

## 4주 동안의 옥수수 추출물 투여가 마우스 비장세포와 대식세포 생성에 미치는 영향

\*류 혜 숙

상지대학교 보건과학대학 식품영양학과

### Effects of a Corn Extract on Mouse Splenocyte and Cytokine Production by Peritoneal Macrophages

\*Hye Sook Ryu

Dept. of Food and Nutrition, College of Health Sciences, Sangji University, Wonju 220-702, Korea

#### Abstract

This study was performed to investigate the *in vitro* effect of a corn water extract on immune function. Splenocyte proliferation was determined by the MTT(3-[4,5-dimethylthiazol-2-yl]-2,5-diphenyl tetrazolium bromide) assay after preparing a single cell suspension. Production of macrophage-secreted interleukin(IL)-1 $\beta$ , IL-6, and interferon(IFN)- $\gamma$ , was detected by ELISA using a cytokine assay kit. After a 48-hr incubation with mitogens(ConA or lipopolysaccharide), mice splenocyte proliferation increased with the addition of a corn water extract supplement at 10, 50, 100, 250, 500, or 1,000  $\mu\text{g}/\text{ml}$ . Production of IL-1 $\beta$ , IL-6, and IFN- $\gamma$  increased in treatments supplemented with the corn water extract. In an *in vitro* study, splenocyte proliferation increased when 50~1,000  $\mu\text{g}/\text{ml}$  corn water extract was added. In an *ex vivo* experiment, the highest production of cytokines by activated peritoneal macrophages was observed in mice orally administered 500 mg/kg body weight/day.

Key words: splenocyte proliferation, corn, cytokine, IL-1 $\beta$ , IL-6, IFN- $\gamma$ , immunity

#### 서 론

천연식품을 소재로 생리활성 효과를 검색하려는 시도가 최근 들어 활발하게 이루어지고 있다(Ahn 등 1990; Park 등 1993; Kim 등 2004). 식품의 면역 활성화에 관한 연구로 생강과 톳의 면역세포 증진 효과가 밝혀진 바 있으며(Ryu 등 2005; Kim 등 2007), 메밀, 돌미나리 등이 세포 면역 기능을 강화시켰다는 보고(Park HA 2003)가 있다. 또, 톳과 수수 추출물이 마우스 비장세포와 사이토카인 생성을 증진시키는 것으로 알려져 있다(Joung YH 2003; Ryu 등 2006). 이외에도 천연식품을 이용한 면역능에 관한 보고된 연구는 더덕 물 추출물의 마우스 경구 투여 실험에서 흉선세포 증식을 촉진시키고, 복강 마크로파지의 nitric oxide(NO) 생성을 억제시켜 면역 증강 효과의

가능성을 제시한 보고가 있다(Sun JS 1996; Eun 등 1998). 또한, 더덕 열수 추출물 1~25  $\mu\text{g}/\text{ml}$  농도 첨가시 림프절 세포 증식 효과가 있었다는 연구 보고(Lee JH 2002)와 더덕과 가시오가피 혼합 추출물이 흉선과 비장세포 증식을 촉진시킨 것으로 보고된 바 있다(Lim 등 2007). 이러한 연구의 일환으로 우리나라에 전통적으로 곡류식품으로 널리 이용되고 있는 옥수수를 소재로 면역 증진 효과를 확인하고자 하였다. 옥수수는 기후나 토양에 대한 적응력이 뛰어나, 우리나라 전역에서 재배가 용이하고 생산량이 많으며, 주로 강원도 지역에서 많이 생산되고 있다. 옥수수는 품종도 다양하여 단맛이 풍부한 감미종, 팝콘을 만드는 폭렬종, 저장성이 높은 경립종, 사료로 사용되는 마치종, 가공용으로 쓰이는 연립종과 나종 등으로 구분된다(Hyun 등 2008). 옥수수에 관한 연구는 옥수수

\* Corresponding author: Hye-Sook Ryu, Dept. of Food and Nutrition, College of Health Sciences, Sangji University, Wonju 220-702, Korea. Tel: +82-33-738-7641, Fax: +82-33-730-0186, E-mail: rhs7420@hanmail.net

분말을 첨가한 떡의 관능적 특성이나 케이크의 품질 특성에 관한 연구가 주로 이루어지고 있다(Kim YI 2001; Hyun 등 2008). 옥수수의 생리활성에 관한 연구로는 옥수수 펩타이드가 흰쥐의 지질대사에 미치는 영향이 보고되어 있으며(Lee 등 2001), 최근의 연구로 옥수수 전분 섭취가 흰쥐의 성장능력 및 장기능에 미치는 영향에 대한 연구가 알려져 있다(Lee 등 2009). 반면, 옥수수를 이용한 면역능에 관한 연구는 거의 이루어지지 않은 미미한 수준이다. 따라서 본 연구는 농도를 달리한 옥수수 열수 추출물이 마우스 비장세포에 직접 작용하여 면역세포를 증식시키는 활성이 있는지 검색하고, 동시에 사이토카인(IL-1 $\beta$ , IL-6, IFN- $\gamma$ ) 생성량을 측정하여 면역세포의 활성화에 관여함을 조사함으로써 면역 증진능을 갖는 천연 식품 소재로서의 옥수수의 면역 증진 식품으로서의 활용 가능성을 확인하고자 실시하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 시료 추출 및 실험 동물

동결 건조된 시료를 증류수 또는 에탄올로 환류 냉각시키면서 80°C 수욕상에서 3시간씩 3회 반복 추출한 후 감압 농축하여 물 추출물과 에탄올 추출물을 얻었다(Fig. 1). 본 연구에 사용된 동물은 면역 실험용으로 제공되는 7~8주령 된 암컷 Balb/c mouse를 (주)대한실험동물센터로부터 공급받아 고형 사료와 물을 자유로이 공급하면서 7~8일 정도 실험 동물실에서 적응시킨 후 체중이 15 g 내외인 마우스를 실험에 사

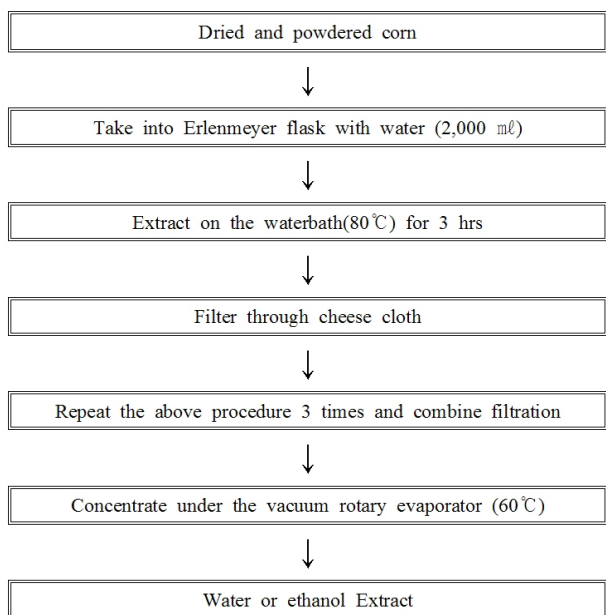


Fig. 1. Flow diagram for water or ethanol extraction procedure.

용하였다. 실험 동물실 온도는 22±2°C, 습도는 40~60%로 유지하였고, 명암주기(Light and dark cycle)는 12시간 단위로 조절하였다.

### 2. 시약 및 배지

본 연구에 사용된 배지는 GIBCO BRL의 RPMI medium 1640 (Grand Island, NY, USA) 제품을 사용하였고, fetal bovine serum (FBS), lipopolysaccharide(LPS), concanavalin A(ConA), thioglycollate, sodium bicarbonate, ammonium chloride, TRIZMA<sup>®</sup> base, TRIZMA<sup>®</sup> hydrochloride, trypan blue solution(0.4%), DMSO(dimethyl sulfide), 3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyl tetrazolium bromide (MTT) 등의 시약은 Sigma Chemical Co.(St. Louis, MO, USA) 제품을 사용하였다.

### 3. 옥수수 추출물의 투여

*In vitro*(시험관 내) 실험에서는 옥수수 에탄올 추출물 및 물 추출물을 세포배양액(10 % FBS-RPMI 1640; GIBCO)에 용해시킨 다음, 실험하고자 하는 농도가 되도록 희석하여 세포 배양시 첨가하였다. *Ex vivo*(생체 외) 실험에서는 옥수수 물 추출물을 멸균 증류수로 용해시킨 후 적정 농도로 희석하여 사용하였다. 마우스를 임의 배치법에 의해 대조군과 투여군으로 나누었으며, 실험군마다 4마리씩 사용하였다. 대조군에는 생리 식염수를, 투여군에는 검액을 각각 50 mg/kg B.W./day와 500 mg/kg B.W.의 농도가 되도록 멸균증류수로 희석하여 0.2 mL/day씩 4주간 격일로 경구 투여하였다(Fig. 2).

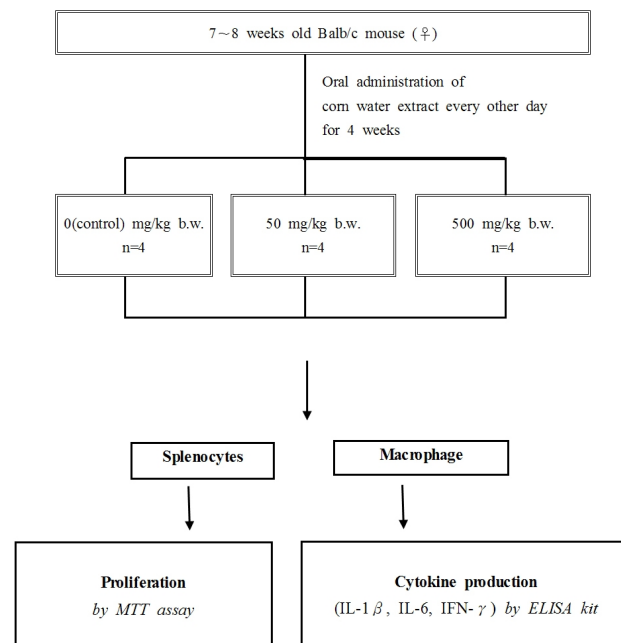


Fig. 2. Study design of *ex vivo* experiment.

#### 4. 마우스 비장세포의 분리 및 배양

마우스 비장세포 분리는 Mishell(Mishell 등 1980)의 방법에 의해 시행되었다. 경추 탈골법으로 희생시킨 마우스로부터 비장을 무균적으로 적출하여 RPMI 1640 배양액으로 씻은 후 멸균 유리병으로 가볍게 분쇄하여 세포를 유리시켰다. 분리된 세포 현탁액을 200 mesh stainless steel sieve(Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA)에 통과시켜 배양액으로 2번 세척하고, 3,000 rpm에서 10분간 원심분리 하였다. 이것을 Tris-buffered ammonium chloride(NH<sub>4</sub>Cl, pH 7.2)와 증류수에 현탁시켜 5분간 처리하여 적혈구를 제거하였다. 적혈구가 제거된 비장세포는 다시 RPMI medium 1640 용액에 분산시켜, trypan blue solution으로 염색한 후 hemocytometer를 이용하여 그 세포수를 측정하였다. 세포농도 5.0×10<sup>6</sup> cell/ml로 분산시킨 후 96-well plate에 90 μl씩 분주한 후 세포 증식능 측정에 사용하였다. 비장세포 증식능은 배양액 10% FBS-RPMI 1640을 넣은 대조군의 흡광도를 1로 하여 상대적인 값으로 표현하였다.

#### 5. 비장세포 증식능 측정

각 군별로 마우스 비장세포 현탁액을 5.0×10<sup>6</sup> cell/ml이 되도록 희석하여 96 well plate의 각 well에 90 μl씩 분주하고, 각 군당 미토젠으로 ConA(5 μg/ml), LPS(15 μg/ml)를 10 μl씩 분주하고, 대조군에는 배지를 동량으로 분주하였다. 각 plate는 37°C, 5% CO<sub>2</sub> incubator(Sanyo)에서 44시간 배양하여 MTT assay를 실시하였다. 배양후 MTT를 10 μl 가하고, 알루미늄 호일로 빛을 차단한 상태에서 4시간 동안 다시 배양한 후 formazan crystal 형성을 유도하였다. 4°C, 1,500 rpm에서 5분간 원심 분리하여 상층액을 제거하고, 각 well에 150 μl의 DMSO를 가하여 10분간 방치한 후 ELISA reader를 이용하여 540 nm의 파장에서 흡광도를 측정하였다. 마우스 비장세포의 증식능은 다음의 공식에 의해 계산되었다.

Proliferation Index=Sample의 흡광도/Control의 흡광도

#### 6. 복강 대식세포의 사이토카인(IL-1β, IL-6, IFN-γ) 분비능 측정

옥수수 물 추출물을 경구 투여한 마우스의 복강 내 대식세포를 추출하여 배양시킨 다음 배양 상층액으로부터 분비되는 사이토카인(IL-1β, IL-6, IFN-γ) 분비량을 각각 측정하였다. 비부착성 세포를 제거하고 부착성 세포만을 얻은 후, 10% FBS RPMI 1640 900 μl와 대식세포를 활성화시키는 mitogen인 LPS와 배지를 100 μl 가한 후 37°C, 5% CO<sub>2</sub> incubator(Sanyo)에서 48시간 배양하였다. 배양 상층액을 분리하여 배양액에 측정된 IL-1β, IL-6, IFN-γ량을 ELISA 사이토카인 kit(R&D system, USA)를 이용하여 측정하였다.

#### 7. 통계분석

모든 실험 결과의 자료는 SAS(Statistic Analysis System) 통계 프로그램을 이용하여 평균 및 표준편차를 구하였다. 각 군간의 평균치의 차이는 분산분석(Analysis of Variance, ANOVA) 및 Duncan's multiple range test를 사용하여 α=0.05 수준에서 유의성을 검정하였다.

### 결과 및 고찰

#### 1. 옥수수 추출물이 마우스 비장세포 증식능에 미치는 영향

옥수수 물 추출물과 에탄올 추출물 10, 50, 100, 250, 500, 1,000 μg/ml의 농도로 첨가하여 배양하였고, 음의 대조군(negative control)으로는 옥수수 시료의 추출물 대신 배양액(10% FBS-RPMI 1640)을 첨가하고, 양의 대조군(positive control)으로는 Con A(5 μg/ml)와 LPS(15 μg/ml)를 첨가하여 배양하였다. Con A는 T세포를, LPS는 B세포 증식을 선택적으로 증가시키고, 이들의 mitogen effect는 농도 의존적이었다. 옥수수의 물 추출물과 에탄올 추출물이 비장세포 증식능에 미치는 영향에 대한 결과는 Table 1과 같다. Con A와 LPS를 첨가하여 배양한 경우 옥수수 추출물을 첨가하지 않은 대조군에 비해 세포 증식능이 1.38±0.11, 1.18±0.09로 증가하였다. 옥수수의 물 추출물을 첨가하여 배양한 경우 농도 10, 50, 100, 250, 500, 1,000 μg/ml에서 각각 2.97±0.12, 5.89±0.73, 5.00±0.07, 5.57±0.74, 7.59±2.18, 9.08±0.70을 보였고, 에탄올 추출물을 첨가하여 배양한 경우, 농도 1,000 μg/ml에서 1.14±0.05로 비장세포 증식이 높게 나타났으나, 뚜렷한 농도간의 차이를 나타내진 않았다. 물 추출물의 경우, 50 μg/ml, 500 μg/ml, 1,000

Table 1. Proliferation index of mice splenocyte cultured with water or ethanol extracts of corn and mitogens

Conc. (μg/ml)	Proliferation index		Mitogen	
	Water	Ethanol	Con A	LPS
0	1.00 <sup>c</sup>	1.00 <sup>b</sup>		
10	2.97±0.12 <sup>b</sup>	0.98±0.24 <sup>b</sup>		
50	5.89±0.73 <sup>a</sup>	1.07±0.15 <sup>b</sup>		
100	5.00±0.07 <sup>b</sup>	0.90±0.24 <sup>c</sup>	1.38±0.11	1.18±0.09
250	5.57±0.74 <sup>b</sup>	1.07±0.23 <sup>b</sup>		
500	7.59±2.18 <sup>a</sup>	0.80±0.13 <sup>c</sup>		
1,000	9.08±0.70 <sup>a</sup>	1.14±0.05 <sup>b</sup>		

1) Proliferation index=mean of O.D. in test wells/mean of O.D. in control wells.

2) Means with different letters(a, b, c) within a columne significantly different from each other at α=0.05 as determined by Duncan's multiple range test(a>b>c).

$\mu\text{g/ml}$  고농도에서도 비장 증식 효과를 보여 주었다. 이는 50~500  $\mu\text{g/ml}$ 에서 유의적인 증식능을 나타낸 생강 물 추출물 첨가군의 경우와 유사한 결과를 나타낸 결과(Ryu 등 2005)와 수수 물 추출물(Ryu 등 2006)에서 100  $\mu\text{g/ml}$  농도에서 높은 증식을 보인 결과를 볼 때, 100~500  $\mu\text{g/ml}$  농도가 비장세포 증식에 효과가 있을 것으로 사료된다. 한편, 에탄올 추출물의 경우 1,000  $\mu\text{g/ml}$ 에서 증식 효과를 보여, 500~1,000  $\mu\text{g/ml}$  농도 이상에서 비장세포 증식능을 억제하는 것으로 나타난 고 들깨기, 돌미나리, 메밀, 톳, 생강을 혼합한 혼합시료의 연구와 다른 경향을 보였다. 따라서 50~500  $\mu\text{g/ml}$  농도로 첨가된 옥수수 열수 추출물이 세포 활성을 촉진시키거나, 면역 반응을 증가시킬 가능성이 있을 것으로 사료된다.

## 2. 옥수수 물 추출물이 사이토카인 생성량에 미치는 영향

IL-1, IL-6, IL-8, IL-12와 같은 여러 가지 사이토카인과 nitric oxide(NO) 등이 암세포에 대한 세포독성을 나타내는 물질로 제시되어 왔으며(Kim 등 2004), 그 중에서도 IL-1, IL-6는 초기 염증 반응에서 세포 간 신호전달을 수행함으로써 면역반응에 중요한 역할을 담당한다고 알려져 있다(Barnes 등 1995). IFN- $\gamma$ 는 Th1에서 생성되는 전구 염증성(proinflammatory) 사이토카인으로(Sypek 등 1994) 항염증성(antiinflammatory) 사이토카인인 IL-10의 생성을 억제하는 사이토카인으로 알려져 있다(Pisa 등 1992). 본 실험에서는 IL-1 $\beta$ , IL-6, IFN- $\gamma$ 의 분비량을 측정하였고, 각 군별 양성 대조군으로는 LPS(15 mg/ml)로 자극한 대식세포로부터 분비된 사이토카인을 측정함으로써 대식세포의 활성화에 대한 지표로 삼았다.

### 1) IL-1 $\beta$ 생성량

활성화된 대식세포의 지표로 세포배양액의 IL-1 $\beta$ 의 함량을 ELISA cytokine kit(R&D system, USA)를 이용하여 측정된 결과는 Table 2에 나타내었다. 4주 투여의 결과, LPS로 처리하지 않은 경우 50 mg/kg B.W.의 농도에서 200.64 $\pm$ 0.33 pg/ml로 대조군(107.89 $\pm$ 0.77 pg/ml)에 비해 유의적으로 높은 생성을 보였고, 500 mg/kg B.W. 농도에서도 214.81 $\pm$ 17.51 pg/ml로 대조군에 비해 유의적으로 높은 생성량을 나타냈다. LPS 처리에 의한 영향도 50 mg/kg B.W.의 농도에서 389.87 $\pm$ 8.49 pg/ml로 대조군(342.67 $\pm$ 4.41 pg/ml)에 비해 높은 생성을 보였고, 500 mg/kg B.W.의 농도에서는 406.65 $\pm$ 6.3 pg/ml로 대조군에 비해 유의적으로 높은 생성량이 관찰되었다. 동일 시료의 비교가 아닌 제한점은 있으나, 다시마 섭취에 대한 연구에 따르면 정상과 당뇨 마우스 대식세포의 사이토카인 분비에서 대조 식이와 다시마를 첨가하는 실험식이군의 복강 대식세포로부터 IL-1 $\beta$  생성능을 측정된 결과, 다시마 섭취군에서 IL-1 $\beta$  분비가 50% 정도 높게 나타나, 다시마 식이가 마우스의 복강

**Table 2. IL-1 $\beta$  production by activated peritoneal macrophages of mice orally administered with water extracts of corn for 4 weeks**

Conc. (mg/kg b.w.)	IL-1 $\beta$ production (pg/ml) <sup>1)</sup>	
	Without mitogen	LPS treated
0	107.89 $\pm$ 0.77 <sup>b2)3)</sup>	347.67 $\pm$ 4.41 <sup>c</sup>
50	200.64 $\pm$ 0.33 <sup>a</sup>	389.87 $\pm$ 8.49 <sup>b</sup>
500	214.81 $\pm$ 17.51 <sup>a</sup>	406.65 $\pm$ 6.30 <sup>a</sup>

\* Significant difference from control at  $p < 0.05$ .

대식세포를 활성화시키는 것으로 보고하였다(Cho 등 1988). 옥수수 추출물을 경구 투여한 마우스의 대식세포에서 IL-1 $\beta$  분비량이 50, 500 mg/kg B.W.의 농도 모두에서 대조군에 비해 유의적으로 증가되어 옥수수 추출물이 마우스의 복강 대식세포를 활성화하여 IL-1 $\beta$  생성을 촉진시킴으로써 면역 증강에 영향을 미칠 가능성이 있을 것으로 사료된다.

### 2) IL-6 생성량

대식세포의 활성화에 대한 지표로 세포 배양액의 IL-6 함량을 측정하였으며, 결과는 Table 3에 나타내었다. 4주 투여군의 결과, LPS로 처리하지 않은 경우 50, 500 mg/kg B.W. 첨가 시 각각 217.90 $\pm$ 106.73, 203.14 $\pm$ 49.35로 나타나, 50 mg/kg B.W. 농도에서 대조군보다 높은 생성을 보였다. LPS 첨가 시에는 500 mg/kg B.W. 농도군에서 776.75 $\pm$ 27.95 pg/ml로 대조군인 671.07 $\pm$ 12.53 pg/ml에 비해 유의적으로 높은 IL-6 생성량을 보였다. 투여 농도와 관련된 다른 연구에 의하면 울무의 물 추출을 100 mg/kg/day씩 마우스에 10일간 투여하였을 때 56.6%의 종양 성장 저지율을 보였다고 보고하였다(Ryu 등 1987). 이러한 결과는 500 mg/kg B.W. 농도군의 옥수수 추출물이 외부로부터의 항원에 대항하여 마우스의 복강 대식세포를 활성화시켜 IL-6의 생성을 촉진시킴으로써 면역기능 증강에 효과적으로 작용할 가능성이 있을 것으로 사료된다.

**Table 3. IL-6 production by activated peritoneal macrophages of mice orally administered with water extracts of corn for 4 weeks**

Conc. (mg/kg b.w.)	IL-6 production (pg/ml) <sup>1)</sup>	
	Without mitogen	LPS treated
0	208.34 $\pm$ 7.62 <sup>b2)3)</sup>	671.07 $\pm$ 12.53 <sup>b</sup>
50	217.90 $\pm$ 10.63 <sup>a</sup>	646.68 $\pm$ 37.8 <sup>b</sup>
500	203.14 $\pm$ 49.35 <sup>b</sup>	776.75 $\pm$ 27.95 <sup>a</sup>

\* Significant difference from control at  $p < 0.05$ .

**Table 4. IFN- $\gamma$  production by activated peritoneal macrophage cultured with corn water or ethanol extracts**

Conc. (mg/kg b.w.)	IFN- $\gamma$ production (pg/ml) <sup>1)</sup>	
	Without mitogen	LPS treated
0	31.01±12.82 <sup>e2)3)</sup>	189.43±81.48 <sup>c</sup>
50	98.10± 2.85 <sup>b</sup>	278.93±18.35 <sup>b</sup>
500	118.76±3.18 <sup>a</sup>	386.77± 3.22 <sup>a</sup>

\* Significant difference from control at  $p < 0.05$ .

### 3) IFN- $\gamma$ 분비량

IFN- $\gamma$  분비량은 Table 4에 나타내었다. LPS로 처리하지 않은 경우 500 mg/kg B.W. 농도에서 111.79±11.35로 대조군(31.01±12.83)보다 유의적으로 높은 생성을 보였고, LPS 처리에 의한 경우 50 mg/kg B.W.에서 243.02±3.31, 500 mg/kg B.W.에서 1,037.82±188.5로 대조군보다 높은 분비능을 보였으며, 특히 500 mg/kg B.W.의 경우는 유의적으로 높은 생성능을 보였다. 울무 추출물의 투여 시에도 이와 유사한 결과를 보였다(Ryu 등 2005). 이는 옥수수 추출물 투여가 외부의 항원 자극 시 면역 반응을 촉진시킬 가능성을 보여주는 결과로 IFN- $\gamma$ 는 Th1에서 생성되는 전구 염증성(proinflammatory) 사이토카인으로(Sypek 등 1994) 항염증성(antiinflammatory) 사이토카인인 IL-10의 생성을 억제하는 사이토카인으로 알려져 있다(Pisa 등 1992). 한편, 암환자를 대상으로 한 연구에서는 IFN- $\gamma$ 의 분비량이 건강한 대조군(16±10, 2,550±950)에 비해 낮게(8±8, 1,450±1,010) 나타났으며, 이들의 비율 또한 대조적인 차이를 보이고 있다. 이는 암환자의 경우 초기 감염반응에서 전구 염증성 사이토카인이 면역작용을 잘 수행하지 못하였기 때문인 것으로 보고되고 있다(Shan 등 1999).

### 요약 및 결론

옥수수의 물 추출물 및 에탄올 추출물에 대한 생체 외 실험으로 비장세포 증식능을 검색한 결과, 물 추출물에서 50~1,000  $\mu\text{l/ml}$ 의 농도를 첨가했을 때 비장세포 증식능을 촉진하는 효과가 있는 것으로 나타났고, 에탄올 첨가 시에는 유의적인 변화를 보이지 않았다. 생체 외(ex vivo) 실험에서 옥수수의 물 추출물을 4주간 격일로 마우스 체중 kg 당 0, 50, 500 mg/kg B.W.의 농도로 마우스에 경구 투여한 후 LPS에 의해 활성화된 복강 대식세포가 분비하는 염증성 사이토카인 IL-1 $\beta$ , IL-6, IFN- $\gamma$ 의 생성량을 측정하였다. 그 결과, 옥수수 물 추출물은 LPS로 자극하지 않은 경우, IL-1 $\beta$ 은 50, 500 mg/kg B.W. 농도에서, IL-6는 50 mg/kg B.W.에서, IFN- $\gamma$ 는 50과 500 mg/kg B.W. 농도 모두에서 대조군에 비해 유의적으로 높은

증식 효과를 보여주었다. 반면, LPS로 자극한 경우 IL-1 $\beta$ , IL-6, IFN- $\gamma$  모두 500 mg/kg B.W. 농도에서 유의적으로 높은 생성능을 보여주었다. 이상의 결과에 따르면 옥수수 추출물의 사이토카인 IL-1 $\beta$ , IL-6, IFN- $\gamma$  생성 효과는 500 mg/kg B.W. 농도 투여 시 효과적으로 면역 세포와 면역 기관의 주요 기능을 증진시킬 가능성이 있을 것으로 사료된다.

이상의 결과를 종합해 볼 때 500 mg/kg B.W. 농도의 옥수수 추출물 경구 투여시 마우스 비장세포 증식능과 사이토카인 분비능에 영향을 미치는 것으로 사료된다.

### 감사의 글

본 연구는 2010년도 상지대학교 교내연구비에 의해 수행된 것이며 이에 감사드립니다.

### 참고문헌

- Ahn HK, Kil HB, Yoo HE, Oh DH. 1990. Effect of lipid contentd on the physicochemical of acorn starch. *J Korean Agric Chem Soc* 33:293-300
- Barnes PJ, Liew FY. 1995. Nitric oxide and asthmatic inflammation. *Immunology Today* 16:128-130
- Cho SH, Yang KM, Bae BS, In SA, Yu RN. 1988. Effect of sea tangle intake on cytokine production in macrophage from normal and diabetic mice. *J Food Sci Nutr* 27:952-959
- Hyun YH, Nam H, Pyun JW. 2008. Quality characteristics of Sulgidduk with prepared glutinous corn flour. *Korean J Food & Nutr* 21:293-299
- Joung YH. 2003. Effect of *Hizikia fusiforme* water extracts on mouse immune cell activation. MS. Thesis, Sookmyung Women's Uni. Seoul. Korea
- Kim HP, Son KH, Kang SS. 2004. Anti-inflammatory plant flavonoids and cellular action mechanisms. *J Pharmacological Sci* 96:229-245
- Kim YI. 2001. The quality characteristics of rice-corn cakes. *Korean J Food Cookery Sci* 5:426-430
- Lee HM, Chang UJ. 2001. Effect of corn peptide on the lipid metabolism in rat. *Korean J Dietary Culture* 16:416-422
- Lee HS, Ju DN, Kim BL, Kim SH. 2009. Effect of dietary intake of ultra fine or nano scale pulverized cornstarch on the growing performance and gut function in rat. *Korean J Nutr* 42:740-749
- Lee JH. 2002. Immunostimulative effect of hot-water extracts from *Codonopsis lanceolata* on lymphocyte and clonal macro-

- phage. *Korean J Food Sci Technol* 34:732-736
- Lim SD, Seong KS, Kim KS, Han DU. 2007. Effects of fermented milk hot water extracts from *Acanthopanax senticosus* and *Codonopsis lanceolata* on the immune status of mouse. *Korean J Food Sci Technol* 39:323-329
- Mishell BB, Shiigi SM. 1980. Selected Methods in Cellular Immunology. 1st ed. Sanfrancisco. WH Freeman and Co. 4
- Park HA. 2003. Enhancing effect of *Ixeris sonchifolia* Hance *Oenanthe javanica*, and *Fagopyrum esculentum* Moench on mouse immune cell activation. MS. Thesis, Sookmyung Women's Uni. Seoul. Korea
- Park JS, Chyun JH. 1993. Effects of low fat diet and saturated fat supplementation on the immune status of BALB/c mouse. *Korean J Nutr* 26:578-585
- Pisa P, Halapi E, Pisa EK, Gerdin E, Hising C, Buchi A. 1992. Selective expression of interleukin 10, interferon gamma and granulocyte-macrophage colony-stimulating factor in ovarian cancer biopsies. *Proc Nual Acad Sci* 89:7708-7712
- Ryu BH, Kim DS, Cho KJ, Sin DB. 1987. Antitumor activity of seaweeds toward Sarcoma-180. *Korean J Food Sci Technol* 25:595-596
- Ryu HS, Jung YH, Kim HS. 2007. Effect of *Hizikia fusiforme* water extracts on mouse immune cell activation. *Korean J Nutr* 40:639-649
- Ryu HS, Kim HS. 2005. Effects of Job's tear extracts on mouse immune cell ativation. *J Korean Diet Assoc* 11:44-50
- Ryu HS, Kim J, Kim HS. 2006. Enhancing effect of *Sorghum bicolor* L. Moench(Sorghum, su-su) extracts on mouse spleen and macrophage cell activation. *Korean J Food & Nutr* 19:176-182
- Shan BE, Yoshida Y, Kuroda E, Yamashira U. 1999. Immunomodulating activity of seaweed extract on human lymphocytes *in vitro*. *Int J Immunopharmacol* 21:59-70
- Suh JS. 1996. Effect of *Codonopsis lanceolata radix* water extract on immunocyte. *Korean J Food & Nutr* 9:379-384
- Sun JS, Eun JS. 1998. Isolation of active components on immunocytes from *Codonopsis lanceolatae*. *Korean J Community Nutrition* 31:1076-1081
- Sypek JP, Chung CL, Mayer SH, Subramanyam JM, Goldman SJ, Sieburth DS, Wolf SF, Schaub RG. 1994. Ression of *Cutaneous leishmaniasis*: Interleukin 12 initates a protective T helper type 1 immune response. *J Exp Med* 263: 235-237

---

접 수 : 2011년 1월 24일  
 최종수정 : 2011년 3월 24일  
 채 택 : 2011년 3월 28일