

## 함초 조다당체 및 조사포닌의 생리활성

정성희 · 박경옥 · 김재용<sup>1</sup> · 박채규<sup>2</sup> · 최갑성<sup>3</sup> · 서권일<sup>†</sup>

순천대학교 식품영양학과, <sup>1</sup>경북대학교 식품공학과, <sup>2</sup>KT&G 중앙연구원, <sup>3</sup>순천대학교 식품공학과

### Biological Activities of Crude Polysaccharides and Crude Saponins from *Salicornia herbacea*

Sung-Hee Jung, Kyung-UK Park, Jae-Yong Kim<sup>1</sup>, Chae-Kyu Park<sup>2</sup>, Kap-Seong Choi<sup>3</sup> and Kwon-Il Seo<sup>†</sup>

Department of Food and Nutrition, Suncheon National University, Suncheon 540-742, Korea

<sup>1</sup>Department of Food Science and Technology, Kyungpook National University, Daegu 750-701, Korea

<sup>2</sup>Division of Ginseng Research, KT&G Central Research Institute, Daejeon 305-764, Korea

<sup>3</sup>Department of Food Science and Technology, Suncheon National University, Suncheon 540-742, Korea

#### Abstract

To develop *Salicornia herbacea* as a functional food material, crude polysaccharides and saponins were isolated from 80% ethanolic extracts of *Salicornia herbacea* using Diaion HP-20 column chromatography, and biological activities including anti-oxidation, anti-proliferation of cancer cells, and immune activities were investigated. The hydrogen-donating properties of crude polysaccharides and saponins were above 20% at 500 µg/mL concentration. The reducing power of fractions increased in a dose-dependent manner. Crude polysaccharides and saponins at 500 µg/mL inhibited more than 20% and 50% of proliferation by PC-3 and HT-29 human cancer cells, respectively. The anti-oxidative and anti-cancer properties of crude saponins were higher than those of crude polysaccharides. Also, proliferation in spleen cells and (nitric oxide) NO production in RAW264.7 macrophages treated with crude polysaccharides increased in a dose-dependent manner compared with the untreated control cells. However, crude saponins at concentration greater than 500 µg/mL resulted in decreases in immune activities. Immune activities of crude polysaccharide were greater than those of crude saponins. These results indicate that *Salicornia herbacea* may be used as functional food materials.

**Key words** : *Salicornia herbacea*, crude polysaccharides, crude saponins, biological activity

#### 서 론

현대인은 서구화된 식생활, 환경오염, 운동부족 및 스트레스 등의 여러 가지 원인으로 암, 비만, 당뇨병 및 심혈관질환 등과 같은 만성퇴행성질환이 증가하고 있는 추세이다. 최근 우리나라에서는 이와 같은 질병들을 예방하기 위하여 천연식품에서 생리활성 물질 탐색과 기능성 식품 개발에 관한 연구들이 활발히 진행되고 있으며, 특히 다양한 생리활성 물질을 함유하고 있는 해양식물들이 기능성 식품 소재

로서 각광을 받고 있다(1).

함초(*Salicornia herbacea* L.)는 우리나라 남해안과 서해안 간척지 바닷가의 염습지대에서 자생하는 명아주과에 속하는 일년초 식물로서 우리나라 말로는 통통마디라고 부른다(2). 예로부터 함초는 암, 축농증, 관절염, 고혈압, 요통, 비만증, 치질, 당뇨병 천식, 기관지염 등 과 같은 민간요법 제재로서 이용되어져 왔다(3).

함초는 다량의 염분을 체내에 축적하고 있을 뿐만 아니라 Mg, Ca, Fe 및 K 등의 천연미네랄이 풍부하고 필수지방산인 리놀렌산이 다량 함유하고 있으며, 필수 아미노산도 총아미노산 함량 대비 약 40%를 함유한 것으로 알려져

<sup>†</sup>Corresponding author. E-mail : seoki@sunchon.ac.kr,  
Phone : 82-61-750-3655, Fax : 82-61-752-3657

있다(4). 함초에 관한 연구로는 함초의 뿌리, 잎 및 줄기마디의 성분 함량(5), 생리활성 기능탐색(6) 및 고콜레스테롤식이에서 항산화방어계에 미치는 영향(7), 항산화 효과(8)에 관한 연구가 보고되고 있다. 또한 함초 가루의 혼합비율 최적화 연구를 통한 식품개발(9), 함초추출물의 발효액의 기능성에 관한 연구(10), 간독성 개선(11), 심혈관질환 예방효능(12), 항당뇨 활성(13) 및 면역증강제로의 활용가능성에 관한 연구(14) 등이 보고되고 있다. 그 외에 함초로부터  $\beta$ -sitosterol, stigmasterol, uracil 및 isorhamnetin-3-O- $\beta$ -D-glucopyranoside의 플라보노이드 성분이 분리되었는데, 이들이 항산화 효과가 있다고 보고되고 있다(15). 이와 같이 최근에 생리활성 기능이 기대되는 해양자원식물 중 하나인 함초에 대한 연구가 진행되고 있으나, 이에 대한 체계적인 연구는 아직 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 함초를 기능성 식품 소재로 활용하기 위해 함초로부터 조다당체 및 조사포닌을 분리하여 항산화, 항암활성 및 면역활성에 대하여 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 실험재료

본 실험에서 사용된 생함초는 전남 영광군 백수읍 하사리에서 친환경 농산물로 2008년 7월에 재배한 것을 구입하여 -70°C 냉동에서 동결상태로 보관하여 사용하였다.

### Diaion HP-20 수지흡착법에 의한 조다당체 및 조사포닌 분리

실험에 사용한 조다당체 및 조사포닌은 diaion HP-20 column chromatography로 분리하였다(16). 즉, 함초에 80% 에탄올을 첨가하여 80°C에서 3시간 환류냉각을 3회 반복한 후 그 여액을 감압 농축한 함초 추출물에 물을 일정량 첨가하여 diaion HP-20 chromatography를 실시하여 물, 에탄올을 순차적으로 추출한 분획물을 각각 회수하였다. 그 분획물을 여과한 후 감압 농축한 것을 함초의 조다당체 및 조사포닌의 시료로 사용하였다.

### 수소공여능

각 시료의 농도별에 대한 수소공여능 Blois 방법(17)에 대한  $\alpha, \alpha'$ -diphenyl- $\beta$ -picrylhydrazine(DPPH)의 환원성을 이용하여 517 nm에 UV/Vis-spectrophotometer로 측정하였다. 즉 조다당체 및 조사포닌의 각 농도별 및 대조구로 사용한 dibutylated hydroxytoluene (BHT) 1 mL 와  $4 \times 10^{-4}$  M DPPH 용액 3 mL를 5초 동안 vortex mixer로 혼합하여 첨가한 후 이를 30분간 암소에서 반응시킨 후 흡광도를 측정하고, 대조구는 시료대신 에탄올 1 mL을 첨가하여 대조구에 대한 흡광도의 감소비율로 나타내었다.

### 환원력의 측정

각 시료들의 환원력은 Yildirim 등의 방법(18)의 방법을 약간 변형하여 측정하였다. 즉 함초 조다당체 및 조사포닌을 각 농도별로 1 mL에 2.5 mL의 인산완충용액(0.2 M, pH 6.6)와 2.5 mL의 potassium ferricyanide(1%, w/v)을 첨가하여 섞은 후, 50°C로 유지하면서 30분간 반응시켰다. 반응액에 2.5 mL의 trichloroacetic acid(10%, w/v)을 첨가한 후 3000 rpm으로 10분간 원심 분리하였다. 상층액의 1 mL을 취해 시험관에 담고 1 mL의 증류수와 0.2 mL의 FeCl<sub>3</sub>(0.1%, w/v)을 첨가하여 흡광도 700 nm에서 환원력을 측정하였다.

### 암세포증식 억제 효과

암세포 증식억제 효과는 한국 세포주 은행으로부터 분양 받은 HT-29(colon cancer cells) 암세포주와 PC-3(prostate cancer cells)에 대하여 SRB 측정법으로 하였다(19). 즉, 세포배양은 RPMI 1640 배지로 만든 배양액에 각각 10% fetal bovine serum(FBS)이 첨가된 것으로 사용하였으며, 세포는 37°C, 5% CO<sub>2</sub> incubator에서 계대 배양하여 실험에 사용하였다. Monolayer로 자란 암세포주를 0.25% trypsin-EDTA 용액으로 처리하여 single cell로 만든 후 세포의 최종 농도가  $5 \times 10^4$  cell/mL 되도록 48 well plate 에 분주하고 37°C, 5% CO<sub>2</sub> incubator에서 48시간 배양 후 plate에 세포의 부착을 확인하고 함초 조다당체 및 조사포닌을 농도별로 첨가하여 48시간 반응시킨 후 microplate reader(Titertek Multiscan Plus, Finland)로 540 nm에서 흡광도 값을 측정하였다.

### 비장세포의 분리

본 실험에서 사용된 생쥐(BALB/c, C57BL16)는 대한실험동물센터(충북 음성군)에서 구입한 생후 8~12주된 암컷을 사용하였고, 실험 전까지 고형사료와 1차 증류수를 공급하면서 사육실에서 사육하였다. 먼저 생쥐(BALB/c, C57BL16)를 경추탈골로 희생시킨 뒤 70%알코올로 소독하여 올려놓고 오른쪽 옆구리 쪽을 절개하여 비장을 떼어낸 후 미리 준비해 둔 RPMI 1640배지가 들어 있는 petri dish에 spleen을 담고 핀셋을 이용하여 single세포로 만들고 4°C, 1200 rpm에서 5분간 3번 원심 침전하는 방법으로 세척하고 마지막에 10% FBS를 첨가 한 RPMI 1640배지로 희석하여 실험에 사용하였다.

### 비장세포 증식 측정

분리한 비장세포는  $5 \times 10^6$  cell/mL로 희석한 다음 96 well plate에 넣고 여기에 각 시료, lipopolysaccharide(LPS) 및 concanavalin A(Con A)를 농도별로 희석한 것을 넣고 48시간 5%, CO<sub>2</sub> incubator에 배양하여 각 조건에 따른 증식 정도를 측정하였다. 비장세포 증식 측정은 cell titer 96<sup>®</sup> aqueous one solution cell proliferation assay를 사용하여 각 배양된 배양액 100  $\mu$ L에 cell titer 15  $\mu$ L씩 첨가하여

4~8시간 동안 다시 5%, CO<sub>2</sub> incubator에 배양한 다음 490 nm에서 흡광도 값을 측정하였다(20).

**일산화 질소 측정**

안정된 NO산화물인 NO<sub>2</sub>(nitrite)는 Griess반응을 이용하여 측정하였다(21). RAW 264.7(대식세포) 배양 상층액을 flat bottom 96 well plate에 100 µL씩 넣고 여기에 Griess시약 (0.1% N-1-naphthyl-ethylendiamine in H<sub>2</sub>O : 1% sulfanilamide in 5% H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> = 1 : 1)을 동량 첨가하여 10분간 반응시킨 후, microplate reader(Titertek Multiscan Plus, Finland)로 570 nm에서 흡광도를 측정하였다. Nitrite의 농도는 sodium nitrite를 32 µM까지 2배씩 희석하여 얻은 표준곡선과 비교하여 계산하였다.

**통계처리**

실험결과는 평균(mean)±표준편차(SD)로 나타내었고, Student t-test를 이용하여 통계처리한 후 p<0.05 수준에서 유의성을 검정하였다.

**결과 및 고찰**

**합초 추출조건에 따른 항산화 효과 비교**

합초 조다당체 및 조사포닌에 대한 항산화 활성을 측정한 결과는 Table 1, Fig. 1과 같다. 이들 시료를 100, 300, 500 및 1,000 µg/mL로 처리하여 수소 공여능을 측정한 결과 500 µg/mL 이상 고농도에서 항산화 효과를 나타내었다. 또한 이들 추출물에 대한 환원력을 측정한 결과도 수소공여능의 결과와 유사한 경향을 나타내었다. 즉 합초 조다당체를 처리한 군 보다 조사포닌을 처리한 군에서 더 높은 항산화 효과를 나타내었다.

Lee 등(22)은 합초 열수추출물 500 ppm 농도로 처리 시 60% 정도의 높은 수소공여능 효과를 나타내었다고 보고한 바 있으며, Han 등(2)은 합초의 잎, 줄기를 10% 첨가한 시료에서 합성 항산화제인 BHT와 비슷한 항산화효과가 있다고 보고한 바 있다.

따라서 본 연구에서도 합초 조사포닌의 고농도에서 항산화 효과가 나타남으로써 조사포닌 외의 항산화 물질들이 함유되어 있음을 추측할 수 있으며, 추후 합초가 천연 항산화물질로서 가능성 있다고 시사하고 있다.

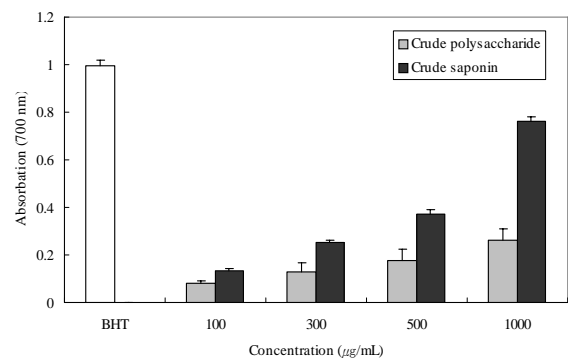
**암세포 성장 억제 효과**

합초 조다당체 및 조사포닌을 처리하여 48시간 동안 대장암 세포주(HT-29) 와 전립선암 세포주(PC-3) 성장 억제 효과를 측정한 결과 이들 시료 농도에 따라 암세포 성장이 억제되는 것을 확인할 수 있었다(Fig. 2, 3). 합초 조다당체를 100, 300, 500 및 1000 µg/mL 농도로 첨가시 HT-29

**Table 1. Hydrogen-donating activities of crude polysaccharides and crude saponins from *Salicornia herbacea***

Sample	Concentration (µg/mL)			
	100	300	500	1000
BHT	94.34±0.90			
Crude polysaccharides	11.36±0.44 <sup>1)</sup>	16.27±0.79	24.13±0.75	38.50±0.70
Crude saponins	18.80±0.72	29.60±0.63	46.91±0.48	62.92±0.33

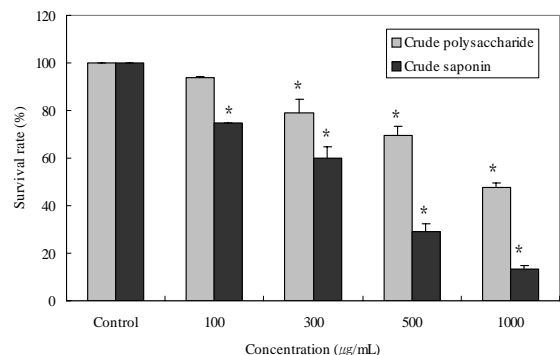
<sup>1)</sup>Data values were expressed as mean±SD of triplicate determinations.



**Fig. 1. Reducing power effects of crude polysaccharides and crude saponins from *Salicornia herbacea*.**

Data values were expressed as mean±SD of triplicate determinations.

세포주의 성장률은 각각 93.34, 79.84, 69.12 및 38.93% 으로 나타났으며, 합초 조사포닌을 같은 농도로 첨가 시 85.03, 60.96, 47.50 및 17.41%로 나타났(Fig. 2). 또한 PC-3 세포주에 대하여 합초 조사포닌을 같은 농도로 첨가 시 각각 74.66, 59.99, 28.91 및 13.21%의 성장률을 나타내었으며, 조다당체를 각각 93.67, 79.01, 69.76 및 47.41%의 성장률을 나타내었다. 즉 합초 조사포닌 첨가 시 그 효과가 더욱 높게



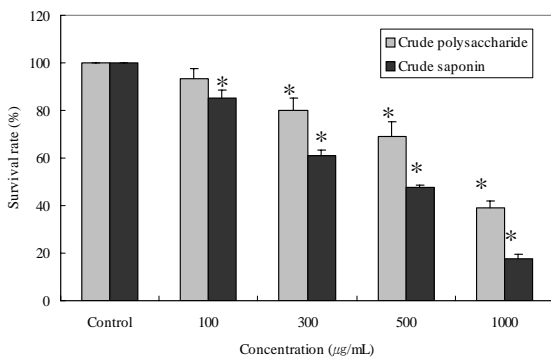
**Fig. 2. Effects of crude polysaccharides and crude saponins from *Salicornia herbacea* on the proliferation of HT-29 by SRB assay.**

Data values were expressed as mean±SD of triplicate determinations. Significant differences were compared with control at \*p<0.05 by Student t-test.

나타나는 것을 알 수 있었다(Fig. 3).

Park(22)은 함초 메탄올 및 부탄올 분획물 500 µg/mL 농도에서 유방암(MCF-7), 대장암(HT-29) 및 간암(HepG2) 암세포 성장을 90% 이상 억제한다고 보고하였으며, Lee 등(22)은 함초 열수추출물 500 ppm에서 65% 이상의 피부암 세포 성장을 억제한다고 보고하였다.

따라서 본 연구결과에서도 함초 조사포닌 첨가군에서 암세포 성장 억제되는 것을 확인 할 수 있었으나, 앞으로 함초로부터 조사포닌을 분리 및 정제하여 항암효과 기전과 그 효과에 대한 보다 구체적인 연구가 진행되어야 할 것으로 사료된다.



**Fig. 3. Effects of crude polysaccharides and crude saponins from *Salicornia herbacea* on the proliferation of PC-3 by SRB assay.**

Data values were expressed as mean±SD of triplicate determinations. Significant differences were compared with control at \*p<0.05 by Student t-test.

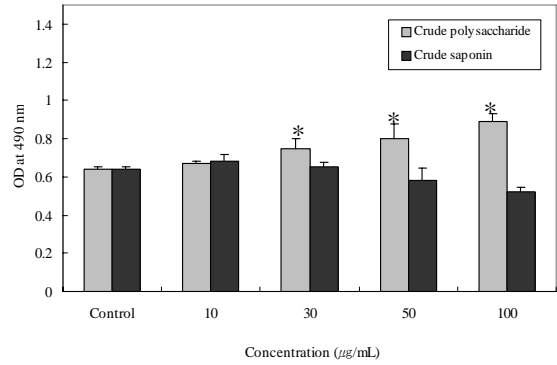
**비장세포증식능**

비장세포의 증식능에 대한 영향을 알아보기 위하여 생쥐에서 분리한 비장세포에 함초 조다당체 및 조사포닌을 농도별로 첨가하여 48시간 배양한 후에 증식능을 측정하였다. 그 결과 함초 조다당체를 첨가 시 무 처리 대조군에 비해 농도 의존적으로 비장세포의 증식을 확인할 수 있었으며 (Fig. 4 A-C), B세포의 증식을 특이적으로 유도하는 LPS (lipopolysaccharide)와 T세포의 증식을 특이적으로 유도하는 Con A(concanavalin A)에 의한 비장세포도 농도 의존적으로 증식하는 것을 확인할 수 있었다(Fig. 4B, C). 반면에 함초 조사포닌 50 µg/mL 이상 농도에서 비장세포의 증식을 오히려 억제하는 경향을 나타내었다(Fig. 4A).

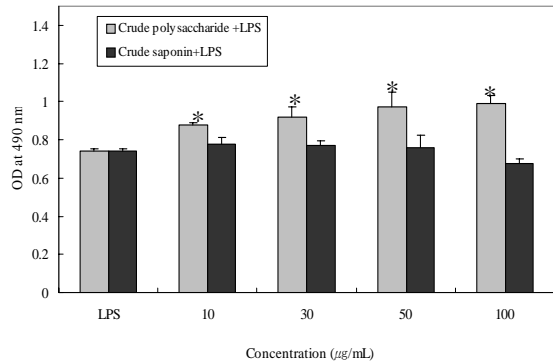
Ryu 등(14)은 함초로부터 얻은 조추출물과 다당체가 *in vitro* 및 *in vivo* 실험에서 면역세포 활성화 증강효과가 있음을 보고하였으며, 조추출물보다 다당체에서 더 높은 활성을 나타내었다고 보고한 바 있다.

본 연구 결과에서도 조다당체 및 조사포닌을 동일 농도로 처리 시 조다당체 첨가군에서는 농도 의존적으로 면역세포 증식을 유도하는 것을 알 수 있었으나, 조사포닌 처리군에서는 농도 50 µg/mL 이상에서 오히려 비장세포 증식을 억제 하는 경향을 나타내었는데, 이것은 조사포닌에 함유

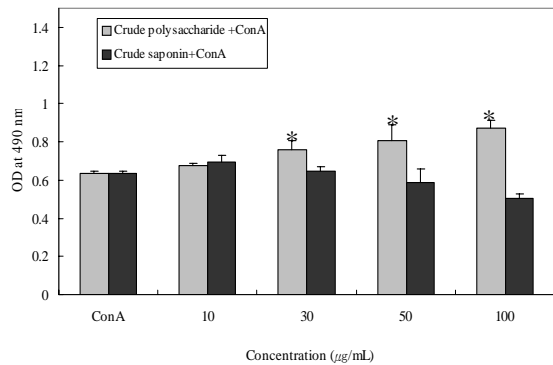
(A)



(B)



(C)



**Fig. 4. Effects of crude polysaccharides and crude saponins from *Salicornia herbacea* on the growth of spleen cells.**

(A) The spleen cells ( $5 \times 10^4$ /well) were cultured their *Salicornia herbacea* extracts for 48 h.  
 (B) with LPS (10 µg/mL)  
 (C) with ConA (1 µg/mL)  
 Data values were expressed as mean±SD of triplicate determinations. Significant differences were compared with control at \*p<0.05 by Student t-test.

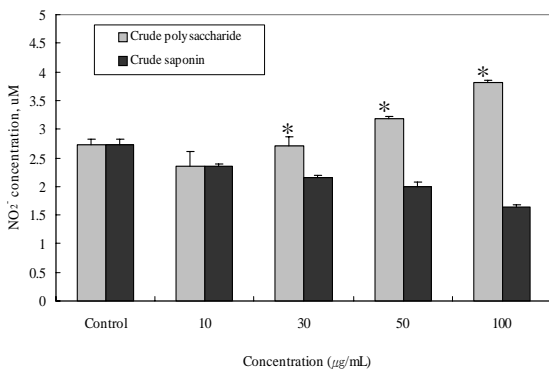
되어 있는 사포닌의 영향으로 추측할 수 있으나, 보다 구체적인 연구가 추후 수행해야 할 것으로 사료된다.

따라서 이전의 연구결과와 본 실험의 결과를 종합하여 볼 때 함초에 함유되어 있는 다당체는 앞으로 면역 증강 소재로 활용될 가능성이 있을 것으로 기대된다.

**대식세포의 NO 생성능 측정**

대식세포는 박테리아와 같은 항원이 침입하였을 때, 일차적인 면역반응을 담당하는 세포로서, 이러한 박테리아를 사멸시키기 위해 대식세포는 다양한 물질을 분비하며, 이 중에서 일산화질소(nitric oxide)가 대표적인 물질로 알려져 있다(23). 따라서 함초 조다당체 및 조사포닌이 대식세포의 일산화질소 생산에 어떠한 영향을 미치는지 알아보기 위하여 대식세포주인 RAW264.7에 이들 시료를 농도별로 처리하여 48시간 배양 한 후, 배양액 중의 대식세포가 생산한 일산화질소로부터 산화된 NO<sub>2</sub> 농도를 측정된 결과 대조군(2.73 μM)에 비하여 함초 조다당체 50 μg/mL 의 농도 처리군에서 대식세포의 NO생성을 각각 3.19 μM 유도하였으나, 함초 조사포닌은 대조군에 비하여 NO 생성을 나타내지 못하였다(Fig. 5). 즉 조다당체 50 μg/mL 농도 이상에서 그 효과가 조사포닌 보다 현저히 높음을 알 수 있었다.

Im 등(15)은 함초 조다당체 추출물들이 RAW 264.7 대식세포주를 자극하여 농도 의존적으로 IL-1β, TNF-α와 같은 대식세포 싸이토카인을 분비하였으며, 일산화질소(NO)를 유도한다고 보고하여 본 실험의 결과와 유사한 경향을 보였다.



**Fig. 5. Effects of crude polysaccharides and crude saponins from *Salicornia herbacea* on the production of nitric oxide in a macrophage cells.**

Data values were expressed as mean±SD of triplicate determinations. Significant differences were compared with control at \*p<0.05 by Student t-test.

**요 약**

함초를 기능성 식품소재로서 이용하기 위하여 함초 80% 에탄올 추출물로부터 Diaion HP-20 chromatography를 이용하여 조다당체 및 조사포닌을 분리 한 후 이들에 대한 항산화 효과, 암세포 성장억제효과, 비장세포 증식능 및 대식세포의 면역활성과 같은 생리활성을 조사하였다. 함초 조다당체 및 조사포닌 첨가군은 500 μg/mL 농도 이상에서 20% 이상의 수소공여능을 나타내었으며, 환원력도 농도 의존적으로 증가하였다. 조다당체 및 조사포닌은 500 μg/mL 농도

에서 전립선암세포(PC-3) 및 대장암세포(HT-29)에 대하여 각각 20%, 50% 이상의 성장 억제율을 보였는데, 함초 조다당체 보다 조사포닌에서 더 높은 항산화 및 암세포 증식 억제 효과를 나타내었다. 한편 함초 조다당체 첨가군은 비장세포 증식 및 대식세포주 NO 생산을 농도 의존적으로 유도하였으나, 조사포닌 첨가군은 오히려 농도 50 μg/mL 이상에서 이들 면역 활성을 억제하였다. 즉 면역 활성에서는 함초 사포닌 보다 조다당체에서 더 높은 면역 증강 효과를 보였다. 따라서 함초는 기능성 식품소재로 활용 할 수 있을 것으로 기대된다.

**감사의 글**

본 논문은 2007년도 지방기술혁신사업 및 친환경 바이오 산업 전문 인력양성 사업단 산학공동과제에 의하여 수행된 연구 결과의 일부이며, 그 지원에 감사드립니다.

**참고문헌**

1. Park, S.H., Hwang, H.S. and Han J.H. (2004) Development of drink from composition with medicinal plants and evaluation of its physiological function. Korean J. Nutr., 37, 364-372
2. Han, S.K. (2004) Antioxidant effect of fermented *Salicornia herbacea* L. liquid with effective microorganism on pork. Korean J. Food Sci. Ani. Resour., 24, 298-302
3. Kim, S.H., Ryu, D.S., Lee, M.Y., Kim, K.H., Kim, Y.H. and Lee, D.S. (2008) Anti-diabetic activity of polysaccharide from *Salicornia herbacea*. Korean J. Microbiol. Biotechnol., 36, 43-48
4. Ihm, B.S. and Lee, J.S. (1986) The strategies of *Salicornia herbacea* and *Suaeda japonica* for coping with environmental fluctuation of salt marsh. Korean J. Environ. Biol., 4, 15-25
5. Min, J.G., Lee, D.S., Kim, T.J. and Park, J.H. (2002) Chemical composition of *Salicornia herbacea* L. J. Food Sci. Nutr., 7, 105-107
6. Lee, J.T. and An, B.J. (2002) Detection of physical activity of *Salicornia herbacea* L. Korean J. Herbology, 17, 61-69
7. Kim, K.R., Choi, J.H., Lee, S.K., Woo, M.H. and Choi, S.W. (2006) Effect of enzymatic hydrolysate of Hamcho (*Salicornia herbacea* L.) on antioxidative defense system in rats fed high cholesterol diet. J. Korean Soc. Food

- Sci. Nutr., 35, 1356-1362
8. Han, S.K. and Kim, S.M. (2003) Antioxidative effect of *Salicornia herbacea* L. grown in closed sea beach. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 32, 207-210
  9. Jang, M.S. and Park, J.E. (2006) Optimization of ingredient mixing ratio for preparation of sulgidduk with saltwort (*Salicornia herbacea* L.). J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 35, 641-648
  10. Song, T.C., Lee, C.H., Kim, Y.E., Kim, I.H., Han, D.S. and Yang, D.H. (2007) The functionality of the saltwort (*Salicornia herbacea* L.) extract fermented juice. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 36, 395-399
  11. Kim, S.K. and Kim, Y.C. (1996) The effect of repeated betaine treatment on hepatotoxicity and cytochrome P-450 dependent drug metabolism enzyme system. Yakhak Hoeji, 40, 449-455
  12. Lee, C.H., Kim, I.H., Kim, Y.E., Oh, S.W. and Lee HJ. (2004) Determination of betaine from *Salicornia herbacea* L. Korean J. Soc. Food. Sci. Nutr., 33, 1584-1587
  13. Kim, S.H., Ryu, D.S., Lee, M.Y., Kim, K.H., Kim, Y.H. and Lee, D.S. (2008) Anti-diabetic activity of polysaccharide from *Salicornia herbacea*. Korean J. Microbiol. Biotechnol., 36, 43-48
  14. Ryu, D.S., Kim, S.H. and Lee, D.S. (2008) Immunomodulating activity of *Salicornia herbacea* extract. Korean J. Microbiol. Biotechnol., 36, 135-141
  15. Im, S.A., Kim, G.W. and Lee, C.K. (2003) Immunomodulatory activity of *Salicornia herbacea* L. components. Nat. Prod. Sci., 9, 273-277
  16. Park, K.U., Wee, J.J., Kim, J.Y., Jeong, C.H., Kang K.S., Cho, Y.S. and Seo, K.I. (2005) Anticancer and immuno-activities of edible crude saponin from soybean cake. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 34, 1509-1513
  17. Blois, M.S. (1958) Antioxidant determination by the use of a stable free radical. Nature, 181, 1199-1204
  18. Yildirim, A., Mavi, A. and Kara, A.A. (2001) Determination of antioxidant and anti microbial activities of *Rumex* of aerobic life. Biochem. Symp., 61, 1-34
  19. Moon, S.O., Lee, J.H. and Kim, T.J. (1998) Changes in the express of c-myc, RB and tyrosine-phosphorylated proteins during proliferation of NIH 3T3 cells induced by hyaluronic acid. Exp. Mol. Med., 30, 29-33
  20. Promega Protocol. (2001) Cell titer 96 $\odot$  aqueous one solution cell proliferation assay. Promega, USA
  21. Yee, S.T., Jeong, Y.R., Ha, M.H., Kim, S.H., Byun, M.W. and Jo, S. K. (2000) Induction of nitric oxide and TNF- $\alpha$  by herbal plant extract in mouse macrophage. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 29, 342-348
  22. Lee, J.T. and An, B.J (2002) Detection of physical activity of *Salicornia herbacea*. Korean J. Herbology, 17, 61-69.
  23. Kang, H.I., Kim, J.Y., Moon, K.D., Seo, K.I., Cho, Y.S., Lee, S.D. and Yee, S.T. (2004) Effect of the crude polysaccharide of *Pleurotus eryngii* on the activation of immune cells. Korean J. Soc. Food Sci. Nutr., 33, 1092-1097.
  24. Park, J.A (2006) Studies on the biological effect of *Saliconia herbacea* L. MS Thesis, Sil La University

---

(접수 2008년 10월 1일, 채택 2009년 1월 9일)