± 6.14 | 74.5 ± 1.69 | 81.1 ± 1.76 | - |
| <i>Mangifera indica</i> | Mango | Fruits | 62.0 ± 2.20 | 62.2 ± 2.30 | 60.1 ± 0.57 | 59.6 ± 0.92 | - |
| <i>Mentha arvensis</i> | Bakha | Leaves | 58.1 ± 0.78 | 62.3 ± 0.91 | 56.6 ± 2.96 | 49.6 ± 2.34 | - |
| <i>Momordicae grosvenori</i> | Nahangwa | Fruits | 54.7 ± 0.11 | 55.3 ± 0.54 | 60.0 ± 4.90 | 66.0 ± 5.38 | - |
| <i>Morus alba</i> | Odi | Fruits | 57.7 ± 2.07 | 56.6 ± 0.61 | 60.5 ± 2.50 | 57.9 ± 1.14 | - |
| <i>Musa paradisiaca</i> | Bannana | Fruits | 58.9 ± 2.10 | 59.6 ± 2.52 | 59.2 ± 0.28 | 59.2 ± 1.25 | - |
| <i>Myristica fragrans</i> | Yukdugu | Fruits | 61.9 ± 2.44 | 59.9 ± 2.57 | 70.6 ± 2.97 | 76.5 ± 8.64 | - |
| <i>Nelumbo nucifera</i> | Yeongeun | Rhizomes | 59.2 ± 3.62 | 56.9 ± 2.76 | 67.5 ± 6.12 | 64.8 ± 3.96 | - |
| <i>Nephelium lappaceum</i> | Rambutan | Fruits | 68.1 ± 4.28 | 67.2 ± 3.14 | 73.1 ± 5.24 | 62.5 ± 3.80 | - |
| <i>Oenothera erythrosepala</i> | Dalmajikkot | Seeds | 61.2 ± 1.05 | 62.3 ± 1.63 | 75.5 ± 2.60 | 53.7 ± 1.87 | - |
| <i>Olea europaea</i> | Olive | Leaves | 57.4 ± 1.08 | 58.8 ± 1.09 | 65.3 ± 4.08 | 63.7 ± 6.04 | - |
| <i>Oryza sativa</i> | Heukhyangmi | Seeds | 66.1 ± 4.86 | 62.3 ± 1.77 | 80.8 ± 4.97 | 81.8 ± 2.17 | - |
| <i>Oryza sativa</i> | Hyunmi | Seeds | 61.6 ± 1.54 | 61.0 ± 0.93 | 57.8 ± 1.00 | 87.7 ± 2.52 | - |

Table 1. (Continued)

| Scientific name | Korean name | Plant Part | Activity (%) ¹⁾ | | | | Cytotoxicity ³⁾ |
|-----------------------------------|----------------|--------------|----------------------------|-------------|-------------|-------------|----------------------------|
| | | | 10 µg/mL | 100 µg/mL | 500 µg/mL | 1000 µg/mL | |
| <i>Oryza sativa</i> | Ssal | Seeds | 62.0 ± 1.06 | 68.3 ± 2.88 | 61.5 ± 5.08 | 67.4 ± 8.28 | - |
| <i>Panicum miliaceum</i> | Gijang | Seeds | 57.3 ± 0.41 | 55.6 ± 0.25 | 52.3 ± 1.97 | 54.1 ± 1.75 | - |
| <i>Perilla frutescens</i> | Chajogi | Leaves | 64.4 ± 1.41 | 65.7 ± 0.97 | 81.7 ± 4.10 | 83.6 ± 4.78 | - |
| <i>Persea americana</i> | Avocado | Fruits | 59.3 ± 0.74 | 60.6 ± 0.63 | 64.2 ± 2.37 | 67.3 ± 2.67 | - |
| <i>Petroselinum crispum</i> | Parsley | Aerial parts | 54.1 ± 2.32 | 52.9 ± 2.39 | 68.8 ± 1.97 | 67.0 ± 2.73 | - |
| <i>Phaseolus angularis</i> | Pat | Seeds | 63.8 ± 1.29 | 54.0 ± 5.99 | 65.3 ± 1.98 | 66.5 ± 1.57 | - |
| <i>Phaseolus radiatus</i> | Nokdu | Seeds | 63.5 ± 3.13 | 65.3 ± 3.98 | 75.2 ± 3.18 | 75.3 ± 5.79 | - |
| <i>Phaseolus vulgaris</i> | Gangnangkong | Seeds | 63.6 ± 1.19 | 66.5 ± 1.18 | 62.9 ± 5.97 | 62.6 ± 2.37 | - |
| <i>Pinus densiflora</i> | Solip | Leaves | 61.0 ± 0.28 | 60.5 ± 2.26 | 50.7 ± 2.18 | 39.4 ± 2.22 | - |
| <i>Pinus koraiensis</i> | Jat | Fruits | 57.9 ± 0.29 | 57.9 ± 0.25 | 73.7 ± 3.63 | 69.6 ± 1.51 | - |
| <i>Piper nigrum</i> | Huchu | Fruits | 73.8 ± 7.89 | 64.2 ± 8.28 | 81.4 ± 1.37 | 69.3 ± 2.83 | ○ |
| <i>Pistachia vera</i> | Pistachio | Fruits | 63.0 ± 0.84 | 60.6 ± 2.14 | 60.7 ± 2.08 | 62.0 ± 1.41 | - |
| <i>Pisum sativum</i> | Wandu | Seeds | 64.9 ± 1.23 | 63.6 ± 1.63 | 65.3 ± 2.59 | 61.4 ± 1.27 | - |
| <i>Plantago asiatica</i> | Jilgyeongi | Leaves | 65.9 ± 2.95 | 63.3 ± 1.44 | 81.5 ± 3.60 | 75.6 ± 2.47 | - |
| <i>Platycodon grandiflorum</i> | Doraji | Roots | 53.8 ± 5.64 | 52.5 ± 2.12 | 57.2 ± 1.61 | 60.9 ± 9.62 | - |
| <i>Pleurotus ostreatus</i> | Neutaribeoseot | Fruit body | 59.0 ± 0.41 | 61.6 ± 1.67 | 56.6 ± 1.70 | 63.3 ± 2.35 | - |
| <i>Polygonatum odoratum</i> | Dunggeulrae | Leaves | 66.2 ± 2.12 | 62.3 ± 3.67 | 82.6 ± 3.62 | 82.6 ± 4.02 | - |
| <i>Poncirus trifoliata</i> | Taengja | Fruits | 62.4 ± 3.40 | 62.0 ± 2.61 | 76.3 ± 3.18 | 65.5 ± 7.54 | - |
| <i>Porphyra tenera</i> | Gim | Whole | 59.9 ± 2.07 | 60.5 ± 3.72 | 49.3 ± 0.66 | 44.1 ± 3.45 | - |
| <i>Prunus amygdalus</i> | Almond | Seeds | 58.9 ± 1.81 | 59.6 ± 0.83 | 61.5 ± 0.57 | 62.7 ± 1.84 | - |
| <i>Prunus armeniaca</i> | Salgu | Fruits | 63.7 ± 1.70 | 60.6 ± 1.15 | 57.5 ± 1.38 | 57.5 ± 0.99 | - |
| <i>Prunus Avium</i> | Cherry | Fruits | 62.2 ± 1.39 | 60.2 ± 0.95 | 61.1 ± 2.63 | 62.5 ± 7.46 | - |
| <i>Prunus mume</i> | Maesil | Fruits | 56.6 ± 0.60 | 56.4 ± 1.49 | 60.0 ± 0.31 | 86.4 ± 1.73 | - |
| <i>Prunus salicina</i> | Jadu | Fruits | 60.1 ± 0.42 | 61.0 ± 0.87 | 86.7 ± 5.01 | 77.0 ± 4.57 | - |
| <i>Pteridium aquilinum</i> | Gosari | Aerial parts | 61.9 ± 2.36 | 64.4 ± 2.97 | 57.5 ± 1.63 | 50.1 ± 1.01 | - |
| <i>Pueraria lobata</i> | Chilk | Roots | 59.7 ± 1.11 | 58.7 ± 0.89 | 62.1 ± 0.81 | 65.4 ± 3.48 | - |
| <i>Punica granatum</i> | Seokryu | Fruits | 61.6 ± 0.58 | 64.1 ± 1.08 | 58.9 ± 1.63 | 58.9 ± 3.13 | - |
| <i>Quercus acutissima</i> | Dotori | Fruits | 52.3 ± 4.85 | 55.3 ± 5.25 | 68.1 ± 0.67 | 53.6 ± 3.77 | - |
| <i>Quercus acutissima</i> | Sangsuri | Leaves | 61.6 ± 3.88 | 55.8 ± 1.65 | 54.5 ± 7.60 | 77.3 ± 1.60 | - |
| <i>Rosa banksiae</i> | Jangmikkot | Flowers | 58.1 ± 0.65 | 59.1 ± 0.85 | 62.6 ± 3.20 | 52.9 ± 1.20 | - |
| <i>Rosmarinus officinalis</i> | Rosmary | Leaves | 62.3 ± 3.37 | 55.5 ± 3.48 | 76.0 ± 1.89 | 77.3 ± 1.34 | - |
| <i>Rubus coreanus</i> | Bokbunja | Fruits | 62.3 ± 1.39 | 69.4 ± 1.70 | 63.0 ± 1.93 | 54.5 ± 1.28 | - |
| <i>Schisandra chinensis</i> | Omija | Fruits | 61.6 ± 0.61 | 58.1 ± 0.21 | 64.8 ± 2.01 | 61.8 ± 1.38 | - |
| <i>Secale cereale</i> | Homil | Seeds | 65.8 ± 0.78 | 76.2 ± 1.01 | 64.4 ± 2.96 | 67.4 ± 4.15 | - |
| <i>Sesamum indicum</i> | Chamkkae | Seeds | 59.1 ± 1.09 | 61.4 ± 1.20 | 67.8 ± 0.13 | 67.8 ± 4.65 | - |
| <i>Sesamum indicum</i> | Geomeunkkae | Seeds | 67.6 ± 1.27 | 71.1 ± 1.15 | 61.8 ± 1.75 | 60.9 ± 2.31 | - |
| <i>Setaria italica</i> | Jo | Seeds | 59.0 ± 0.53 | 60.8 ± 1.32 | 62.7 ± 1.12 | 60.9 ± 2.32 | - |
| <i>Solanum melongena</i> | Gaji | Fruits | 61.3 ± 1.37 | 60.4 ± 1.27 | 65.9 ± 6.72 | 63.8 ± 2.01 | - |
| <i>Sorghum bicolor</i> | Susu | Seeds | 58.2 ± 2.09 | 57.8 ± 1.70 | 64.6 ± 3.33 | 62.6 ± 1.88 | - |
| <i>Spinacia oleracea</i> | Sigeumchi | Leaves | 58.4 ± 1.01 | 59.2 ± 0.76 | 62.2 ± 1.56 | 60.6 ± 1.37 | - |
| <i>Tricholoma matsutake</i> | Songibeoseot | Fruit body | 57.2 ± 0.58 | 57.7 ± 0.36 | 66.5 ± 4.97 | 63.7 ± 1.51 | - |
| <i>Triticum aestivum</i> | Mil | Seeds | 59.6 ± 1.20 | 56.3 ± 0.91 | 62.9 ± 4.90 | 59.7 ± 1.68 | - |
| <i>Ulva lactuca</i> | Galparae | Whole | 58.7 ± 1.01 | 63.0 ± 2.65 | 68.1 ± 4.20 | 68.5 ± 6.34 | - |
| <i>Umbilicaria esculenta</i> | Seokibeoseot | Fruit body | 61.0 ± 0.88 | 68.8 ± 1.13 | 56.2 ± 0.36 | 52.9 ± 2.09 | - |
| <i>Undaria pinnatifida</i> | Miyeok | Whole | 62.6 ± 3.62 | 59.6 ± 2.36 | 57.7 ± 1.44 | 57.1 ± 3.01 | - |
| <i>Vigna sinensis</i> | Dongbu | Seeds | 49.9 ± 1.29 | 50.7 ± 1.24 | 75.7 ± 1.23 | 81.9 ± 2.44 | - |
| <i>Vitis vinifera</i> | Podo | Fruits | 54.8 ± 3.34 | 56.1 ± 3.81 | 59.5 ± 0.54 | 59.8 ± 2.15 | - |
| <i>Wasabia japonica</i> | Gochunaengi | Leaves | 60.7 ± 1.84 | 61.3 ± 2.50 | 64.3 ± 1.52 | 62.6 ± 2.42 | - |
| <i>Zanthoxylum schinifolium</i> | Sancho | Fruits | 63.1 ± 0.76 | 60.5 ± 1.26 | 61.5 ± 2.65 | 59.9 ± 1.78 | - |
| <i>Zea mays</i> | Chal Oksusu | Seeds | 59.5 ± 0.41 | 61.0 ± 0.33 | 61.7 ± 1.35 | 62.0 ± 5.80 | - |
| <i>Zea mays</i> | Mae Oksusu | Seeds | 60.5 ± 1.22 | 58.5 ± 1.93 | 61.9 ± 1.09 | 61.1 ± 1.09 | - |
| <i>Zingiber officinale Roscoe</i> | Saenggang | Rhizomes | 60.7 ± 1.34 | 60.2 ± 0.38 | 60.2 ± 1.59 | 62.7 ± 2.58 | - |
| <i>Zizyphus jujuba</i> | Daechu | Fruits | 47.6 ± 0.57 | 49.9 ± 0.68 | 59.0 ± 5.05 | 78.8 ± 6.66 | - |

¹⁾Positive control group shows 100% MIE; Negative control group shows 60% MIE.²⁾Values are means of triplicate determinations ± standard deviation.³⁾We defined that there is the cell toxicity when growth retardation is 50% and above in 1000 µg/mL.

매실(*Prunus mume*) > 매생이(*C. fulvescens*) > 골파(*A. schoenoprasum*) > 딸기(*F. ananassa*) > 호박(*Cucurbita moschata*) > 차조기(*P. frutescens*) > 둥글레(*P. odoratum*) > 동부(*Vigna sinensis*) > 흑향미(*O. sativa*) > 아욱(*Malva verticillata*) 순의 면역 활성을 나타내었다(Table 1).

이중 2가지 농도에서 10% 이상의 면역증진반응을 보이는 시료는 개암(*Corylus heterophylla*), 연교(*Allium chinense*), 금글(*F. margarita*), 녹두(*Phaseolus radiatus*), 딸기(*F. ananassa*), 동부(*V. sinensis*), 두리안(*D. zibethinus*), 둥글레(*P. odoratum*), 로즈마리(*Rosmarinus officinalis*), 아욱(*M. verticillata*), 유채씨(*B. campestris*), 육두구(*Myristica fragrans*), 자두(*P. salicina*), 질경이(*P. asiatica*), 차조기(*P. frutescens*), 홍화씨(*Carthamus tinctorius*), 회향(*F. vulgare*), 후추(*P. nigrum*), 흑향미(*O. sativa*)로 총 19 개였고, 3가지 농도에서 면역증진효과를 나타내는 시료는 골파(*A. schoenoprasum*), 두릅(*Aralia elata*), 매생이(*C. fulvescens*)로 총 3개였으며, 특히 마(*D. batatas*)는 각 4가지 농도(10 µg/mL, 100 µg/mL, 500 µg/mL, 1000 µg/mL)에서 면역증진 활성을 나타내었을 뿐 아니라 양성대조군과 비슷하거나 높은 활성을 나타내어 면역증진 활성이 매우 우수한 것으로 나타났다.

천연물 유래 추출물의 세포독성 실험

선별된 시료를 이용하여 정상세포주인 L929에 대한 세포독성을 측정할 결과는 Table 1과 같다. 마우스 유래 정상세포주인 L929에 각 시료를 처리한 결과, 1000 µg/mL의 농도에서 냉이(*Capsella bursa-pastoris*), 회향(*F. vulgare*), 후추(*P. nigrum*)가 대조군에 비하여 각각 65.9, 55.1, 79.1%의 성장억제율을 보여 직접적인 세포독성을 소유한 것으로 나타났다. 로즈마리(*R. officinalis*), 달맞이꽃(*Oenothera erythrosepala*), 상수리(*Quercus acutissima*), 차조기(*P. frutescens*)는 1000 µg/mL의 농도에서 대조군에 비하여 세포성장이 각각 46.1, 36.1, 28.2, 24.2% 억제된 것으로 나타났으며, 타 시료의 경우 세포독성은 나타나지 않았다. 또한 10 µg/mL, 100 µg/mL의 농도에서 모든 시료가 대조군에 비하여 20% 미만의 세포 성장 억제율을 보여 직접적인 세포독성은 없는 것으로 나타났다.

결과적으로, 면역증진 반응을 나타내는 추출물 중에서 직접적인 세포독성 효과를 나타내는 냉이(*C. bursa-pastoris*), 회향(*F. vulgare*), 후추(*P. nigrum*)를 제외한 추출물은 기능성 식품의 소재로서 이용 가능할 것으로 보이며, 그 외 세포독성을 소유한 것으로 나타난 추출물은 *in vivo* test를 통해 사용용량에 대한 추가 연구가 필요할 것으로 판단된다.

위의 두 실험의 결과를 종합해보았을 때, 식용식물 추출물에서 면역 활성능을 소유한 것으로 나타난 시료 총 42개 중 세포독성이 있는 시료를 제외하면, 2가지 농도 이상에서 면역 활성능이 나타난 시료는 총 17개였으며, 3가지 농도에서 면역활성을 나타내는 시료는 총 3개[골파(*A. schoenoprasum*), 두릅(*A. elata*), 매생이(*C. fulvescens*)]였다. 또한 마(*D. batata*)는 각 농도에서 모두 면역 활성을 보여 가장 우수한 면역증진 효과를 지닌 것으로 나타났다.

세 가지 이상의 농도에서 면역활성을 나타내 우수한 면역증진 효과를 나타낸 4개의 시료[골파(*A. schoenoprasum*), 두릅(*A. elata*), 마(*D. batata*), 매생이(*C. fulvescens*)]에 대하여 문헌을 조사해본 결과, 골파(*A. schoenoprasum*)는 성분 및 활성에 대한 연구가 거의 보고 되지 않았다. 두릅(*A. elata*)에서는 혈당강화작용(11), 당뇨병(12) 및 위염, 위궤양(13)의 치료 등의 생리 활성이 보고되었고, 마(*D. batata*)에서는 혈당 수준 및 중성지방 수준 감소

효과(14, 15), 면역세포 증진활성(16), 항염활성(17) 및 항암활성(18) 등이 보고 되어 있으며, 매생이(*C. fulvescens*)에서는 지질 과산화 억제 효과(19), 멜라닌 생성 억제 효과(20), 면역 및 항암 활성(7)에 관한 연구가 보고 되었다.

그러나 대식세포를 이용한 효소분비의 활성 측정은 면역 활성 뿐 아니라 염증을 유발할 수 있는 가능성을 내포하고 있다. 따라서 이 연구를 토대로 우수한 면역증강 효과를 나타내는 식용식물에 대해 차후 염증유발 인자에 대한 **negative response**에 대한 실험을 수행하고 *in vivo* test 등의 구체적인 면역증강효과를 탐색하여 천연 면역증강소재로의 개발이 가능할 것으로 보이며, 본 연구의 결과는 앞으로 우수한 면역증강 효과를 보이는 새로운 선도화합물의 발굴을 위한 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다. 뿐만 아니라 면역증강 효과를 나타내는 기능성 식품 및 면역과 관련된 여러 질병들의 치료를 위한 의학 소재의 개발에 이용될 수 있을 것으로 사료된다.

요 약

식품 소재의 국내산 약용식물인 163가지 천연물에서 메탄올로 추출한 시료를 이용하여 *in vitro*에서 10, 100, 500, 1000 µg/mL의 4가지 농도에서 대식세포 면역 활성을 측정하였다. 그 결과, 42개의 시료에서 면역증진반응을 보였으며, 그 중 20개의 시료는 음성대조군에 대하여 20% 이상 면역 활성을 증진시키는 것으로 측정되었다.

이중 2가지 농도에서 면역증진반응을 보이는 시료는 총 19개, 3가지 농도에서 면역증진효과를 나타내는 시료는 총 3개[골파(*Allium schoenoprasum*), 두릅(*Aralia elata*), 매생이(*Capsosiphon fulvescens*)]였으며, 특히 마(*Dioscorea batatas*)는 각 농도에서 활성을 나타내었을 뿐 아니라 양성대조군과 비슷하거나 높은 활성을 나타내어 면역증진활성이 매우 우수한 것으로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 바이오그린21사업 및 한국과학재단 우수연구센터사업 (경희대 식물대사연구센터) 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사를 드립니다.

문 헌

1. Chae SY, Shin SH, Bae MJ, Park MH, Song MK, Hwang SJ, Yee ST. Effect of arabinoxylane and PSP on activation of immune cells. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 33: 278-286 (2004)
2. Itoh A, Iizuka K, Natori S. Antitumor effects of sarcophaga lectin on murine transplanted tumors. *J. Cancer Res.* 76: 1027-1033 (1985)
3. Agarwal BB, Traquina PR, Eessalu TE. Modulation of receptor and cytotoxic response of tumor necrosis factor-L by various lectins. *J. Biol. Chem.* 261: 12652-13656 (1986)
4. Hara C, Kumazawa Y, Inagaki K, Kaneko M, Kiho T, Ukai S. Mitogenic and colony-stimulating factor-inducing activity of polysaccharide fractions from the fruit bodies of *Dictyohora industriata*. *Fisch. Chem. Pharm. Bull.* 39: 1615-1616 (1991)
5. Severinson E, Larsson EL. Vol. 2, p. 63 *Handbook of Experimental Immunology*. Weir DM (ed). Blackwell Scientific Publication, Inc., Ames, IA, USA (1986)
6. Yongwen Z, Hiroaki K, Tsukasa M, Haruki Y. Fractionation and chemical properties of immunomodulation polysaccharides from roots of *Dipascus asperoides*. *Planta Med.* 63: 393-399 (1997)
7. Park HY, Lim CW, Kim YK, Yoon HD, Lee KJ. Immunostimulation and anticancer activities of hot water extract from *Capsosiphon*

- phon fulvescens*. J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem. 49: 343-348 (2006)
8. Kim J, Ryu HS, Shin JH, Kim HS. *In vitro* and *ex vivo* supplementation of *Houttuynia cordata* extract and immunomodulating effect in mice. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 34: 167-175 (2005)
 9. Song MK, Woo SG, Jang JS, Kim JH, Kim HY, Hong SG, Lee BW, Park MH, Chung KS. Immunostimulating and anti-cancer effects of *Pediococcus pentosaceus* EROM101 isolated from Korea. Korean J. Microbiol. Biotechnol. 31: 355-361 (2003)
 10. Cory AH, Owen TC, Barltrop JA, Cory JG. Use of an aqueous soluble tetrazolium/formazan assay for cell growth assays in culture. Cancer Commun. 3: 207-212 (1991)
 11. Lee MY, Lee JS, Sheo HJ. Effects of *Aralia elata* extract on experimentally Alloxan induced diabetes in rabbits. J. Korean Soc. Food Nutr. 17: 57-61 (1988)
 12. Sin KH. Effect of Araliaceae water extracts on blood glucose level and biochemical parameters in diabetic rats. J. Korean Nutr. Soc. 39: 721-727 (2006)
 13. Lee UB, Jung CS. Pharmacological studies on roots bark extract of *Aralia elata*. Yakhak Hoeji 37: 581-590 (1993)
 14. Kim MW, Lim SJ. Effects of fractions of *Dioscorea japonica* Thumb on blood glucose level and energy metabolism in streptozotocin induced diabetic rats. J. Korean Soc. Food Nutr. 31: 1093-1099 (1988)
 15. Kwon EK, Choi EM, Koo SJ. Effects of mucilage from Yam (*Dioscorea batatas* DECENE) on blood glucose and lipid composition in alloxan-induced diabetic mice. Korean J. Food Sci. Technol. 33: 795-801 (2001)
 16. Choi EM, Koo SJ, Hwang JK. Immune cell stimulating activity of mucopolysaccharide isolated from Yam (*Dioscorea batatas*). J. Ethnopharmacol. 91: 1-6 (2004)
 17. Kim MJ, Kim HN, Kang KS, Baek NI, Kim DK, Kin YS, Jean BH. Methanol extract of *Dioscorea rhizoma* inhibits pro-inflammatory cytokines and mediators in the synoviocytes of rheumatoid arthritis. Int. Immunopharmacol. 4: 1489-1497 (2004)
 18. Hu K, Yao X. The cytotoxicity of methyl protoneogracillin (NSC-698793) and gracillin (NSC-698787), two steroidal saponins from the rhizomes of *Dioscorea collettii* var. *hypoglauca*, against human cancer cells *in vitro*. Phytother. Res. 17: 620-626 (2003)
 19. Park JC, Choi JS, Song SH, Choi MR, Kim KY, Choi JW. Hepatoprotective effect of extracts and phenolic compound from marine algae in bromobenzene-treated rats. Korean J. Pharmacogn. 28: 239-246 (1997)
 20. Mun YJ, Yoo HJ, Lee KE, Kim JH, Pyo HB, Woo WH. Inhibitory effect on the melanogenesis of *Capsosiphon fulvescens*. Yakhak Hoeji 49: 375-379 (2005)