

## 韓國産 겨우살이類의 糖類와 Triterpenoids의 化學的 組成 (Ⅲ)\*<sup>1</sup>

- 한국산 참나무겨우살이(*Loranthus yadoriki* Sieb.)의 수용성 다당류의 구조적 특성 -

이수희<sup>2</sup> · 안원영<sup>2</sup>

## Chemical Constituents of Saccharides and Triterpenoids in the Korean Native Mistletoes (Ⅲ)\*<sup>1</sup>

- Structural Features of Water-soluble Polysaccharides  
from Korean Oak Mistletoe(*Loranthus yadoriki* Sieb.) -

Su-Hee Lee<sup>\*2</sup> · Won-Yung Ahn<sup>\*2</sup>

### ABSTRACT

This experiment was carried out to elucidate the sugar composition of polysaccharides and the structural features of water-soluble polysaccharides(WSP) isolated from Korean oak mistletoe, *Loranthus yadoriki* Sieb.

The 48-hours ball-milled meals of extractive-free dried mistletoe sawdusts were extracted with distilled water for 24hrs×2 at room temperature. The extracts poured into 95% ethyl alcohol to precipitate. The separated precipitate of WSP, in form of yellowish white powder by lyophilization, was fractionated into four subfractions of WSP-1, WSP-2, WSP-3 and WSP-4 by anion exchange chromatography on DEAE-cellulose column. The sugar composition of WSPs was analyzed by GLC in form of their glycolic acetates, and the structure of polysaccharides in Fractions WSP-1 and WSP-2 was determined by FT-IR and GC-MS after methylation through and acetylation.

The sugars of WSPs from Korean oak mistletoe, *Loranthus yadoriki*, are majorly arabinose and galactose in stem, galactose in leaves very high in content and showed difference in composition and monomeric units between stems and leaves. D-galactose, D-glucose and L-arabinose are the simple sugars consisting of polysaccharides in WSP-1. (1→3)-Linked galactan is the backbone with side chain of (1→5)-L-arabinofuranosyl residues and (1→6)-D-galactopyranosyl residues, and (1→4)-linked glucan also presents. (1→4)-Linked rhamnogalacturonan and (1→4)- and (1→3)-linked galactan present in WSP-2.

\*1 접수 1996년 2월 7일 Received February 7, 1996

본 연구는 '94 한국과학재단 핵심전문연구과제 지원으로 수행되었음.

\*2 서울대학교 농업생명과학대학 College of Agriculture & Life Sciences, Seoul National University, Suwon 441-744, Korea

## 1. 서 론

다당류는 한 종 또는 그 이상의 aldose나 ketose들이 글리코시드 결합으로 결합된 고분자를 말한다. 단당류의 종류가 한 개인 것을 homoglycans, 두 개 이상인 것을 heteroglycans이라고 한다. 다당류는 모든 유기체의 기본 구성성분으로 생명을 유지시키는 다양한 생체기능과 관계가 깊다. 그러므로 해조류, 균류, 고등 식물 모두에 풍부하게 존재한다. 여기서 고등 식물체인 목질계 바이오메스에 존재하는 당류는 셀룰로오스, 비셀룰로오스계 다당류로 구성된 heteropolymer인 헤미셀룰로오스 및 전분 등으로 이루어진 복합 다당류가 대부분이다.

최근에는 다당류가 생리 활성 천연물로 중요하게 생각되어지고 있어서 antitumour, immunological activity, anticomplementary, antiinflammatory, anticoagulant, hypoglycemic, antiviral activity 등의 넓은 범위에서 연구되고 있는데, 이러한 활성은 다당류의 구조에 높은 의존성을 가지고 있어 식물체에 함유된 다당류의 구조를 밝히는 것이 매우 중요하다.

천연에 존재하는 다당류의 구조는 아주 단순한 일면을 가지고 있는데 이것은 단당류를 연결하여 다당류 구조를 형성시키는 특정 효소들의 작용 때문이다. 또한 천연 다당류를 구성하는 단당류의 성분이 육탄당의 D-glucose, D-mannose 및 D-galactose, 그리고 오탄당의 D-xylose와 D-arabinose의 5가지 단당이 주종을 이루기 때문이다.

그러나 천연에 존재하는 다당류의 주종을 이루는 것이 전분이나 셀룰로오스처럼 단조로운 반복체에 지나지 않는다는 사실 때문에 구조에 대한 연구의 필요성이 흔히 그리 중요하지 않은 것처럼 간주되어 왔다. 하지만 실제로 대부분의 다당류는 불균일한 glycan들로 두 가지 이상의 당 성분으로 이루어져 있으며 결합 양상도 여러 가지이고, 또한 다당류를 구성하고 있는 단당류의 종류와 양, 다당류가 선형인지 곁가지를 가졌는지, 연결 순서, 환상의 크기, 즉 furanose인가 또는 pyranose인가, 연결 형태, 그리고 anomer의 배위등에 따라서 다당류의 구조가 달라진다.

다당류의 구조적 중요성에 화학구조 분석 연구가 많이 진행되어 왔는데, Bardalaye 등(1974)은 성숙한 줄기, 미성숙한 당단풍의 뿌리에 존재하는 (4-O-methyl-D-glucurono)glucoxytan의 구조를 밝히었다. Buchala 등(1985)은 목화면으로부터 acidic arabinogalactan을 분리하여 과산화 반응, 메틸화 반응에 의해 곁가지가

O-6에 있고 골격 구조는 (1→3) 결합된 galactopyranosyl residue임을 제시하였다. Sen 등(1992)은 약용으로 널리 사용되고 있는 식물인 *Boswellia serrata*에 존재하는 4-O-methyl-glucuronoarabinogalactan의 분리와 구조를 밝히는 연구를 수행하였다. Proksch 등(1987)은 *Echinacea purpurea*의 헤미셀룰로오스 물질로부터 에탄올 분액, ion-exchange chromatography와 gel filtration에 의해서 균일한 4-O-methyl-glucuronoarabinoxylan을 분리하였는데, 메틸화 분석으로 C-2, C-3위치에 가지를 가진 (1→4) 결합된  $\beta$ -D-xylan 골격의 polysaccharides를 발견하였다. Hamilton 등(1959)은 slash pine(*Pinus ellittii* var.)과 longleaf pine(*Pinus palustris*)으로 부터 galactoglucomannan과 araboxytan의 혼합물을 추출한 후, 아세틸화하여 D-galactose : D-glucose : D-mannose의 비율이 약 1 : 1 : 3 인 것을 얻었다. Hashi 등(1971)은 일본 잎갈나무로부터 분리한 galactoglucomannan의 구조를 메틸화 반응과 과산화 반응을 이용해 조사한 결과로 galactoglucomannan의 구조가 (1→4) 결합된 D-mannopyranose와 (1→4)-D-glucopyranose가 3.5 : 1 에 비율로 구성된 선형 골격구조를 가지고 있으며, mannose의 C<sub>2</sub> 또는 C<sub>3</sub> 위치에 D-galactopyranose와 O-acetyl group이 곁가지로 붙어 있는 형태임을 밝혔다. Gedalovich-shedletzky 등(1989)은 3종류의 겨우살이류, *Phoradendron californicum*, *Arceuthobium americanum* 및 *Phthirusa pyrifolia* 등에서 채취한 끈끈이 점액에 중성당이 가장 많은 부분을 차지하고 uronic acid와 단백질이 충분한 양으로 존재함을 밝혔다. 또한 xylose와 arabinose가 가장 풍부한 중성당이고, 아미노산에서는 histidine과 glycine이 풍부함을 발견하였다.

겨우살이에 대한 연구는 유럽 등지에서 혈압강하, 혈관확장, 심박저하, 항종양 등의 활성을 나타내는 성분이 있다고 인정되고 있으며, 당에 특이적으로 결합하는 식물체에 존재하는 lectin이 암치료에 효과가 있음을 밝혀 이를 활발히 연구하고 있다. 그러나 아직도 한국산 겨우살이에 대한 연구는 미비한 상태이다

한국산 참나무겨우살이(oak mistletoe)는 나무를 숙주로 하는 상록식생 목본식물로 목질부가 뚜렷하며, 참나무, 동백나무, 팥나무, 팽나무, 참식나무, 삼나무 등 침·활엽수의 여러 수종에 기생하여 수분과 무기 영양분을 숙주로부터 섭취하여 살아가며, 스스로 한 개체로서 광합성과 여러가지 주요 성분을 생합성하고, 숙주와도 상호작용을 가진다.

본 연구는 연구가 미비한 한국산 참나무겨우살이에 대한 기본 틀을 마련하고 천연 약재로서의 겨우살이 이용에 도움을 주고자 생리활성이나 면역학적 면에서 강조되고 있는 다당류의 화학적 구조를 구명하기 위하여 숙주가 참식나무인 참나무겨우살이의 수용성 다당류를 단리·정제하여 이 다당류의 물리적 특성 및 화학적 구조를 연구하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1 공시재료

참식나무(*Neolitsea sericea* (Bl.)Koidz)에 기생하는 참나무겨우살이(*Loranthus yadoriki* Sieb.)를 공시재료로 1994년 10월 제주도에서 채취하였다. 채취한 시료를 줄기와 잎으로 나누어 각각 시료(500g)를 250~425  $\mu$ m로 분쇄한 후 ethanol-benzene(2:1)으로 24시간 추출하여 추출물을 제거한 후, 건조시켰다. 여기서 얻어진 탈지시료를 48시간 ball milling하여 입자크기가 12~36  $\mu$ m 정도가 되도록 미세하게 분쇄한 후 시험재료로 사용하였다.

공시재료의 함유율은 TAPPI Test Methods T 12-os-75, 회분함량은 TAPPI Test Methods T 211 cm-86, ethanol-benzene 추출물은 TAPPI Test Methods T 204-os-76, Klason lignin 함량은 TAPPI Test Methods T 222-om-83에 각각 의거하여, 그리고 holo-cellulose 정량은 acid-chlorite 용액을 처리하여 리그닌을 제거한 다음 정량하는 방법으로 분석하였다.

### 2.2 다당류의 단리

#### 2.2.1 수용성 다당류의 조제

2.1의 시험재료를 냉수로 추출하고(2회×24hrs), Whatman No. 2 여지로 여과하여 얻은 여액을 감압 증류하여 소량의 물만 남긴 후, EtOH를 가하여 침전을 유도시키고 원심분리 후, 침전물을 동결건조시켰다. 건조 시료를 15% TCA(trichloroacetic acid)를 첨가하여 단백질을 제거하고 EtOH로 침전후 동결 건조시켰다.

#### 2.2.2 다당류의 분획

2.2.1의 분석시료를 DEAE-cellulose(Cl<sup>-</sup> form) column(2.5×50cm)에서 용출액으로 증류수로 부터 0.05M씩 증가시켜 0.3M까지 각각 250ml씩 수용성 NaCl 용액을 투입하고 25ml씩 분획하여 phenol-sulphuric acid를 처리후 490nm 파장에서 검출하여 4개의 분획을 얻었다(Fig. 1). 각각을 WSP-1, WSP-2, WSP-3과 WSP-4로 명명하였다.

#### 2.2.3 분획한 다당류의 전당, 수용성 리그닌 및 uronic acid 함량

2.2.2의 시료의 전당함량은 phenol-sulfuric acid로 발색하여 490nm에서 흡수도를 측정하였고, total uronic acid 함량은 carbazole로 발색후 525nm에서 그리고 수용성 리그닌 함량은 280nm 파장에서 각각 그 흡수도를 측정하였다.

#### 2.2.4 구성당 동정

구성당 동정은 2.2.1과 2.2.2의 시료에 0.5M 황산으로 100℃, 6시간 동안 가수분해후 inositol을 내부표준 물질로 첨가하고 barium carbonate로 중화하여 침전을 여과하여 제거하고 Dowex 50×8(H<sup>+</sup> form)으로 이온을 제거하고 sodium borohydride로 환원시켰다. 감압·농축 후 pyridine : acetic anhydride(1:1)를 넣고 100℃에서 1시간 동안 방치하고 감압·농축하여 acetic anhydride를 제거하고 소량의 dichloromethane에 녹이고 GC분석을 실시하였다.

#### 2.2.5 다당류의 구조분석

##### 2.2.5.1 메틸화 분석

시료를 DMSO에 넣어 초음파 세척기에서 녹이고 methylsulfinylsodium을 첨가하였다. 그 용액을 1시간 동안 초음파 세척기에서 강하게 교반한 후, 6시간 유지하였다. 열음 수조안에서 methyl iodide를 첨가 교반한 후 chloroform(5×10ml)으로 추출하고 다시 물(5×10ml)로 세척한 후 MgSO<sub>4</sub>와 함께 건조시켰다. 그 결과를 FT-IR로 OH기의 유무를 확인하였다.

##### 2.2.5.2 메틸화된 다당류의 가수분해

2.2.1의 시료를 95% 개미산을 넣고 100℃, 12시간 동안 밀봉하여 반응시킨 후 개미산을 제거하고 2N TFA로 100℃에서 5시간 밀봉하여 반응시킨 다음 물과 함께 건조시켰다. 증류수에 녹이고 sodium borohydride로 환원시킨 후, 여분의 borohydride는 acetic acid로 분해시키고 그 생성된 borate는 상온에서 methanol과 함께 co-distillation을 반복하여 제거하였다. Acetic anhydride : pyridine(1:1)을 가지고 120℃, 30분 동안 밀봉하여 반응시키고 과량의 acetic anhydride는 물로 가수분해시키고 그 용액을 감압 건조기로 건조한 후, 생성물을 dichloromethane으로 녹여서 GC/MS로 분석하였다.

##### 2.2.6 기기분석

UV분석은 파장 범위가 190~900nm까지인 UV/VIS Spectrophotometer로 수행하였다. FT-IR Spectrum은 KBr pellet과 NaCl disc를 사용하여 수행하였다. 메틸화 전과 후의 시료의 OH기의 유무를 FT-IR로 분

석하였다. 완전 건조된 시료를 KBr과 1 : 100의 비율로 섞고, pellet으로 만들어 IR Spectrum을 얻고, 3400cm<sup>-1</sup>의 흡수도의 유무를 분석하였다. Gas chromatography는 Pye-Unicam 304 Chromatograph에 3% ECNSS coated Gaschrom Q glass column(1.5mm×2m)을 사용하여 column온도 190℃에서 항온으로 검출하였고, carrier gas는 40ml/min 질소를 사용하였으며, FID 검출기를 사용하였다. GC/MS 분석은 SPB-1 capillary column(30×0.25mm)으로 column 온도 120~200℃, 2℃/min로의 승온조건, carrier는 헬륨이고 flow rate는 1ml/min, FID 검출기를 사용하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1 줄기와 잎의 화학적 조성

참나무겨우살이의 줄기와 잎을 분리하여 각각의 함유율, 회분함량, 추출물, Klason lignin, 전섬유소 함량은 TAPPI Test Method T 12 os-75, T 211 cm-86, T 204 os-76 과 T 222 om-83. Wise법을 통하여 분석한 결과를 표 1에 나타내었다.

표 1에서 보여주듯이 화학적 성분에서 특이한 것은 회분함량과 추출물의 양이 줄기와 잎 모두 높게 나타났으며, 특히 잎에서 높은 수치를 나타내었고 다당류를 포함하는 전섬유소의 함량이 각각 46.5%와 41.0%로 나타났다.

#### 3.2 줄기와 잎의 수용성다당류의 구성당 조성

참나무겨우살이의 줄기와 잎의 구성당 분석은 시료를 줄기와 잎으로 나누어 각각 황산 가수분해와 sodium borohydride 환원과 acetylation의 결과를 표 2에 나타내었다. 줄기와 잎의 구성당을 비교 분석하여 보면 줄

Table 1. Chemical composition of *Loranthus yadoriki*. (Unit : %)

Component	Stem	Leaf
Ash content	2.2	6.6
EtOH-benzene <sup>1</sup>	6.5	13.2
Klason lignin <sup>2</sup>	28.0	32.5
Holocellulose <sup>2</sup>	46.5	41.0
Cold water <sup>1</sup>	5.4	19.9
Hot water <sup>1</sup>	9.2	24.3

<sup>1</sup> Based on the weight of oven dried sample.

<sup>2</sup> Based on the weight of extractive-free sample.

Table 2. Neutral sugar content of *Loranthus yadoriki*. (Unit : %)

Composition	Stem	Leaf
L-Rhamnose	4.5	5.3
L-Arabinose	30.6	24.4
D-Xylose	16.5	8.7
D-Mannose	5.9	T <sup>1</sup>
D-Galactose	32.4	53.9
D-Glucose	10.2	7.9

<sup>1</sup>T : trace.

기에서는 arabinose와 galactose가 비교적 같은 양으로 가장 풍부하게 존재하였으며, 잎에서는 galactose가 가장 많이 존재하였으며 arabinose가 비교적 풍부하게 존재하였다. 이 결과로 줄기와 잎 모두 다 arabinose와 galactose가 많은 것으로 보아 araban, galactan 및 arabinogalactan 등의 펙틴성 물질의 존재를 가정하였다.

#### 3.3 줄기의 수용성 다당류의 분획

참나무겨우살이의 수용성 다당류를 DEAE-cellulose column에 용출은 NaCl을 종류수로부터 0.05M씩 증가시켜 0.3M까지 각각 250ml씩 투입하고 25ml씩 분획하여 phenol-sulphuric acid method로 검출하여 4개의 분획을 얻었다.

그림 1는 DEAE-cellulose column chromatography의 결과를 나타내었는데 참나무겨우살이 줄기의 수용성 다당류는 크게 4개로 분리되었고, 각각을 WSP-1, WSP-2, WSP-3과 WSP-4로 명명하였다.

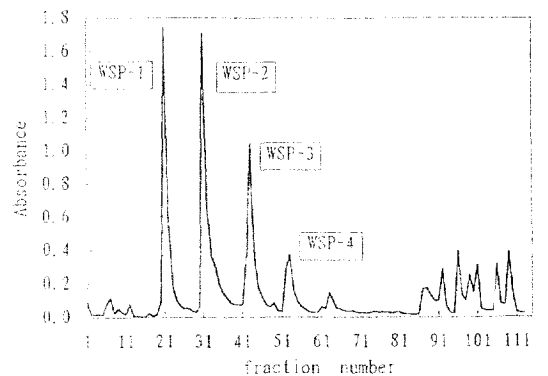


Fig. 1. Ion exchange chromatography on a column(2.5×50cm) of DEAE-cellulose of water-soluble polysaccharides isolated from stem of *Loranthus yadoriki*.

Table 3. Recovery and chemical composition of water-soluble polysaccharides from stem of *Loranthus yadoriki*.

Component	Water-Soluble Polysaccharides			
	WSP-1	WSP-2	WSP-3	WSP-4
Recovery <sup>1</sup>	15.4	20.5	10.6	3.5
Carbohydrate <sup>2</sup>				
Neutral sugar	72.3	69.1	56.3	50.2
Uronic acid	10.6	17.8	19.1	13.3
Lignin <sup>2</sup>	1.8	2.4	3.9	4.5

\*1 Based on the weight of crude water-soluble polysaccharides.

\*2 Based on the weight of each recovery.

### 3.4 각 분획의 회수율 및 화학적 조성

참나무겨우살이의 수용성 다당류를 DEAE-cellulose column에 용출은 NaCl을 종류수로부터 0.05M씩 증가시켜 0.3M까지 각각 250ml씩 투입하고 25ml씩 분획하여 phenol-sulfuric acid method로 검출한 결과를 표 3에 나타내었다.

표 3에서 보여주듯이 WSP-1, WSP-2, WSP-3과 WSP-4의 수율은 15.4%, 20.5%, 12.6% 그리고 3.5% 이었고, 각 분획의 phenol-sulfuric method에 의한 중성당량은 72.3%, 69.1%, 56.3% 및 50.2%로 주요 분획인 WSP-1과 WSP-2가 Sen(1992)의 결과인 69%와 유사함을 알 수 있었다. Carbazole 방법으로 조사한 uronic acid 함량은 Sen(1992)가 *Boswellia serrata* 에서 추출한 4-O-methyl-glucuroarabinogalac-

Table 5. Methylated sugars of Fraction WSP-1 of water-soluble polysaccharides isolated from *Loranthus yadoriki*.

Peak	RT	Area	Compound
1	6.82	6.72	2,3-di-O-methyl-1,4,5-tri-O-acetyl-arabinitol
2	15.35	10.84	1,4-di-O-acetyl-2,3,5-tri-O-methyl-arabinitol
3	21.75	36.29	2,4-di-O-methyl-1,3,5,6-tetra-O-acetyl-galactitol
4	22.14	5.71	2,3,4-tri-O-methyl-1,5,6-tri-O-acetyl-galactitol
5	22.40	6.83	No match compound
6	24.68	4.57	2,3,6-tri-O-methyl-1,4,5-tri-O-acetyl-glucitol

Table 4. Neutral sugar composition of water-soluble polysaccharides isolated from stem of *Loranthus yadoriki*.

Composition	Water-Soluble Polysaccharides			
	WSP-1	WSP-2	WSP-3	WSP-4
L-Rhamnose	4.6	11.4	20.5	19.5
L-Arabinose	13.4	12.1	27.3	19.2
D-Xylose	1.0	2.1	21.6	36.1
D-Mannose	T <sup>1</sup>	0.1	1.2	25.2
D-Galactose	58.5	74.3	29.3	T
D-Glucose	22.4	T	T	T

\*1 T: trace.

tan의 구조를 밝히는 실험의 결과인 18.2%보다는 약간 적은 값으로 나타났다.

### 3.5 각 분획의 구성당 분석

각 분획의 구성당의 구성은 표 4에 나타내었다. 본 실험에서는 4개의 분획중에 WSP-1과 WSP-2를 주요 분획으로 하여 분석을 실시하였는데 WSP-1은 galactose, glucose와 arabinose가 가장 풍부하게 존재하였고 특히 galactose가 58.5%로 다량 존재하였으며, glucose가 유일하게 존재하였다. WSP-2는 galactose와 arabinose가 주요 구성성분이며, rhamnose도 상당량 존재하는 것으로 나타났다. 따라서 참나무겨우살이의 수용성 다당류에서 WSP-1은 araban, arabinogalactan 등이 주요 다당류이고, 또 비섭유물질인 glucan도 포함되어 있을 것이라 생각되었다. WSP-2는 rhamnose가

Table 6. Methylated sugars of Fraction WSP-2 of water-soluble polysaccharides isolated from *Loranthus yadoriki*.

Peak	RT	Area	Compound
1	6.83	10.53	1,4-di-O-acetyl-2,3,5-tri-O-methyl-rhamnitol
2	13.08	3.46	1,2,4-tri-O-acetyl-3,5-di-O-methyl-arabinitol
3	15.98	3.85	No match compound
4	16.80	5.00	No match compound
5	21.64	17.01	2,3,6-tri-O-methyl-1,4,5-tri-O-acetyl-galactitol
6	21.87	7.33	2,4,6-tri-O-methyl-1,3,6-tri-O-acetyl-galactitol
7	23.10	2.20	No match compound
8	24.68	6.26	No match compound

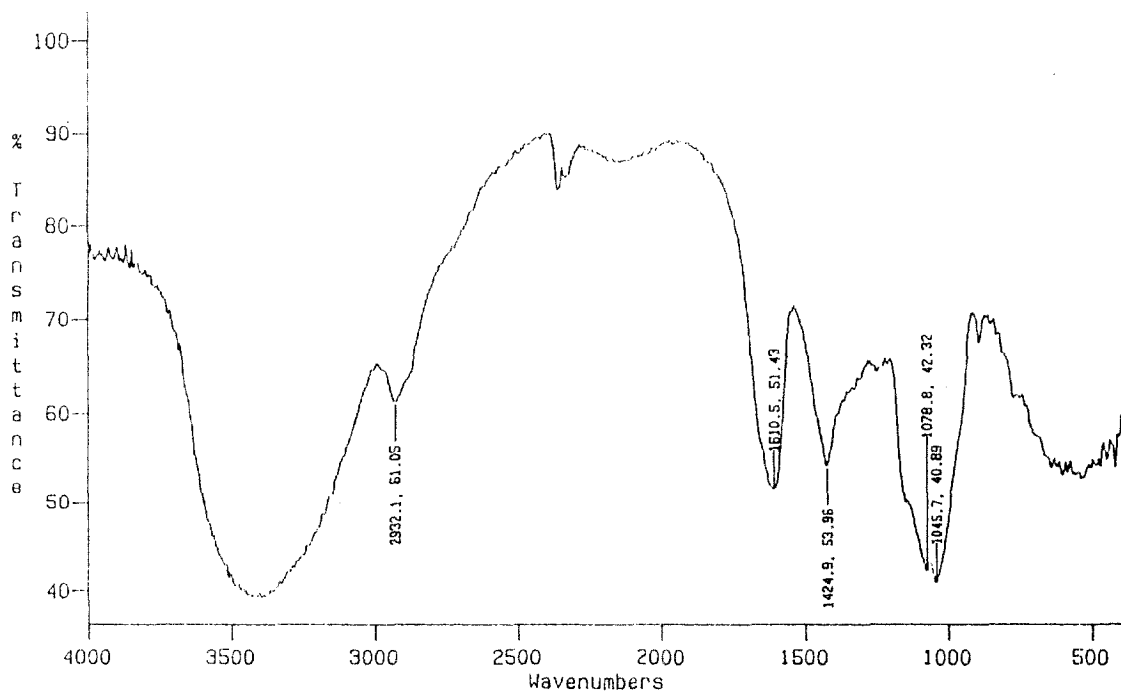


Fig. 2. FT-IR Spectrum of WSP-1 isolated from *Loranthus yadoriki*.

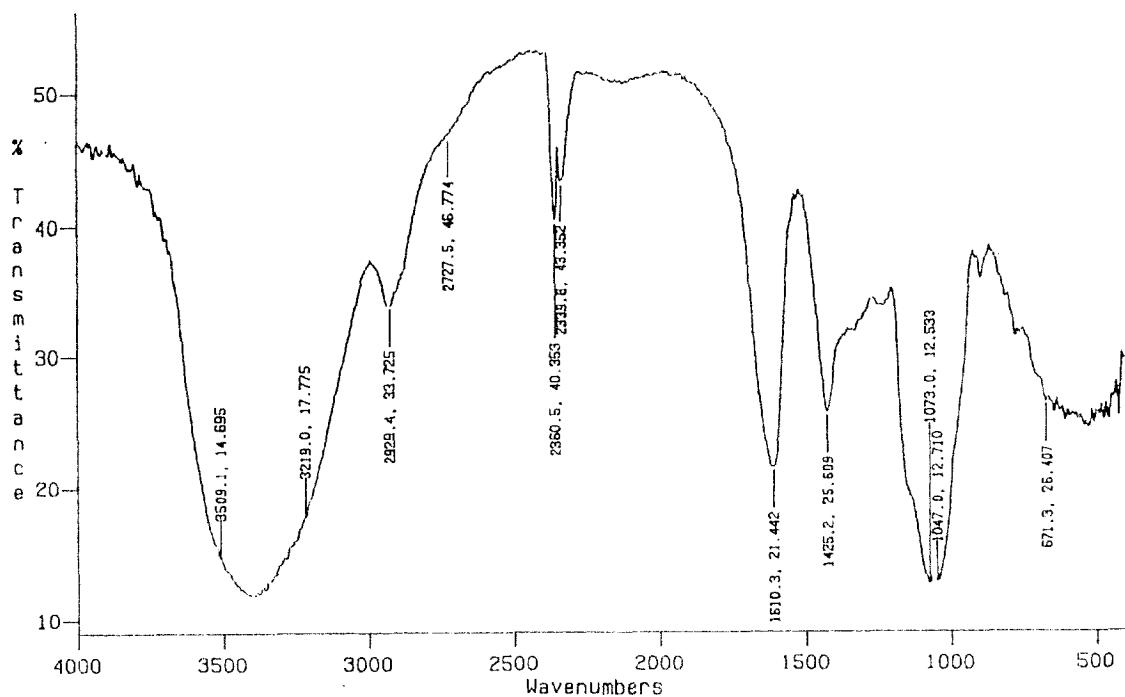


Fig. 3. FT-IR Spectrum of WSP-2 isolated from *Loranthus yadoriki*.

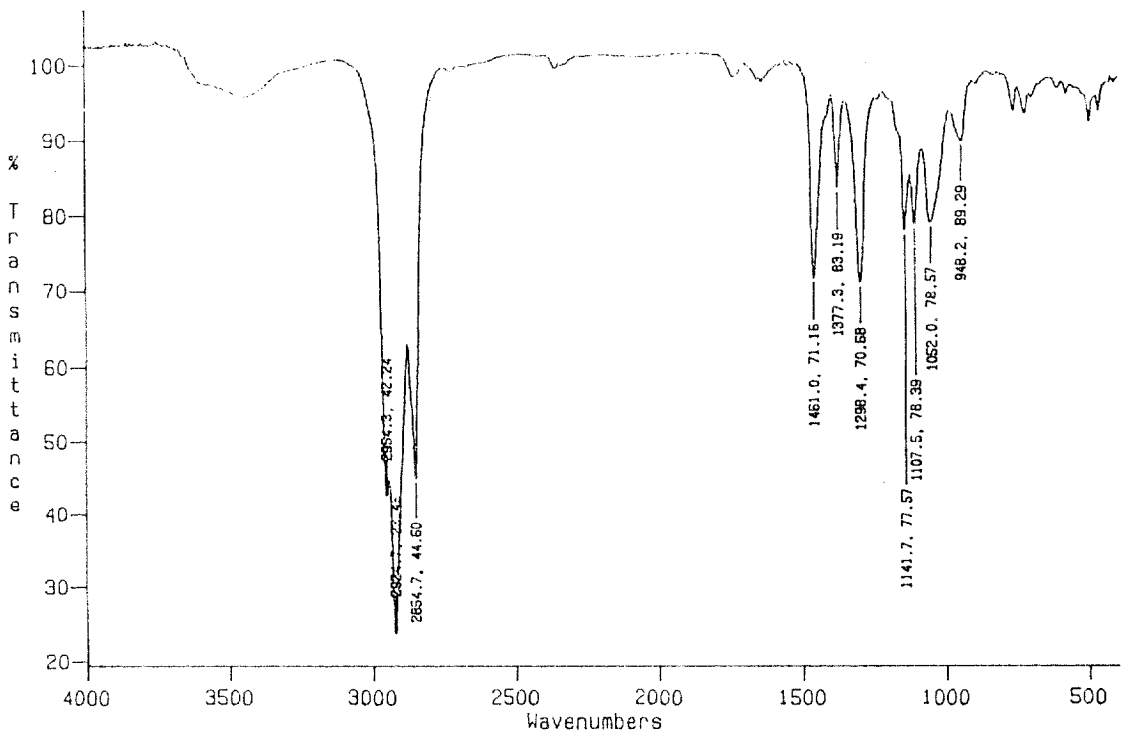


Fig. 4. FT-IR Spectrum of methylated WSP-1 isolated from *Loranthus yadoriki*.

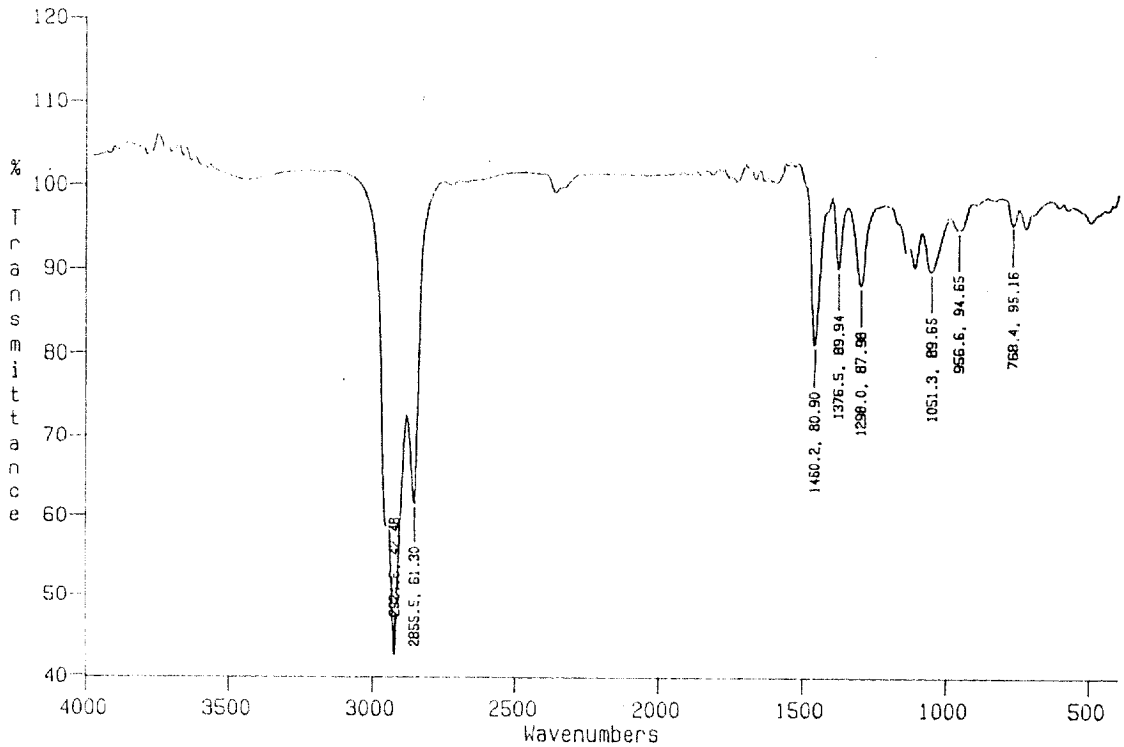


Fig. 5. FT-IR Spectrum of methylated WSP-2 isolated from *Loranthus yadoriki*.

상당량 존재하는 것으로 보아 rhamnogalacturonan이 또한 존재하는 것으로 생각되었다.

### 3.6 FT-IR Spectroscopy

본 실험에서 사용된 주요 분획인 WSP-1과 WSP-2 시료의 IR spectrum을 그림 2와 그림 3에 나타내었다.  $3400\text{cm}^{-1}$ 에 넓게 분포되어 있는 흡수대는 다당류에 존재하는 -OH기로 인하여 나타난 것이며,  $2900\sim 2800\text{cm}^{-1}$ 에 -CH기의 band가 보이고  $1100\sim 1050\text{cm}^{-1}$ 은 -OH기와 관계된 흡수대로 보인다.

### 3.7 주요 분획의 구조적 특성

WSP-1과 WSP-2의 주요 구조를 밝히기 위하여 각 시료를 메틸화 반응을 실시한 후 메틸화한 시료를 GC/MS로 분석하였다.

두 분획 WSP-1과 WSP-2의 메틸화는 methylsulfinylsodium과 methyl iodide를 사용하는 Hakomori 방법으로 실시하였다. 모든 OH기의 메틸화의 유무를 알아보기 위하여 IR spectrum을 관찰하여 확인하였다. 만약에 메틸화가 완벽하게 되었다면 FT-IR spectrum에서  $3400\sim 3600\text{cm}^{-1}$ 에서 나타나는 OH 흡수대

가 사라짐을 볼 수 있다. 그림 4과 그림 5은 메틸화 반응 과정에서 OH 흡수대가 사라졌음을 보여준다.

메틸화된 WSP-1과 WSP-2의 GC/MS분석 결과를 표 5와 표 6에 나타내었다. 각 peak의 이온화된 fragments는 Wiley 138 Library와 비교하여 분석하였다. 표 5에서 WSP-1의 주된 구조를 분석하여 보면 2,3,5-tri와 2,3-di-O-methylarabinose가 존재하는 것으로 보아 (1→5) 글리코시드 결합된 araban으로 판단되고, 2,4-di와 2,3,4-tri-O-methylgalactose는 (1→3) 또는 (1→6)글리코시드 결합된 galactan으로 판단되어 (1→3)글리코시드 결합된 galactan이 골격구조를 이루고, (1→5)글리코시드 결합된  $\alpha$ -L-arabinofuranosyl residues가 곁가지를 이루고 있으며, 또한 (1→6)글리코시드 결합된  $\beta$ -D-galactopyranosyl residues도 곁가지를 이루고 있음을 추정하였다. 2,3,6-tri-O-methylglucose는 (1→4)글리코시드 결합된 glucan이 존재함을 나타낸다.

표 6에서 WSP-2의 주된 구조를 살펴보면 2,3,5-tri-O-methylrhamnose와 2,3,6-tri-O-methylgalactose의 존재로 (1→4)글리코시드 결합된 rhamnogalacturonan이 있음을 나타내 주었고, 2,3,6-tri-O-methyl-

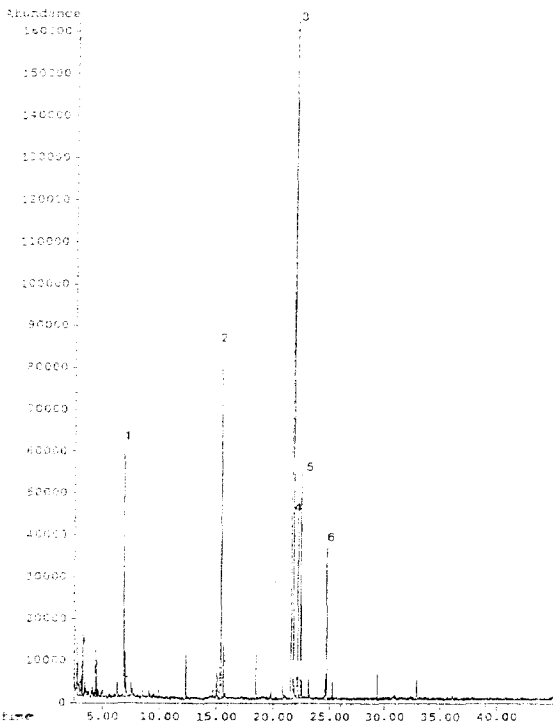


Fig. 6. Gas-liquid chromatographic separation of the hydrolysis products of the methylated WSP-1 as their alditol acetates.

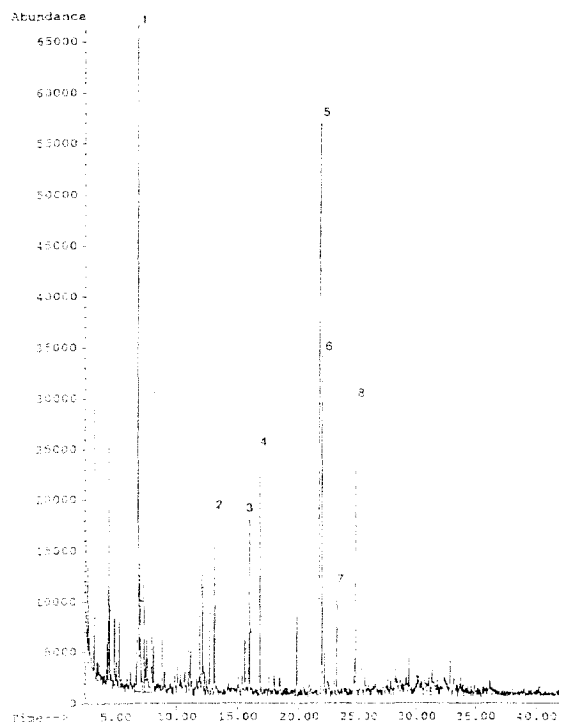


Fig. 7. Gas-liquid chromatographic separation of the hydrolysis products of the methylated WSP-2 as their alditol acetates.



galactose와 2,4,6-tri-O-methylgalactose가 존재함으로써 (1→4) 또는 (1→3)글리코시드 결합된 galactan이 존재한다고 생각된다.

#### 4. 결 론

한국산 참나무겨우살이의 줄기와 잎에서 추출한 수용성 다당류를 구성하는 당류는 줄기에는 arabinose와 galactose가 비교적 같은 양으로 가장 풍부하게 존재하였으며, 잎에는 galactose가 가장 많은 양 존재하여 부분별로 차이를 나타내었다. 줄기에서 추출한 수용성 다당류를 DEAE-cellulose anion exchange chromatography를 실시하여 WSP-1, WSP-2, WSP-3 및 WSP-4의 네 분획으로 나눈 후, 구성당분석 및 Hakomori 방법에 의한 메틸화 반응과 아세틸화 반응을 거쳐 FT-IR spectroscopy와 GC/MS 분석을 통하여 주된 구조를 조사한 결과 수용성 다당류의 WSP-1을 구성하는 다당류의 구조는 (1→3)글리코시드 결합된 galactan이 골격구조를 이루며, (1→5)글리코시드 결합된  $\alpha$ -L-arabinofuranosyl residues가 곁가지를 이루고 있으며, 또한 (1→6)글리코시드 결합된  $\beta$ -D-galactopyranosyl residues도 곁가지를 이룬다고 생각되었다. 그리고 (1→4)글리코시드 결합된 glucan이 존재할 수도 있었다.

수용성 다당류 WSP-2는 (1→4)글리코시드 결합된 rhamnogalacturonan과 (1→4) 또는 (1→3)글리코시드 결합된 galactan이라고 생각된다.

#### 참 고 문 헌

1. Adinolfi, M., M. M. Corsaro, L. Mangoni and M. Parrilli. 1991. Studies of an acidic polysaccharide from *Encephalartos friderici guilielmi*. *Carbohydrate Res.* 222 : 215~221
2. Bordalaye, P. C. and G. W. Hay. 1974. Structural studies on the hemicelluloses of the roots of the sugar maple. *Carbohydrate Res.* 37 : 339~350
3. Buchala, A. J. and H. Meier. 1973. A galatoglucomannan from the leaf and stem tissues of red clover (*Trifolium pratense*). *Carbohydrate Res.* 31 : 87~92
4. Buchala, A. J. and H. Meier. 1981. An ara-

- binogalactan from the fibers of cotton (*Gossypium arboreum* L.). *Carbohydrate Res.* 89 : 137~143
5. Fernandez, E. C. and M. L. Laver. 1986. Douglas-fir bark. II. Isolation and characterization of a glucomannan. *Wood & Fiber Sci.* 18(3) : 436~445
6. Gedalovich-shedletzky, E., D. P. Delmer and J. Kuijt. 1989. Chemical composition of Viscin Mucilage from three Mistletoe species-a comparison. *Annals of Botany* 64 : 249~252
7. Hamilton, J. K., E. V. Partlow and N. S. Thompson. 1960. The nature of a galatoglucomannan associated with wood cellulose from southern pine. Contribution from the Olympic Research Division, Rayonier, Inc. 82 : 453~459
8. Hashi, M., F. Teratani and K. Mitazaki. 1971. Studies on hemicelluloses. III. The structure of a galatoglucomannan from Japanese larch (*Larix leptolepis* Gord.). *J. Japan Wood Res. Soc.* 17(9) : 405~410
9. Lee, C. K. and G. R. Gray. 1987. A general strategy for the chemical sequencing of polysaccharides. *J. Am. Chem. Soc.* 110 : 1292~1293
10. Odonmazig, P., A. Ebringerova, E. Machova and J. Alföldi. 1994. Structural and molecular properties of the arabinogalactan isolated from Mongolian larchwood (*Larix dahurica* L.). *Carbohydrate Res.* 252 : 317~324
11. Sen, A. K., A. K. Das and N. Banerji. 1992. Isolation and structure of a 4-O-methyl-glucuronarabinogalactan from *Boswellia serrata*. *Carbohydrate Res.* 223 : 321~327
12. Srivastava, R. and D. K. Kulshreshtha. 1989. Bioactive polysaccharides from plants. *Phytochem.* 11 : 2877~2883
13. 이창규. 1991. 다당류의 구조결정. 농업생물공학 심포지움 : 94~125