

참당귀(*Angelica gigas* Nakai) 뿌리의 면역증강활성 성분

안경섭, 심웅섭,¹ 김환목, 한상배, 김익환*

KIST 생명공학연구소, ¹고려대학교 생물학과

Immunostimulating Components from the Root of *Angelica gigas* Nakai

Kyung-Seop Ahn, Woong Seop Sim,¹ Hwan Mook Kim,
Sang Bae Han and Ik-Hwan Kim*

Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology, KIST,
Yusong P.O. Box 115, Taejeon 305-600, Korea; and
¹Department of Biology, Korea University, Seoul 136-701, Korea

Abstract - A potent immuno-stimulating activity was detected from the watersoluble and ethanol-precipitated crude extract (AG-1) of the root of *Angelica gigas* Nakai. The crude extract was fractionated into two fractions, an acidic AG-2 and a neutral AG-3 fraction by DEAE-cellulose adsorption. The two fractions contained polysaccharides of which M.W. were 10 Kdal and >2,000 Kdal respectively, proteins, and various inorganic components. The immunostimulating activities of two fractions were not reduced by proteinase K, acid or alkali treatment. The polysaccharides obtained from the root of *A. gigas* were mainly composed of arabinose, galactose, and galacturonic acid. These results indicated that immuno-stimulating components of the root of *A. gigas* was a kind of pectic polysaccharides or arabinogalactans.

Key words - *Angelica gigas*: immuno-stimulating activity; mixed leukocyte reaction; pectic polysaccharide; arabinogalactan.

최근 천연물질에서 면역활성 조절물질을 얻기 위해 담자균류,¹⁾ 진균류,²⁾ 그리고 고등식물³⁾ 등에 대한 많은 연구가 이루어지고 있다. 특히 천연물의 고분자 분획성분으로부터 항암활성,^{4,5)} 항보체 활성,²⁾ 그리고 lymphocyte 분열유도⁶⁾ 등의 면역조절 활성이 발견되고 있다. 지금까지는 주로 버섯류로부터 면역조절 활성이 있는 lentinan,⁷⁾ Schizophyllan,⁸⁾ 그리고 peptide PSK⁹⁾ 등의 glucan류 다당이 알려져 있다. 천연물질로부터 유래된 면역증강제는 면역 반응을 강화시키거나 저하된 면역능을 원상 회복시

킴으로써 암 치료, 면역결핍증 치료, 그리고 만성 감염등을 치료하는데 쓰일 수 있을 것으로 기대되고 있다. 지금까지 mycobacteria, corynebacteria, 그리고 곰팡이 등에서 면역강화제 혹은 항암제를 얻으려는 연구가 활발히 진행되어 왔으며 약용식물에 대한 연구도 부분적으로 이루어지고 있다. 일본에서는 Kojima등¹⁰⁾이 쥐의 spleen cell을 이용한 탐색으로부터 8 개의 약용식물이 mitogenecity를 나타내고 그 중 7 개는 interferon을 유도하는 것을 확인한 바 있다. 그 중에서 가장 활성이 높은 일당귀(*Angelica acutiloba*)의 열수 추출액으로부터 얻은 다당류가 Ehrlich ascites model에서 *in vivo*

*교신저자 : Fax 042-860-4594

항암활성을 나타냄과 아울러 murine B cell을 활성화시키는 것으로 밝혀졌으며¹¹⁾ 또한 항보체활성(anti-complementary activity)을 나타내는 것으로 알려졌다.¹²⁾

당귀는 보혈강장, 진통 작용을 목적으로 부인과 질환(냉증, 빈혈, 혈행장애, 및 정신증상)에 주로 쓰이며, 한방에서는 주로 血虛不足, 血症, 行血, 活血, 養血, 產前產後, 頭痛 등에 이용된다. 당귀는 四物湯(當歸, 熟地黃, 白芍藥, 川芎)의 君藥으로 산후의 빈혈, 월경불순, 행혈 등에 활용되고 있다.¹³⁾ 당귀는 산형과(Umbelliferae)에 속하는 Angelica속 식물로서 한국에서는 주로 참당귀(*Angelica gigas* Nakai)를 사용하고 있다.¹⁴⁾ 지금까지 알려져 있는 참당귀의 성분은 coumarin계 물질인 decursin, decursinol, nodakenetin, umbelliferon, nodakenin, β -sitosterol 등이다.¹⁵⁾ 약리학적 연구로는 참당귀의 에테르 추출물이 토끼의 적출장관 및 자궁에 대하여 흥분작용을 나타내었고 혈압과 호흡을 항진시켰다고 보고되었다.¹⁶⁾ 한편 단리된 decursin과 decursinol은 토끼 적출장관을 마비시키는 것으로 밝혀졌고 개구리 적출심장에 대하여는 억제작용 그리고 토끼의 호흡억제와 혈압강하 작용이 보고되었으며¹⁷⁾ 생쥐의 자발작용을 억제한다는 보고도 있다.¹⁸⁾ 최근에는 decursin이 *in vitro* 항암활성을 나타낼 뿐 아니라 protein kinase C의 활성을 증진시키는 작용이 있음이 밝혀진 바 있다.¹⁹⁻²⁰⁾ 본 연구에서는 참당귀 뿌리의 다당 성분에서 면역증강활성이 있음을 밝혔기에 이를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

식물재료 - 참당귀는 강원도 홍천에서 재배하여 10월에 채취한 것을 당해 11월 유성 소재 회춘당한 약방에서 구입하여 재료로 사용하였으며 확증표본은 KIST 생명공학연구소 세포배양공학연구실에 보관중이다.

시약 - DEAE-cellulose, Tris, dextran, proteinase K, 그리고 표품 단당류는 Sigma사(St. Louis, MO, U.S.A.)로부터, ethanol(EtOH)은 Merck사(Darmstadt, Germany), 그리고 TLC plate는 Macherey-Nagel Düren사(Düren, Germany)의 Alugram Sil G/UV₂₅₄를 구입하여

사용하였다. MLR 실험을 위한 RPMI-1640 배지는 Gibco-BRL(Grand Island, NY, U.S.A.) 제품을 사용하였고 우태혈청(FBS)은 Hyclone(Logan, UT, USA)으로부터 구입하여 사용하였다.

당귀로부터 조다당 분리 - 음건한 참당귀근은 잘게 부순 후 300 g을 취하여 6l의 물을 가하여 100 °C에서 1 시간 동안 끓였다. 4 겹의 거즈로 여과한 다음 Whatman filter paper(No. 2)를 이용하여 다시 여과하였다. 이 여과액에 3 배의 EtOH을 부가해 침전시킨 후 원심분리를 통해 침전물을 회수하였다. EtOH 침전물은 다시 물에 용해시킨 후 3 배의 EtOH을 부가해 다시 침전시켜 회수한 후 투석을 행한 다음(MWCO 10,000), 동결 건조하여 조다당(crude polysaccharides, AG-1) (건조시료 중량의 4.6 %)을 얻었다.

조다당의 분획 - 조다당(AG-1)은 다음과 같이 산성과 중성 조다당의 두 분획으로 나누었다. AG-1(4.6 g)을 200 ml의 증류수에 녹인 용액에 DEAE-cellulose resin을 부가하여 2 시간 방치하였는데 가끔 천천히 저어 주었다. 이 resin은 사용전에 산과 알칼리로 전처리 한 후 증류수로 세척하고 50 mM Tris buffer(pH 7.0)에 equilibration시켰다. 원심분리를 행한 후 침전된 resin은 같은 buffer로 세척한 후 10% NaCl 용액으로 녹여 내었다. 이 용출액에 3 배의 EtOH을 부가하여 다당류를 침전시킨 다음 원심분리하여 회수한 후 dialysis를 행하였고 동결건조하여 산성 조다당류인 AG-2를 얻었다. 한편, DEAE-cellulose resin에 흡착되지 않고 남은 상등액과 세척액을 합하여 3 배의 EtOH을 부가하여 침전시킨 후 dialysis를 행하고 동결건조하여 중성 조다당류인 AG-3를 얻었다(Fig. 1).

면역증강 활성 - 면역 증강활성은 mixed leukocyte reaction(MLR)을 이용하였는데, MHC class가 서로 다른 B₆C₃F₁(H-2^k)와 BDF₁(H-2^d)의 두 mouse로부터 spleen을 무균적으로 적출하여 spleen cell을 유리시켰다. 분리한 면역세포는 2.5 × 10⁶ cells/ml이 되도록 조절한 후 96-well plate에 각각 100 μ l/well씩 넣어서 최종 200 μ l로 만들었다. 여기에 면역반응 조절물질 시료를 농도별로 넣어주고 37 °C CO₂ incubator에서 3 일간 배양하였다. 배양이 끝나기 18 시간 전에 각 well당 1 μ Ci의 [³H]thymidine을 첨가하였다. Autom-

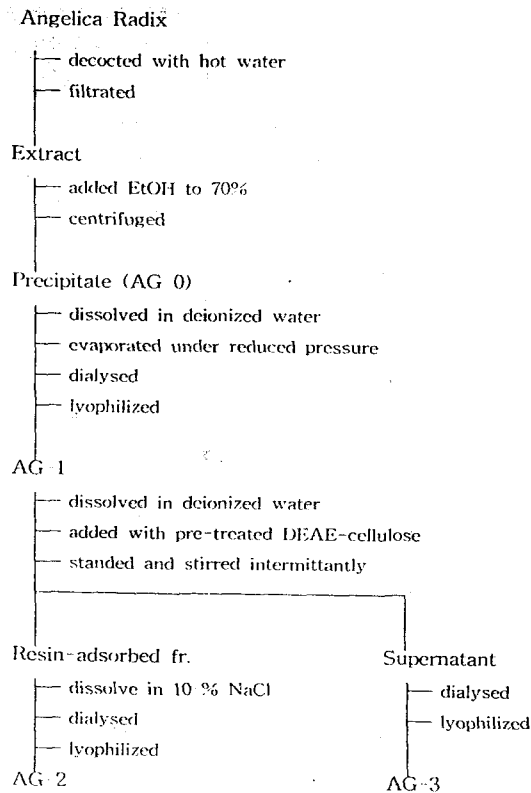


Fig. 1. Isolation of the immunostimulating fractions from the root of *A. gigas*.

atic cell harvestor를 이용하여 각 well의 세포를 회수한 뒤 [^3H]thymidine의 DNA내로의 흡수정도를 측정함으로써 면역세포의 증식정도를 측정하였다

조다당의 분자량 측정 - 다당류의 분자량 측정을 위하여 gel permeation HPLC를 행하였는데 이때 표준 다당으로는 dextran(분자량: 200만, 50만, 7만, 4만, 1만 dalton)을 사용하여 당귀 다당의 분자량 측정을 위한 검량선을 작성하였다. HPLC 조건은 다음과 같았다: column, PL-GFC(8 μm , 300 \times 7.5 mm, Polymer Lab., USA); mobile phase, water; flow rate, 1 ml/min; detection, RI detector.

조다당의 구성성분 분석 - 당귀 조다당의 구성성분을 조사하기 위하여 총 당의 함량은 phenol-sulfuric acid 방법,²¹⁾ 단백질은 Bradford 방법²²⁾으로 측정하였다. 그리고 시료를 2 M trifluoroacetic acid (TFA)를 첨가하여 100 $^\circ\text{C}$ 에서 4 시간 가수분해시킨 후 감압증류하여 TFA를 제거하였다.

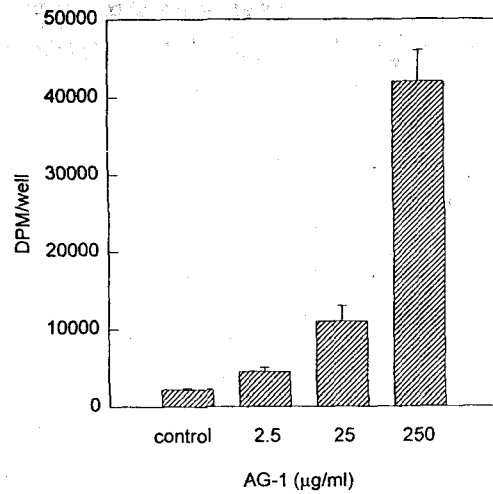


Fig. 2. Effect of AG-1 on the primary activation of T cells by MLR.

이 가수분해물로부터 uronic acid는 carbazole 방법²³⁾으로 분석하였다. 이상의 방법으로 가수분해된 당은 TLC를 행하여 구성 당을 확인하였는데, 이때 plate는 Merck사(Darmstadt, Germany) silica gel 60 F₂₅₄를, 그리고 용매는 60% acetonitrile/40% water를 사용하여 전개하였고, spray 용액으로는 anisaldehyde-sulfuric acid를 사용하여 spot을 확인하였다. 무기물 함량은 Finsons 사(GBR)의 HR ICP/MS를 사용하여 분석하였다.

다당류의 구성 당 분석 - 상기 방법으로 가수분해한 다당 분해물을 ion exclusion HPLC를 이용하여 분석하였는데, 이때 표준 단당류로 galactose, arabinose, galacturonic acid, mannose, rhamnose, 그리고 xylose를 가지고 각각 양을 측정하기 위한 검량선을 작성하였다. HPLC 조건은 다음과 같다: column, Aminex HPX-H anion exchange column; mobile phase, 0.02 N sulfuric acid; flow rate, 0.5 ml/min; detection, RI detector.

결 과

복합 면역세포증식능의 확인 - 면역증강성을 확인하기 위해 MLR 활성화에 미치는 AG-1의 효과를 실험한 결과는 Fig. 2와 같다. AG-1 분획의 MLR 활성화 농도에 따라 현저하게 증가되었으며 250 $\mu\text{g}/$

Table I. Effects of the fractions obtained from hot water extracts of *A. gigas* on the proliferation of T cells by MLR

Fractions	Dose (µg/ml)	DPM/well
Control		6752±1212
AG-0 (Hot water extract)	25	17705±1950
AG-1 (EtOH precipitate)	25	28087±1913
	2.5	12134±1176
AG-2 (resin-adsorbed fr.)	0.25	7854±1654
	25	22632±1548
	2.5	9622±1704
AG-3 (resin-unadsorbed fr.)	0.25	7840±1078
	25	28426±1913
	2.5	13079± 738
	0.25	9389± 980

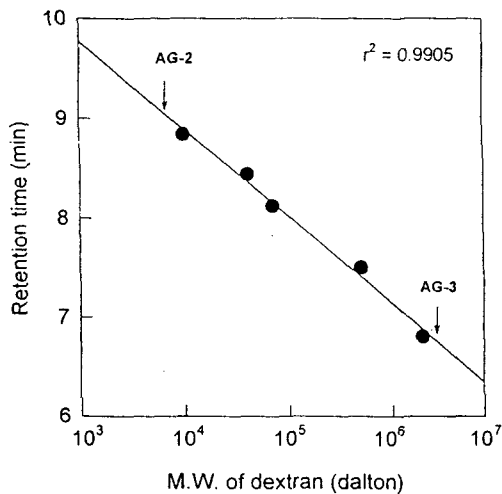


Fig. 3. Standard curve for the determination of polysaccharides from *A. gigas*.

ml 의 농도에서는 20 배 이상 활성이 증가됨으로써 탁월한 면역증강효과가 있음을 알 수 있었다. 그러나 에탄올 용해성 분획에는 면역증강활성이 나타나지 않았다. 이와 같은 결과는 면역증강능을 지닌 주성분이 AG-1 분획에 존재하고 있음을 보여주고 있다. AG-1 분획은 2 배량의 에탄올에 의해서도 쉽게 침전이 일어나고 물에 다시 녹인 후 20 분간 끓여도 변성단백질에 의한 침전이 생기지 않는 점으로 미루어 다당성 고분자물질이 다량 함유되어 있을 것으로 추정되었다. 또한 AG-1 분획은 갈색을 띄고 있고 DEAE-cellulose에 흡착시키게 되면 유색물질은

Table II. Solubility of polysaccharide fractions from *A. gigas* in various solvents

Solvent	Solubility	
	AG-2	AG-3
Water	++	+(suspension)
Ethanol	+	-
Methanol	+	-
Acetone	-	-
Chloroform	-	-
Acetonitrile	+	-

++: soluble, +: partially soluble, -: insoluble.

대부분 resin에 흡착되는 것을 관찰할 수 있었다. DEAE-cellulose 흡착법을 이용하여 산성과 중성의 2개의 분획을 조제하여 각각의 면역증강활성을 측정 한 결과는 Table I과 같다. 열수 추출액(AG-0)에서는 MLR 활성이 약 2 배 증가된 반면, 에탄올 침전물인 AG-1 분획에서는 4 배 이상 활성이 증가되었다. 그러나 AG-1의 중성 분획인 AG-3 분획과 산성 분획인 AG-2 에서는 모두 강한 활성이 나타났으며, 두 분획 사이에서의 활성의 차이가 크게 나타나지는 않았다.

이들 면역증강성 고분자분획의 분자량을 측정하기 위해 gel permeation HPLC를 행하였는데 분자량을 측정하기 위한 표품으로는 분자량이 각각 10,000, 40,000, 70,000, 500,000, 그리고 2,000,000 dalton의 dextran을 사용하여 retention time을 이용한 검량선을 작성하여 분자량을 측정 한 결과 AG-2는 10 kdal 이하의 비교적 작은 polymer인데 반해, AG-3는 2,000 kdal 이상의 고분자로 확인되었다 (Fig. 3). 이들의 용해도는 각 분획에 따라 다르게 나타났는데 AG-2는 비교적 물에 잘 녹았고 70 % 이하의 에탄올에는 침전이 생기지 않았지만 70 % 이상이 되면 불용성이 되어 침전하였다. AG-3는 물에 잘 녹지 않고 현탁상태로 존재하였으며 50 % 의 에탄올에서도 쉽게 침전이 되었다. 이 밖의 용매에 대한 용해도는 Table II와 같다.

참당귀 면역증강성 분획의 구성성분 - 참당귀의 면역증강성 분획(AG-1)의 구성성분을 확인하기 위해 여러가지 화학적 방법을 이용하여 분석한 결과는 Table III과 같다. Phenol-sulfuric acid 방법으로 측정 한 당의 함량은 90%(w/w)였으며, Bradford 방법으로 분석한 단백질의 함량은 8%로 측정되었다. 시료를 2 M TFA로 가수분해한 후 carbazol 방

Table III. Constituents of an immunostimulating fraction (AG-1) from *A. gigas*.

	AG-1 [% (w/w)]
Organic components	
Total sugar	90.1
Total uronic acid	35.2
Total protein	8.0
Inorganic components	
Mg	0.8
Ca	4.7
Fe	0.3
Al	0.76
Mn	0.23
Zn	0.025
Minor components: K, Na, P, S, Ti, Ba, Sr	

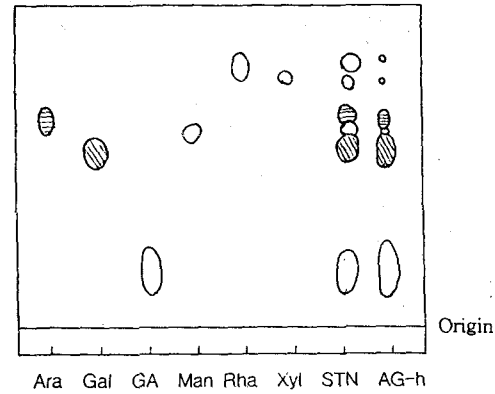
Table IV. Effect of proteinase K treatment on mixed leukocyte reaction activity of the various fractions

Fractions ^a	Treatment of proteinase K ^b	MLR activity (dpm/well)
Control	-	3424 ± 422
AG-1	yes	64472 ± 823
	no	63339 ± 1395
AG-2	yes	57929 ± 1472
	no	58664 ± 1894
AG-3	yes	70357 ± 4551
	no	69780 ± 3121

^aEach dose of fractions was 100 µg/ml (final concentration). ^b2 mg of proteinase K was treated in 10 mM Tris buffer (pH 7.5) containing 3 mg of each fractions and incubated at 37 °C for overnight.

법에 의해 측정된 결과 uronic acid의 함량은 35% (w/w)로서 비교적 많은 함량을 차지하고 있었다. 한편 AG-1 분획에는 유기물질 이외에도 여러 종류의 무기물이 함유되어 있는 것으로 나타났는데, 그 중에서도 Ca⁺⁺ 이온이 4.7%, Mg⁺⁺ 이온이 0.8%로 비교적 다량 함유되어 있었다. 중금속의 함유량을 살펴본 결과 3 mg Fe/g, 7.6 mg Al/g, 2.3 mg Mn/g, 0.25 mg Zn/g이 함유되어 있었고, 이 외에도 K, Na, P, S, Ti, Ba, Sr 등이 미량 함유되어 있는 것으로 밝혀졌다.

상기 결과로부터 참다귀의 면역증강활성을 갖는 에탄올 침전물의 주성분은 다당류이며 단백질과 여러 종류의 무기물로 구성되어 있음을 알 수 있었다.



Rf 0.51 0.42 0.17 0.45 0.64 0.55

Fig. 4. TLC chromatogram of standard sugars and AG-1 from *A. gigas*. 60% acetonitrile was used as TLC solvent and anisaldehyde-sulfuric acid was used as spray reagent.

Ara: arabinose, Gal: galactose, GA: galacturonic acid, Man: mannose, Rha: rhamnose, Xyl: xylose, STN: mixed standard sugars, AG-h: hydrolysate of AG-1.

따라서 이들 중 어떤 성분이 면역증강활성을 나타내게 하는지를 검토할 필요가 제기되었고, 먼저 단백질 가수분해효소 처리를 한 후 면역증강활성을 조사한 결과는 Table IV와 같다. Proteinase K를 처리하여 단백질을 제거하고 측정된 MLR 활성은 모든 분획에서 거의 영향을 미치지 않는 것을 알 수 있었다. 따라서 참다귀 에탄올 추출물의 면역증강활성은 다당류 혹은 다당과 결합하고 있는 무기물질에 의한 것임을 확인하였다.

면역증강성 분획의 다당성분 - AG-1을 가수분해한 후 60% acetonitrile 용매로 전개시킨 TLC profile은 Fig. 4와 같았다. 여러 표준과 함께 TLC를 행한 결과 AG-1 분획에는 galacturonic acid, galactose, 그리고 arabinose가 다량으로 함유되어 있음을 알 수 있었으며 그 외에도 mannose, rhamnose, 그리고 xylose 등이 소량 함유되어 있는 것으로 추정되었다. 구성 당의 정량적인 분석을 위해 ion exchange column을 이용한 HPLC를 행하였는 바 조다당인 AG-1과 AG-2 그리고 AG-3의 조성은 Fig. 5에서 볼 수 있듯이 주성분이 galacturonic acid, galactose, 그리고 arabinose로 재확인되었고, 각각의 주요 구성 당의 양은 해당표

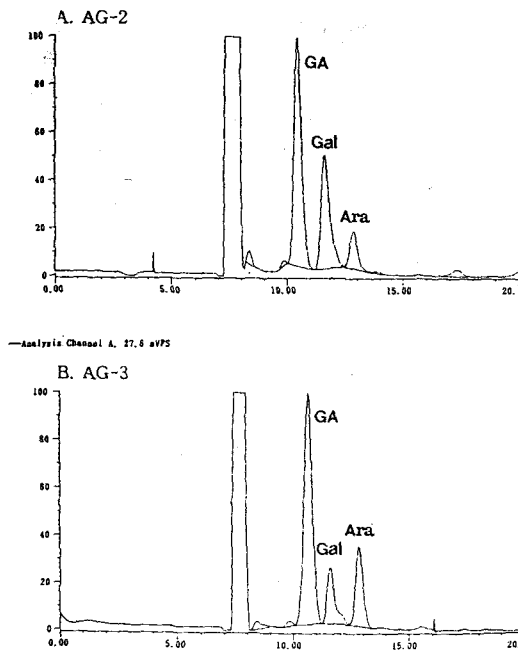


Fig. 5. HPLC chromatograms of the hydrolysate of polysaccharides fractions from *A. gigas*.

Table V. Major component sugars of polysaccharide fractions from *A. gigas*

Component sugar	Retention time (min) ^a	AG-1	Ag-2	AG-3
		(Molar ratios)		
Arabinose	12.83	4.4	3.0	5.7
Galactose	11.74	5.0	<8.3	<2.8
Galacturonic	10.58	9.4	14.0	11.5

^aHPLC conditions were as follows: column, Aminex HPX-87H ion exclusion column; mobile phase, 0.02 N sulfuric acid; flow rate, 0.5 ml/min; RI detector.

품 HPLC area와 농도의 검량선으로부터 측정하였고 그 결과를 Table V에 나타내었다. AG-1, AG-2, 그리고 AG-3는 모두 다량의 galacturonic acid를 함유하고 있고 중성당으로는 arabinose와 galactose가 주요 구성당으로 이루어져 있음을 확인할 수 있었는데 따라서 이들은 모두 pectin의 일종으로 여겨진다. 상기 결과로부터 참당귀의 면역증강성분의 주성분이 pectin질의 다당이며, 이 다당과 무기물에 의해 면역증강활성이 나타난다는 것을 알 수 있었다. 이 결과로 보아 참당귀의 면역증강성 다당이 일당귀(*Angelica acutiloba* Kitagawa)의 항

보체활성(anti-complementary activity)을 갖는 다당¹²⁾의 성분인 arabinogalactan 혹은 pectic substances와 비슷한 종류의 다당으로 사료된다.

고찰

면역조절제(immunomodulator)는 bacteria, fungi, 식물, 합성물질, 동물 등으로부터 다양하게 알려지고 있으며,²⁴⁻²⁷⁾ 이들은 면역체계의 여러 point에 작용하는 것으로 알려지고 있다. Phytohemagglutinin(PHA)과 concanavalin A(Con A) 등의 lectin은 T cell mitogen으로써 작용하여 T cell을 활성화시키며, Bacterial endotoxin인 lipopolysaccharide(LPS)와 polynucleotide는 B cell mitogen으로써 B cell을 활성화시킨다.

본 실험에서 사용한 면역증강성 검정시스템은 복합면역세포반응(mixed leukocyte reaction, MLR)²⁸⁾으로써, T cell을 활성화시키는 물질을 효율적으로 검색할 수 있다. 서로 다른 면역세포의 MHC를 인식하면 T cell은 proliferation을 하게 되는데 이 두 T cell의 증식을 조사함으로써 면역증강활성을 검정할 수 있다. 두 종류의 mouse에서 면역세포를 분리하여 혼합하게 되면 서로 상대방의 MHC를 인식하여 증식하게 되는데 이 때는 two-way MLR이 일어나게 된다. 반면, 한쪽 mouse의 면역세포를 mitomycin으로 처리하여 증식을 억제시킨 후 섞어주면 one-way MLR이 일어나게 된다. 본 실험에서는 two-way MLR을 이용하여 실험하였다.

참당귀와는 기원이 다른 생약으로 알려진 일당귀(*Angelica acutiloba* Kitagawa)에서는 다당분획 성분이 여러 면역조절활성을 갖는다고 알려져 있는데, 예를 들어 항보체활성(anti-complementary activity),¹²⁾ B-lymphocyte 증식활성,¹¹⁾ interferon 생산활성,¹⁰⁾ Ehrlich ascites 항암활성¹¹⁾ 등이 보고되어 있다. 일당귀의 다당류는 cetyltrimethylammonium bromide fractionation에 의해 pectic acid-like fraction(AR-2)과 arabinose와 galactose 등 중성당으로 이루어진 다당(AR-3, AR-4) 등 3개의 분획으로 나눌 수 있는데, AR-4 중에서도 AR-4IIa인 arabinogalactan 성분이 가장 강력한 항보체활성을 나타내고 있는 것으로 밝혀졌다.¹²⁾

참당귀의 면역증강성 분획(AG-1)의 구성성분으로는 당 함량이 90%(w/w)로서 주성분이었고, 단백질 함량은 8% 함유되어 있었지만 면역증강성과는 무관한 것으로 나타났다. 그리고 uronic acid의 함량은 35%(w/w)로서 대부분 galacturonic acid로 이루어져 있었다. 한편 이 분획에는 유기물질 이외에도 Ca, Mg 이온, 그리고 중금속등 여러 종류의 무기물이 함유되어 있는 것으로 나타났는데 아직 이들에 의한 효과는 밝혀지지 않은 상태이다.

당귀 면역증강성 분획의 다당류의 당 조성은 galacturonic acid, galactose, 그리고 arabinose가 다량으로 그리고 mannose, rhamnose, 그리고 xylose 등이 소량 함유되어 있는 것으로 추정되었다. AG-2와 AG-3 모두 다량의 galacturonic acid를 함유하고 있고 arabinose와 galactose가 주요 구성 당으로 이루어져 있음을 확인할 수 있었는데, 따라서 이들은 모두 pectin의 일종으로 여겨진다. 펙틴질(pectic substances)은 고등식물에서 주로 세포벽과 세포간질에 존재하는 다당류로서 분열조직(mesistem)과 연조직(parenchyma)에 특히 많이 존재하고 있다.²⁶⁾

참당귀와 일당귀는 decursin의 함유여부로 식물 자체의 기원에 대한 논란이 있어 왔다.¹⁵⁾ 본 연구 결과 참당귀 뿌리의 다당성분은 galacturonic acid, arabinose, 그리고 galactose가 주성분인 pectin으로 밝혀졌으며 이것은 일당귀의 다당성분과 유사한 것으로 생각된다. 현재 참당귀의 다당성분에 대하여 면역증강성뿐만 아니라 항보체활성, 항암활성에 대한 연구도 계속 진행중이다.

사 사

본 논문은 과기처의 선도기술개발 사업의 지원에 의한 연구의 일부입니다.

인용문헌

1. Yamada, H. (1984). Structure and antitumor activity of an alkali-soluble polysaccharide from *Cordyceps ophioglossoides*. *Carbohydr. Res.* 125: 107-115.
2. Saito, K., Nishijima, M., Ohno, N., Nagi, N., Yadomae, T. and Miyazaki, T. (1992) Activation of complement and *Limulus* coagulation systems by an alkali-soluble glucan isolated from *Omphalia lapidescens* and its less-branched derivatives. *Chem. Pharm. Bull.* 40: 1227-1230.
3. Roesler, J., Emmendorffer, A., Steinmuller, C., Luetting, B., Wagner, H. and Matthes, M. L. L. (1991) Application of purified polysaccharide from cell cultures of the plant *Echinacea purpurea* to test subjects mediates activation of the phagocyte system. *Int. J. Immunopharmac.* 13: 931-941.
4. Ohmori, T., Tamura, K., Wakaiki, A., Kawanishi, G., Tsuru, S., Yadomae, T. and Nomoto, K. (1988). Dissociation of a glucan fraction (CO-1) from protein-bound polysaccharide of *Cordyceps ophioglossoides* and analysis of its antitumor effect. *Chem. Pharm. Bull.* 36: 4512-4518.
5. Ohkuma, T., Otagiri, K., Ikekawa, T. and Tanaka, S. (1982). Augmentation of antitumor activity by combined cryodestruction of sarcoma 180 and protein-bound polysaccharide, EA, isolated from *Flammulina velutipes* (cult. ex fr.) sing. in ICR mice. *J. Pharm. Dyn.* 5: 4439-4444
6. Hara, C., Kumazawa, Y., Inagaki, K., Kaneko, M., Kiho, T. and Ukai, S. (1991). Mitogenic and colony-stimulating factor-inducing activities of polysaccharide fractions from the fruit bodies of *Dictyohora indusiata* Fisch. *Chem. Pharm. Bull.* 39: 1615-1616.
7. Maeda, Y. Y. and Chihara, G. (1971). Lentinan, a new immuno-accelerator of cell-mediated responses. *Nature* 229: 634-634.
8. Komatsu, N. S., Okubo, S., Kikumoto, S., Kimura, K., Saito, G. and Sakai, S. (1969). Host mediated antitumor action of schizophyllan, a glucan produced by *Schizophyllum commune*. *Gann* 60: 137-144.
9. Ohno, R., Imai, K., Yokomaku, S. and Yamada, K. (1975) Antitumor effect of protein-bound polysaccharide preparation, PS-K, against 3-methyl-cholanthrene-induced fibrosarcoma in C57 BL/6 mice. *Gann* 66: 679-681.
10. Kojima, Y., Kumazawa, Y., Shibukawa, N., Otsuka, K. and Mizunoe, K. (1980) Screening for interferon inducers and mitogens among various medical plants used in traditional Sino-Japanese medicine (In Japanese). *Proc Symp. Wakan-yaku* 13: 101.

11. Kumazawa, Y., Mizunoe, K. and Otsuka, Y. (1982). Immunostimulating polysaccharide separated from hot water extract of *Angelica acutiloba* Kitagawa (Yamato Tohki). *Immunology* 47: 75-83.
12. Yamada, H., Kiyohara, H., Cyong, J. C., Kojima, Y., Kumazawa, Y. and Otsuka, Y. (1984a) Studies on polysaccharides from *Angelica acutiloba*. Part 1. Fractionation and biological properties of polysaccharides. *Planta Med.* 50: 163-167.
13. 한대석 (1988) 생약학. 201-202. 동명사, 서울
14. 육창수, 안덕균 (1973) 현대본초학. 158. 고문사, 서울
15. 류경수, 육창수 (1967) 참당귀근의 coumarine 성분 에 관한 연구. 약학회지 11: 33-35.
16. 지형준 (1962) *Angelica gigas* Nakai 성분의 약리학 적 연구. 충북대학논문집 11: 573-582.
17. 지형준, 김학성 (1970) 한국산 산형과 식물의 성분연구. 생약학회지 1: 25-31.
18. 김학성, 박해자, 지형준 (1980) 참당귀 성분이 생쥐 자 발작용에 미치는 영향. 생약학회지 11: 11-14.
19. Ahn, K. S., Sim, W. S. and Kim, I. H. (1995) Detection of anticancer activity from the root of *Angelica gigas* in vitro. *J. Microbiol. Biotechnol.* 5: 105-109.
20. Ahn, K. S., Sim, W. S. and Kim, I. H. (1996) Decursin: A cytotoxic agent and protein kinase C activator from the root of *Angelica gigas*. *Planta Med.* 62: 7-9.
21. Dubois, M., Gilles, K. A., Hamilton, J. K., Roberts, P. A. and Smith, F. (1956) Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Anal. Chem.* 28: 350-356.
22. Bradford, M. (1976) A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Anal. Biochem.* 72: 248-251.
23. Galambos, J. T. (1967) The reaction of carbazole with carbohydrates. I. Effect of borate and sulfamate on the carbazole color of sugars. *Anal. Chem.* 19: 119-132.
24. Oppenheim, J. J. and Rogenstreich, D. L. (eds.) (1976) Mitogens in Immunology. Academic Press Inc. New York.
25. Yadomae, T., Suzuki, I., Yonekubo, H., Nunomura, K. and Miyazaki, T. (1979) Examination of the mitogenic activity of materials from fungi on murine lymphocytes in vitro. *Microbiol. Immunol.* 23: 815-819.
26. Suzuki, I., Yadomae, T., Yonekubo, H., Kumazawa, Y. and Miyazaki, T. (1981) Examination of the immunomodulator from fungi "immunomodulation by microbiol products and related synthetic compounds". In Yamamura, Y. et al. (eds.) *Excerpta Medica*. 347-350.
27. Suzuki, I., Yonekubo, H., Yadomae, T., Nunomura, K. and Miyazaki, T. (1982) Examination of the polyclonal B cell activator and adjuvant from fungi. *Microbiol. Immunol.* 26: 275-283.
28. Strong, D. M., Ahmed, A. A., Thurman, G. B. and Sell, K. W. (1973) In vitro stimulation of murine spleen cells using a microculture system and a multiple automated sample harvester. *J. Immunol. Methods* 2: 279-287.
29. Northcote, D. H. (1988) Control of pectin synthesis and deposition during plant cell wall growth. *Chemistry and Function of Pectins*. ACS Symposium Series 310, 134. American Chemical Society, Washington, DC.

(1996년 9월 2일 접수)