

수수 물 추출물이 마우스 면역세포와 항체 생성능에 미치는 영향

김경옥 · 김현숙 · 류혜숙[†]
숙명여자대학교 생활과학대학 식품영양학과

Effect of *Sorghum bicolor* L. Moench(Sorghum, su-su) Water Extracts on Mouse Immune Cell Activation

Kyoung-Ok Kim · Hyun-Sook Kim · Hye-Sook Ryu[†]
Major in Food and Nutrition, College of Life Science, Sookmyung Women's University

ABSTRACT

This study was performed to evaluate the effect of *Sorghum bicolor* L. Moench(Sorghum, su-su) extracts on mouse immune cell activation. As *ex vivo* experiment, different concentrations(0, 50, 500 mg/kg B.W.) of *Sorghum bicolor* L. Moench water extracts were orally administrated into mouse every other day for four weeks. The proliferation of mouse splenocytes, the number of plaque forming cells(PFC) and the cytokine IL-1 β production by activated macrophage were used as indices for immunocompetence. Splenocyte proliferation was enhanced in mouse orally administrated with 50 mg/kg B.W./day concentration compared to that of control group. Especially, the highest proliferation of spleonocyte was seen in the mouse orally administrated at the concentration of 50 mg/kg B.W./day. The number of plaque forming cells(PFC) to SRBC were significantly enhanced when compared with control group. Also, the mouse of *Sorghum bicolor* L. Moench water extracts 50 mg/kg B.W./day supplementation group with LPS stimulation enhanced level of IL-1 β cytokine production. This study suggest that supplementation of *Sorghum bicolor* L. Moench water extracts may enhance the immune function by regulating the splenocytes proliferation, increasing the number of PFC and enhancing the cytokine production by activated macrophage.

Key Words : *Sorghum bicolor* L. Moench, Immune Function, Spleen, PFC, IL-1 β

서론

천연 식품을 통해 '노화방지'와 '면역증강' 등의 효과를 얻음으로써 젊고 건강한 삶에 대한 관심이 증대되고 있다. 이에 천연 식품의 다양한 생리활성 작용에 대한 연구들이 보고되면서 천연 식품 중 특정 생리활성물질의 효능에 많은 관심이 증대되고 있으

며(1,2) 특히, 자연계에 존재하는 천연물질로부터 항암, 항산화, 면역활성 등의 효과에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 면역 조절 작용은 생명유지에 있어 가장 근본이 되는 과정으로 암을 비롯한 각종 질병의 발생과 예방이 생체 면역능과 밀접한 관계가 있으며, 특히 최근 울무의 면역증진효과 연구에서 2주 동안의 울무 추출물 50 mg/kg B.W./day 농도에서 면역세포활성효과가 나타나는 등 식품을 통한 천연 식물자원을 대상으로 면역능을 강화하고 면역세포를 활성화시킬 수 있는 다양한 연구가 진행되고 있다. 천연물에 의한 대체요법과 건강식품에 관한 관심이 많아지면서 식품으로부터 면역증강에 대한 연

This research was supported by the Sookmyung Women's university 2004 Research grants.

접수일 : 2005년 11월 22일, 채택일 : 2005년 12월 21일

[†] Corresponding author : Hye-Sook Ryu, Major in Food and Nutrition, College of Life Science, Sookmyung Women's University, 53-12, Chungpa-dong 2-ga, Yongsan-gu, Seoul 140-742, Korea
Tel : 02)710-9469, Fax : 02)701-2926
E-mail : rhs7420@hanmail.net

구가 많이 이루어지고 있다(3-6).

수수(*ghum bicolor L. Moench, sorghum*)는 외떡잎 식물 벼목 화본과(禾本科)의 한해살이풀로 phenols을 함유하고 대부분은 flavonoids을 함유되어 있는 것으로 알려져 있으며, 구체적인 특수성분과 면역능과의 관련성에 대한 연구는 부족한 상황이다(7). Choi 등(8)의 Epstein-Barr Virus(EVB) 활성화 시험법을 적용한 에탄올 추출물의 발암 promotion억제 효과 실험에서 수수와 메밀에서 promotion억제 효과가 있는 것으로 나타났다. 또 다른 항 돌연변이 연구에서 2-Anthramine 2.5 µg에 대한 돌연변이를 저해하는 비율이 메밀 92.4% 수수 99.6%, 울무 98.7%순으로 나타나 수수의 항 돌연변이 효능이 높음을 보여주었다(9). 한방에서 수수는 체온유지, 위장보호, 소화 촉진작용, 해독작용, 식욕 개선 작용과 종기 치료 작용 및 설사를 멈추는 것으로 사용하기도 하지만(10), 수수의 면역활성 효과에 대한 연구는 미미한 실정이다.

본 연구에서는 면역 증진능을 갖는 천연 식물소재 탐색의 일환으로서 수수를 선정하여 면역 증강효과를 검색하여 수수의 면역활성에 대한 가능성을 제시하고자 하였다.

비장은 초기면역반응을 담당하고 있는 주요한 기관으로 알려져 있으며(11), 체액성 면역반응은 주로 extracellular phase에 있는 박테리아나 바이러스, 그리고 단백질과 같은 외부물질에 대해 효과적이며, 세포성 면역는 각종 기생충, 조직, intracellular infection, 암세포 등에서 그 기능을 발휘한다. 이러한 이중 방어체계는 B 세포와 T 세포의 두 종류의 lymphoid cell에 의해 수행되는데, B 세포는 항체를 생산하며 T 세포는 세포성 면역반응에 직접 가담하고 있다(12). 사이토카인 IL-1 주요기능은 helper T cell과 NK cell의 활성을 강화하고 hematopoietic cell, fibroblast, vascular endothelial cell에서의 영향을 통해 염증반응에 효과를 주며 또한 T 림프구 및 B 림프구의 증식, 분화, 활성화에 관여하는 면역 물질 중 하나이다(13,14). 또 항체를 생성할 수 있는 세포가 항원과 접촉하여 IgM 항체를 방출하고 방출된 항체가 항원

및 보체와 결합한 용혈반(plaque)수를 측정하여 B 세포의 항체 생성능을 관찰하는 방법을 이용한(15) 항체 생성능 연구 등이 면역능에 영향을 보고자 하는 연구에 많이 이루어지고 있다. 따라서 본 연구를 통하여 규명하고자 하는 연구의 목적을 다음과 같이 요약할 수 있다. 첫째, 비장세포 증식능과 항체 생성능 등을 측정함으로써 생장 추출물이 마우스 면역기능에 미치는 영향을 규명하고자 한다. 둘째, 복강 대식세포에 의해 분비되는 사이토카인의 생성량이 어떻게 유지되는지를 살펴봄으로써 면역항진 효과에 긍정적 영향을 미치는지를 검증하여 수수의 면역활성 효과를 연구하고자 하였다.

실험 재료 및 방법

1. 시료 추출 및 실험동물

수수 분말 100 g을 실온(20~25℃)에서 증류수 2000 mL로 48시간 침지하여 추출물을 얻었다. 이것을 회전식 진공 농축기를 이용하여 감압 농축한 후 약 2g의 추출물을 얻었다.

본 연구에 사용된 동물은 생후 6~7주령의 암컷 Balb/c 마우스로 (주)대한바이오텍으로부터 분양받아 실내온도 22±2℃, 습도 40~60%, 12시간 단위로 명암주기(Light and dark cycle)가 조절되는 실험 동물실에서 고형사료와 물을 자유공급하면서 7~8일정도 적응시킨 후 실험에 사용하였다.

2. 시약 및 배지

본 연구에 사용된 배지 RPMI medium 1640는 GIBCO BRL(Grand Island NY, USA)의 제품을 사용하였고, fetal bovine serum(FBS), lipopolysaccharide (LPS), concanavalin A(Con A), thioglycollate, sodium bicarbonate, ammonium chloride, trismabase, trismahydrochloride, trypan blue solution(0.4%), streptomycin-penicilline, DMSO(dimethyl sulfide), 3-(4,5-dimethyl-

thiazol-2-yl)-2,5-diphenyl tetrazolium bromide(MTT) 등의 시약은 Sigma Chemical Co.(St. Louis, MO, USA) 제품을 사용하였다.

3. 수수 물 추출물의 투여

마우스를 임의 대치법에 의해 대조군과 수수 물추출물 투여군으로 나누었으며, 실험군마다 6마리씩 사용하였다. 대조군에는 생리 식염수를, 투여군에는 수수 물 추출물을 체중 kg당 50 mg과 500 mg의 농도가 되도록 생리식염수로 희석하여 0.2 mL/day씩 4주간 격일로 경구 투여하였으며, 식이섭취는 AIN 76base 고형사료(중앙실험동물) 자율급식을 실시하였다.

4. 마우스 비장세포의 분리 및 배양

마우스 비장세포 분리는 Mishell와 Shigi (16)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 4°C, 3000 rpm에서 10분간 원심분리 하였다. 이것을 Tris-buffered ammonium chloride(0.87% NH₄Cl, pH 7.2)와 증류수에 현탁시켜 5분간 처리하여 적혈구를 제거하였다. RPMI medium 1640용액에 분산시켜, trypan blue solution으로 염색한 후 hemocytometer를 이용하여 그 세포수를 측정하였다. 세포농도 5.0×10⁶cell/mL로 분산시킨 후 96-well plate에 분주, 배양하여 비장세포 증식능을 측정하였다.

5. 비장세포 증식능 측정

각 군별로 마우스 비장세포 현탁액을 5.0×10⁶cell/mL가 되도록 희석하여 96-well plate에 90μl씩 분주하였다. 각 군당 양의 대조군으로 Con A(5μg/mL), LPS(15μg/mL)를 10μl씩 분주하고 대조군에는 10%

FBS-RPMI를 동량 분주하였다. 그 후 각 plate는 37°C, 5% CO₂ incubator(Sanyo)에서 44시간 배양하여 MTT assay를 실시하였다. 배양 후 MTT 10μl를 가하고, 알루미늄 호일로 빛을 차단한 상태에서 4시간 동안 다시 배양한 후 formazan crystal 형성을 유도하였다. 이와 같이 준비된 plate를 4°C, 1500 rpm에서 5분간 원심분리하여 상층액을 제거하고 각 well에 150μl의 DMSO를 가하여 10분간 방치한 후 ELISA reader를 이용하여 540 nm의 파장에서 흡광도를 측정하였다. 마우스 비장세포의 증식능은 다음과 같이 계산되었다.

Proliferation Index

= Sample의 흡광도/Control의 흡광도

6. 마우스 비장세포 중의 IgM 항체 생성 세포수 측정

비장세포의 PFC수는 Cunningham (17)의 방법을 약간 변형시킨 방법을 이용하여 PFC를 측정하였다. 한국 유니온 랩에서 구입한 면양적혈구(SRBC)로 항원을 제조 후 실험 4일전에 0.2mL를 마우스 복강내에 주사하였다. 동일한 방법으로 비장세포 현탁액을 얻는다. IgM를 측정하기 위해 SRBC 부유액 0.5mL, guinea pig complement 0.3mL와 10%의 불활성화된 FBS-RPMI 1640용액 2.0mL를 잘 섞어 이 혼합액 50μl와 비장세포 현탁액 50μl를 혼합하여 microchamber에 35μl씩 주입한 후 밀봉하여 incubator에 1시간 방치한 후 형성되는 용혈반 생성 세포수를 현미경하에서 측정하였다. 측정된 PFC수를 비장세포 10⁶개중의 IgM 항체 생성 세포수로 환산하여 나타내었다.

7. 마우스 복강 대식세포의 분리 및 배양

마우스 복강내의 4% thioglycollate 1.3 mL를 주사하여 3일간 복강내에 대식세포가 모이게 방치하였다. 경추 탈골법으로 희생시킨 마우스 복부의 표피를 절개한 후, RPMI 1640으로 복강을 세척하여 대식세포를 수집하였다. 수집된 세척액을 4°C, 3000 rpm에서

10분간 원심, 침전시켜 cell pellet을 얻었다. 적혈구 제거하기 위해 이것을 Tris-buffered ammonium chloride (0.87 % NH₄Cl, pH 7.2)와 증류수에 현탁시켜 5분간 처리하였다. RPMI medium 1640용액으로 원심 세척한 후 대식세포를 모아 불활성화된 10% FBS-RPMI 1640용액으로 1×10⁶cell/mL의 세포농도가 되도록 희석하여 48-well plate에 1000 μL씩 분주하였다. 37℃, 5% CO₂ incubator(Sanyo)에서 2시간동안 배양후 상층액을 걷어내어 비부착성 세포(non-adherent cells)는 제거하고 부착성 세포(adherent cells)만을 사용하였다. 마우스 복강 대식세포의 IL-1β(Interleukine-1β) 함량은 ELISA 사이토카인 kit(Biosource International, USA)의 방법에 따라 측정하였다.

8. 통계분석

모든 연구 결과의 자료는 통계 프로그램인 SAS (Statistic Analysis System)를 이용하여 평균 및 표준편차를 계산하였으며, 각 군 간의 평균치의 차이는 분산분석(Analysis of Variance, ANOVA)을 사용하였고, Duncan's multiple range test로 p=0.05 수준에서 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 수수 물 추출물의 경구투여가 마우스 면역기능에 미치는 영향 측정

1) 수수 물 추출물이 마우스 면역 활성에 미치는 영향

In vitro 실험을 통해 수수 물 추출물이 비장세포 증식능과 복강 대식세포의 사이토카인 생성을 촉진시킨다는 사실을 확인할 수 있었다. *in vitro* 실험에서 얻어진 결과를 바탕으로 본 실험에서는 수수 물 추출물을 마우스에 직접 경구 투여한 후 비장세포 증식능을 측정함으로써 *ex vivo* 모델을 통하여 면역능에 미치는 영향을 알아보려고 하였다. 수수 물 추출물은 투여 농도는 체중 kg당 50 mg/kg B. W./day과

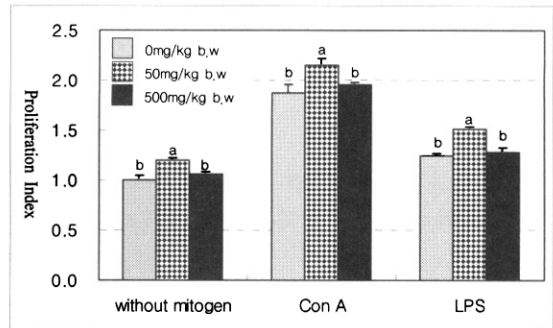


Fig. 1. Proliferation index of splenocytes of mice orally administered with different levels of *Sorghum bicolor* L. Moench water extracts for 4 weeks

Spleen cells (5×10⁶ cells/ml) were cultured with fraction of the extract on 96-well flat bottomed plates for 48 hrs. After cultured, the degree of Impocyte proliferation was measured by MTT assay. The data present the mean values ± S.D. of three experiments.

The data present the mean values ± S.D. n=6. The different letters(a, b, c) within every mitogen groups are significantly different from each other at α=0.05 as determined by Duncan's multiple range test(a>b>c).

500 mg/kg B. W./day 두 군으로 하였으며 생리 식염수를 투여한 대조군의 비장증식능을 1로한 proliferation Index를 Fig. 1에 나타내었다.

수수 물 추출물 50, 500 mg/kg B. W./day 투여군은 각각 1.20±0.02, 1.06±0.02로 대조군에 비해 높은 비장세포 증식의 경향을 보였으며, 특히 50 투여군에서 높은 비장세포 증식능을 보였다. Suppressor T 세포를 우선적으로 자극하는 미토젠인 Con A를 첨가한 경우 대조군과 50, 500 mg/kg B.W./day 투여군에서 각각 1.87±0.08과 2.15±0.07, 1.95±0.03으로 대조군에 비해 높은 비장세포 증식능을 보였으며, 체액성 면역과 관련이 있는 B 세포를 선택적으로 증가시키는 미토젠인 LPS를 첨가한 경우 대조군과 50, 500 mg/kg B.W./day 투여군의 비장세포 증식능은 각각 1.25±0.02와 1.51±0.02, 1.28±0.05로 대조군 비해 높은 비장세포 증식 경향을 보였다. 특히, 모든 양의 대조군(Con A, LPS)에서 50 mg/kg B. W./day 투여군에서 유의적으로(p=0.05) 높은 비장세포 증식능을 나타내었다.

수수와 유사한 곡류로 면역능을 검색한 Park (18)의 연구에서도 메밀 추출물이 마우스 비장세포에 미치는 영향을 측정된 결과 50, 500 mg/kg B. W./day 투여군이 대조군에 비해 높은 비장세포 증식능을 보였다. Lee 등 (19)은 Adaptagen- α 가 마우스 비장 림프구에 미치는 생체 내 효과를 실험한 결과, 10 mg/day의 adaptagen- α 를 1개월간 투여후 마우스의 림프구는 Con A 및 LPS에 대해 모두 높은 증식반응을 나타낸 연구와 유사한 경향을 나타냈다.

본 실험에서 수수 물 추출물 투여 실험군은 대조군에 비해 비장세포 증식능을 향상시켰고 특히, 50투여군은 미토젠인 Con A나 LPS의 자극에 의한 비장세포 증식능도 유의적으로 가장 높은 것을 확인할 수 있었다. B 림프구의 활성화를 위한 최적조건에는 Con A 존재하에서도 T 림프구와 B 림프구의 직접적인 상호작용에서도 T 림프구에 의해 생산되는 사이토카인이 필요하다(20-25). 이상의 결과로 수수 물 추출물은 사이토카인 생성량이나 항체를 성숙시켜 면역 활성을 촉진시키고 이로 인해 체액성 면역능과 세포성 면역능 향상에 영향을 미치는 것으로 사료된다.

2) 마우스의 항체 생성능

수수 물 추출물에 의한 B 세포 증식효과가 ex vivo에서 나타나는지를 확인하기 위하여 마우스 비장세포 중의 IgM 항체 생성 세포수를 측정하였다.

대조군과 수수 물 추출물 투여군(50, 500 mg/kg B. W./day)의 마우스 비장세포 10^6 개당 PFC를 측정된 결과를 Fig. 2에 나타내었다. 수수 물 추출물 50, 500 투여군에서 각각 502 ± 94 , 400 ± 98 로 대조군인 200 ± 98 에 비해 PFC 수가 유의적으로 증가하는 경향을 보였다. 특히, 50투여군에서 가장 높은 항체 생성능을 나타내었다.

Park (18)의 연구에서는 메밀 추출물을 50, 500 mg/kg B. W./day 투여군이 대조군에 비해 유의적으로 높은 항체 생성능을 나타내었다. Son 등 (26)의 연구에 의하면 우황이 B 림프구의 항체 생성능에 미치는 실험에서 1일, 3일 투여 후에 실험군에서 가장 유의성 있는

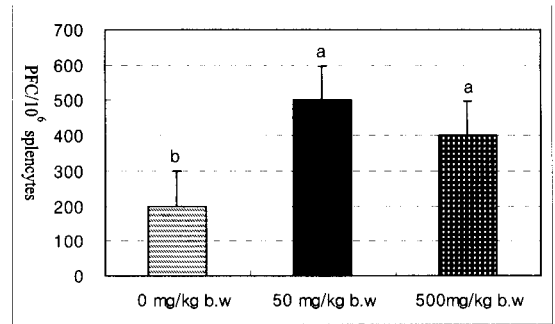


Fig. 2. The plaque forming cell number of mice orally administered with different levels of *Sorghum bicolor* L. Moench water extracts for 4 weeks

Spleen cells (5×10^6 cells/ml) were cultured with fraction of the extract on 96-well flat bottomed plates for 48 hrs. After cultured, the degree of lymphocyte proliferation was measured by MTT assay. The data present the mean values \pm S.D. of three experiments.

The data present the mean values \pm S.D. n=6. The different letters(a, b, c) within every mitogen groups are significantly different from each other at $\alpha=0.05$ as determined by Duncan's multiple range test(a>b>c).

PFC수가 증가하였으나, 14일간의 투여에서는 PFC수가 감소되었다. 항체 생성능 실험결과, 마우스 비장세포 증식능 측정 결과와 일치하는 것으로 나타났으며, 본 연구에서도 T 세포 의존성 항원인 SRBC에 대한 일차 체액성 면역반응을 활성화시키는 것으로 사료된다. 또한 T 림프구는 B 림프구를 활성화시켜 성장과 분화를 촉진시키고 T 세포 의존성 항체생성을 증진시킨 것으로 사료된다.

3) 수수 물 추출물의 경구 투여가 마우스 복강 대식세포의 사이토카인(IL-1 β) 생성량에 미치는 영향

활성화된 대식세포의 세포 배양액에 측정된 IL-1 β 생성량은 Table 1에 나타내었다.

LPS를 처리하지 않은 경우 수수 물 추출물 50, 500 투여군에서 각각 46.65 ± 10.36 , 43.14 ± 6.38 pg/ml로 대조군 15.48 ± 2.17 pg/ml에 비해 높은 IL-1 β 생성량을 보였다. LPS 처리시에는 50 투여군은 1112.82 ± 25.95 pg/ml로 대조군 1048.78 ± 34.77 pg/ml에 비해 IL-1 β 생성량이 통계적 유의성 있게 향상되었으나, 500

Table 1. IL-1 β production by activated peritoneal macrophages of mice orally administered with different levels of *Sorghum bicolor* L. Moench water extracts for 4 weeks

4 weeks Conc. (mg/kg b.w.)	IL-1 β production (pg/ml) ¹⁾	
	without mitogen	LPS treated
0	15.48 \pm 2.12 ^{b)2)3)}	1048.78 \pm 34.77 ^{b)}
50	46.65 \pm 10.36 ^{a)}	1112.82 \pm 25.95 ^{a)}
500	43.14 \pm 6.38 ^{a)}	297.70 \pm 24.04 ^{c)}

¹⁾ Macrophage were incubated with or without(control) *Sorghum bicolor* L. Moench water extracts for 48h.

²⁾ The data present the mean values \pm S.D. n=6. The different letters(a, b, c) within every mitogen groups are significantly different from each other at $\alpha=0.05$ as determined by Duncan's multiple range test(a>b>c).

³⁾ The cytokine concentrations were determined by triplicates cultured supernatant cells and values are mean \pm S.D.

투여군에서는 297.70 \pm 24.04 pg/ml로 대조군에 비해 낮은 IL-1 β 생성량을 보였다. park (18)의 연구에서는 LPS 처리시 대조군보다 메틸 추출물 50, 500 mg/kg B. W./day 투여군에서, 특히 50 mg/kg B. W./day 1063.18 \pm 50.58 pg/ml로 대조군 56.56 \pm 0.69 pg/ml에 비해 유의적으로 높은 IL-1 β 생성량을 나타내었다. 반면 고들빼기 4주 실험에서는 50 mg/kg B. W. 농도 투여 실험군에서 대조군 56.56 \pm 0.69 pg/ml 보다 1063.18 \pm 50.58 pg/ml 으로 높은 경향을 보여 이는 각각의 시료에 따라 다소 농도별 차이를 나타내는 것으로 사료된다. Ryu 등 (6)의 연구에서도 생강 50, 500 mg/kg B. W./day 투여군이 1467.93 \pm 10.25, 965.33 \pm 9.04 pg/ml로 대조군 78.05 \pm 1.23, 63.90 \pm 0.71 pg/ml보다 유의적으로 높은 IL-1 β 생성량을 나타내어 본 실험결과와 유사한 경향을 보였다. 또한 외부 항원에 노출되었을 때 수수 물 추출물 실험군에서 복강 대식세포를 활성화시켜 면역반응에 작용하는지를 알아보고자 pro-inflammatory 사이토카인 IL-1 β 측정 실험에서도 LPS 처리시 대조군보다 수수 물 추출물 50 mg/kg B. W. 농도 투여 실험군에서 높은 사이토카인 생성량을 보였다. 이러한 결과는 수수 에탄올 추출물의 항돌연변이의 *in vitro* 연구 결과와 비교하면 저농도인 0.56 mg/plate에서 12.8%의 항돌연변이 효과를 보인 반면 고농도인 1.13 mg/plate 농도에서

는 87.6%의 억제 효과를 보여 (9), 본 실험의 결과와 다르게 나타났는데, 이는 시료추출방법이나 실험에 사용한 균주와 실험동물과의 차이 때문이 아닌가 생각되며, 항돌연변이와 면역능에 대한 효과는 일치하지 않는 것으로 사료된다.

결론 및 제언

본 연구에서는 천연 식물인 수수로부터 면역증강 효과를 알아보고자 마우스를 이용하여 *Ex vivo*를 통해 수수 물 추출물이 면역세포와 면역기관 활성화에 미치는 영향을 살펴보고자 4주간 격일로 대조군에는 생리식염수를, 실험군에는 수수 물 추출물 50, 500 mg/kg B. W./day 농도로 경구 투여하여 관찰하였다. 비장세포 증식능 실험에서 T 세포를 자극하는 미토젠인 Con A와 B 세포를 자극하는 미토젠인 LPS 처리시 대조군에 비해 수수 물 추출물에서 비장세포 증식능이 높은 경향을 보였으며, 농도의 차이에서는 500 mg/kg B. W./day 농도 보다는 50 mg/kg B. W./day 농도 투여 실험군에서 유의적으로 높았다. T 세포의 활성화로 B 세포의 항체생성에 어떠한 영향을 미치는지 알아보기 위해 PFC 실험한 결과, 대조군에 비해 모든 처리군에서 높은 증가를 보였다. *ex vivo*의 비장세포 증식능과 PFC 실험결과 수수 물 추출물이 T 림프구를 자극하여 B 림프구를 활성화시켜 항체 생성을 증가시키는 것으로 생각되어진다.

이상의 결과를 종합해 볼 때 수수 물 추출물의 경구 투여가 비장세포 증식과 대식세포의 활성화에 관여하고, 항체 생성능을 상승시킴으로서 면역기관의 주요기능을 증진시킬 가능성을 보여주었다. 따라서 보다 더 세분화된 수수의 분획추출물로부터 면역효과를 검증하는 연구가 진행되어야 할 것이며, 수수의 어떤 성분에서 이러한 효과를 나타내는지에 대한 연구가 함께 진행되어야 할 것이다. 또한 이러한 결과가 단체급식에서의 면역식단 개발의 기초 자료로 활용될 수 있으리라 기대한다.

참고문헌

1. Arai S. Studies on Function Foods in Japan-state of Art. *Biosci Biotechnol Biochem* 60:9-15, 1996
2. Goldberg, I. Functionl Foods, Designer Foods. *Phama-foods Nutraceuticals Chapman & New York*, 1994
3. Pyo MY, Hyun SM. Effects of *Phellinus linteus* Extracts on the Humoral Immune Response in Normal and Cyclophosphamide treated Mice. *The Journal of Applied phamacology* 9:194-200, 2001
4. Park JS, Chyun JH. Effects of Low Fat Diet and Saturated Fat Supplementation on the Immune Status of Balb/c Mouse. *Korean J Nutrition* 26(5):578-585, 1993
5. Wagner H. Search for plant derived natural products with immunostimulatory activity. *Pure & Appl Chem* 66(7):1271, 1990
6. Ryu HS, Kim HS. Effects of Job's Tear(Yul-Moo) Extracts on Mouse Immune Cell Activation. *J Korean Diet Assoc* 11(1):44-50, 2005
7. Dendy DAV. Sorghum and Millets(Chemistry and technology). American association of cereal chemistes. *Inc., St. Paul, Minnesota, USA*, 1995
8. Choi YH, Kang MY. Inhibitory Effect of Various Cereal and Bean Extracts on Carcinogenicity in vitro. *Korean J food sci Technol* 30(4):964-969, 1998
9. Kwak CS, Lim SJ, Kim SA, Park SC and Lee SL. Antioxidative and Antimutagenic Effects of Korean Buckwheat, Sorghum, Millet and Job's Tears. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33(6):921-929, 2004
10. Nanjing University of TCM(edited), Chinese Herb Encyclopedia (Zhonghua Bencao). *Shanghai Science & Technology Press, Shanghai*. 8:424-425. 1999
11. Rott I, Brostoff J, and Male D, Immunology 4th ed., *Mosby*, 1996
12. Owens T. 7th Int. Cong. *Immunol* 309, 1989
13. Kim GH. Antigen Recognition by T Cells. *Korean Society for biochemistry and Molecular Biology* 2(3):137-147, 1991
14. Chang SH, Jun MH, Kang TB, Mun SH, Lee JH, Seong NS, Lee ST, Kim JB. The effect of Korean mistletoe extract M11C(non-lectin components) on IL-1 β release and expression from macrophages. *Immune Network* 1(2):170-178, 2001
15. Cunningham A, and Szenberg A. Ruther improvements in the plaque technique for detecting single antibody-forming cells. *J. Immunol.* 14:599-601, 1968
16. Mishell B.B and Shigi S.M. Selected methods in cellular immunology. 1st ed. San Francisco. *WH Freeman and Co.* p.4, 1980
17. Cunningham, A. and Szenberg, A. Ruther improvements in the plaque technique for detecting single antibody-forming cells, *J Immunol* 14:599-601, 1968
18. Park HA. Enhancing effect of *Ixeris sonchifolia Hance*, *Oenanthe javanica*, and *Fagopyrum escluentum Moench* on Mouse Immune Cell Activation. Master's thesis. *Sookmyung Women's University*, 2003
19. Lee BK, Chu MK, Chung HK, Kim JD. Effect of Adaptagen[®]- α on the Mouse peritoneal Macrophages and Spleen Cells in vivo. *J Korean Soc Microbiol* 29(5):507-514, 1994
20. Cho IS. Role and Interaction of T Cell in Antibody Production by B Cells. *Korean Society for biochemistry and Molecular Biology* 4:129-133, 1992
21. Ryu HS, Kim HS. Enhancing Effects of Ginger(zingiber officinale Roscoe) Extracts on Mouse Spleen and Macrophage Cells Activation. *The korean Journal of Nutrition* 37(9):780-785, 2004
22. Ha HJ, Kim YH, Park JS, Lee JH and Ha TY. Effects of sensory Denervation by Neonatal Capsaicin Treatment on cytokine production and Various Immune Responses. *Kor J Immunol* 21(3):193-208, 1999
23. Moore KW, O'Garra A, de Waal Malefyt R, Vieira P, Mosmann TR. Interleukin-10. *Ann Rev Immunol* 56: 29-36, 1990
24. Janeway, Charles A., Jr., Travers, Paul, Walport, Mark, Shlomchik, Mark J. Immunobiology 5th. *Taylor & Francis*, 2001
25. Miralles GD, Stoeckle MY, McDermott DF, Finkelmann FD and Murray HW. Th1 and cell-associated cytokines in expermental viscera Leishmaniasis. *Infect Immun* 62: 1058-1063, 1994
26. Son EW, Park JH, Kim KR, Kim BO, Lee DK, Pyo SH. Effects of the Administration of Bezoar Bovis on Immune Responses of Mice. *Kor. J Pharmacogn* 29(1): 48-55, 1998