

# 흑목이 버섯 열수추출 다당의 성분 및 구조적 특성

김현민 · 허 원 · 이신영\*

강원대학교 생물공학과

## Composition and Structural Characteristics of Polysaccharide from Hot Water Extraction of *Auricularia auricula*

Hyeon-Min Kim, Won Hur, and Shin-Young Lee\*

Department of Bioengineering and Technology, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

**Abstract** A hot-water extract from fruit body of *Auricularia auricula* was purified by ethanol precipitation and subsequent dialysis. The polysaccharide showed a typical IR spectrum similar to  $\beta$ -glucan and was composed of glucose and mannose in a molar ratio of 16.8 : 83.2 indicating that it is a glucomannan. A glucomannan-like polysaccharide was also identified from *Tremella fuciformis*. Both of the polysaccharides showed the presence of acetyl groups and presented colorimetric responses for  $\beta$ -1,4-glucomannan indicating the acetylated  $\beta$ -glucomannan similar to the typical polysaccharide found in Alocs.

**Keywords:** *A. auricula* and *Tremella fuciformis*, polysaccharide, composition, structural property

### 서 론

담자균류인 버섯은 당질, 단백질, 비타민 및 무기질과 같은 영양소를 골고루 함유하고 있을 뿐 아니라 그 특유의 맛과 향 때문에 예로부터 특별한 식품으로서 취급되어 왔다 [1]. 또, 그동안 버섯은 항종양, 항균, 항알러지, 항바이러스, 항혈소판 응집작용 등을 비롯한 면역증강이나 간보호 작용 등의 각종 생리활성을 갖는 것으로 밝혀졌고, 현재도 이의 응용 연구는 매우 활발히 진행되고 있는 실정이다 [1,2].

최근에 와서는 버섯의 주 유효성분인  $\beta$ -D-glucan을 비롯한 glucurono-xylomannan (GXM), glucomannan 등의 각종 다당체가 강력한 보습작용을 기반으로 세포 활성 및 콜라겐의 생성을 촉진함으로써 피부의 노화방지 효과를 나타내는 것으로 보고되었다. 또, UV에 의한 피부의 손상을 방지하고 염증이나 자극 등을 완화시켜줄 뿐 아니라 면역 증강 작용도 갖는 등, 다기능성을 나타내는 것으로 밝혀졌다 [3,4].

따라서 다당체를 중심으로 한 버섯의 추출물은 기능성 화장품으로의 활발한 응용도 전개되고 있으며, 이의 산업적 생산체제도 점차 확대되고 있는 실정이다. 현재 국내 화장품 시장에서는 상황버섯, 복령, 망태버섯, 눈꽃동충하초, 영지, 노루궁뎅이 버섯, 흰목이 버섯 등, 다양한 버섯 유래의 소재들이 피부노화, 보습, 미백 등의 신소재로 널리 응용되고 있다. 특히, 흰목이 버섯 (*Tremella fuciformis*)의 경우는 중국 고전에 세계 3대 미인으로 알려진 양귀비가 먹었다는 기록이 있어 미의 상징인 버섯으로 잘 알려져 있다. 수분 흡수능이 매우 뛰어난 점을 이용하여 고보습 화장품 소재로서는 물론, 항당뇨, 항혈전 효과 등으로 건강식품, 의약품 소재로도 널리 이용되고 있다 [4].

한편, 흰목이 버섯과 유사한 흑목이 버섯 (*Auricularia auricula* 또는 *Hirneola auricula*)은 이담자균 강, 목이 속의 버섯으로, 사람 귀 모양에 젤리 질감을 지녔다하여 일명 Jelly ear fungus로도 유명하다 [5]. 주로 고온성으로 산야의 활엽수가 썩은 고목에서 많이 볼 수 있고, 전 세계적으로 널리 분포하고 있으며, 특히, 야생으로는 중국, 한국, 일본 등 아시아 지역에서 다량으로 발견되고 있다 [6].

예로부터 중국요리에 없어서는 안 될 재료이며, 한약재

### \*Corresponding author

Tel: +82-33-250-6273, Fax: +82-33-243-6350

e-mail: sylee@kangwon.ac.kr

로서 각종 약리작용에 의한 민간요법제로, 그리고 여름철에 음식이 변패되는 것을 방지하는 소재 등, 다양한 용도로 이용되어 왔다 [7-9].

흑목이 버섯에 관한 그동안의 연구를 보면 목이버섯의 지방산 및 스테롤 성분 조성에 관한 보고 [10]를 비롯하여 마우스에 sarcoma 180 암세포를 이식한 후 목이버섯 추출물의 복강투여 시 항암효과가 있었다는 보고 [11], 목이버섯 메탄올 추출물이 지질과산화 및 간 손상을 억제시킨다는 보고 [12] 및 목이버섯 알코올 추출물이 돌연변이 억제 작용을 갖는다는 보고 등이 있다 [13]. 최근에는 목이버섯 열수 추출물이 당뇨쥐 (KK-Ay mice)의 혈당을 감소시키는 효과가 있음도 보고되었다 [14].

하지만 아직까지 흑목이 버섯의 이러한 생리활성에 대한 유효 성분들에 대하여는 불분명한 점들이 많고, 여러 측면에서 다른 버섯에 비해 상대적으로 알려진 바가 적어 연구 검토의 필요성이 매우 높다.

본 연구에서는 흑목이 버섯 유래의 기능성 제품화 연구의 일환으로 지금까지 체계적으로 연구된 바 없는 흑목이 버섯의 다당을 열수추출하여 정제하였고, 흰목이 버섯 다당과 비교하면서 구성당, 분자량 및 구조적 특성을 규명함으로써 기능성 소재화의 기초자료를 마련하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

본 연구의 재료는 중국 길림성 산의 건조한 흑목이 버섯이며, 중국에서 직접 구입한 것을 (주)화인코로부터 제공받아 사용하였다. 건조 시료는 분쇄기 (Hanil Co., HMF-390, Korea)로 분쇄하여 분말 (100 mesh)화하였고, desiccator에서 보관하면서 실험에 사용하였다.

### 흑목이 버섯 다당 (polysaccharide)의 추출 및 정제

흑목이 버섯의 조다당은 흑목이 버섯 건조분말을 시료로 하여 Fig. 1에서와 같이 추출하였다. 즉, 건조 분말 (100 mesh) 시료 50 g을 증류수 1 L가 담긴 추출용기에 넣고 항온수조에서 95°C로 4시간 동안 3회 환류 추출하였다. 추출액을 12,000 × g에서 20분 간 원심분리 (Super 25K, Hanil Science Industrial Co., Ltd., Korea)하였으며, 상등액을 회전진공농축기 (Eyela Co., N-N Series, Japan)로 70°C에서 1/3 정도로 농축하였다. 여기에 농축액량의 3배량 ethanol (Dae Jung Chemical & Metal Co. Ltd, Korea, 순도 95%)을 가한 다음 침전물 또는 spatular로 휘저어 감기는 gel-like 물질을 얻었다. 여기에 다시 5배량의 증류수를 첨가하고 녹인 다음, 동결 건조 (Ilshin Lab. Co., Korea, 0.5 torr, 24 h)하여 조 다당 (crude polysaccharide) 시료로 하였다. 한편, 조다당 시료는 증류수에 용해하여 2일간 투석 (Sigma Co., M.W.C.O. 12,000)

하였고, 이를 동결건조하여 정제 다당 (purified polysaccharide) 시료로 사용하였다. 모든 시료는 desiccator에 보관하면서 실험에 사용하였다.

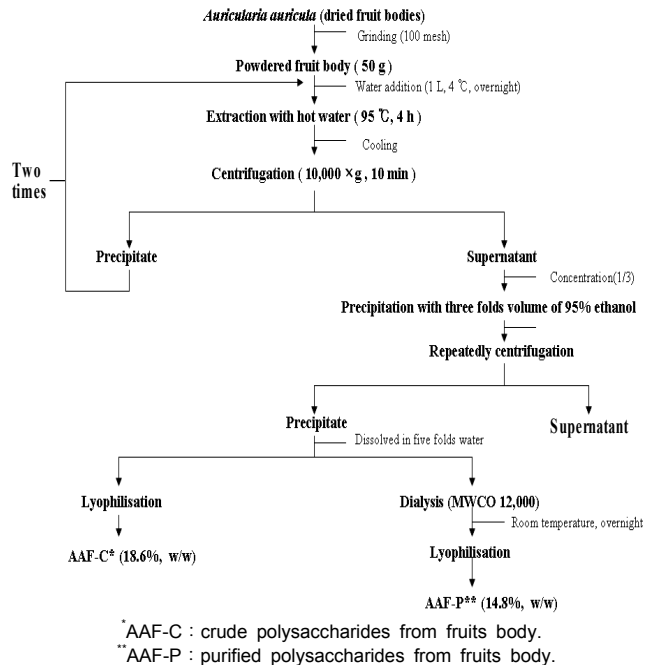


Fig. 1. Flow diagram for extraction of polysaccharides from fruit body of *Auricularia auricula*.

### 구성 성분 분석

**총 다당 함량의 측정 :** 시료의 총 다당 함량은 전당 함량과 환원당 함량의 차이로부터 계산하였다. 전당 함량은 Phenol-Sulfuric acid 법 [15]으로 분광광도계 (Spectrophotometer, Genesis 5, Milton ray, USA)를 이용하여 490 nm에서의 흡광도를 측정하였고, 환원당 함량은 DNS 법 [16]에 의해 발색한 후 570 nm에서의 흡광도를 측정하였다. 이때, 각각의 전당 및 환원당 함량은 glucose (Sigma Co.)를 이용한 표준곡선을 이용하여 산출하였다.

**단백질함량의 측정 :** 시료의 단백질 함량은 Lowry [17]에 따라 아미노산과 구리이온의 아마이드 결합에 의한 환원정도를 측정하였다. 0.5 mL의 시료를 1회용 유리 배양관에 옮기고, 각 관에 2.5 mL reagent C (1 mL의 reagent A: 0.5% cupric sulfate + 1% sodium citrate와 50 mL의 reagent B: 2% sodium carbonate + 0.4% sodium hydroxide를 혼합한 용액)를 첨가하여 vortexing 한 후, 실온에서 10분간 방치하였다. 여기에 0.25 mL의 15% Folin-Ciocalteu phenol reagent (Sigma Co. 30% assay)를 첨가한 후, vortexing하여 혼합하였다. 이 혼합물을 실온에서 30분간 방치한 후, 분광광도계 (Spectrophotometer, Milton Roy, Genesys 5, USA)를 이용하여 750 nm에서의 흡광도를 측정하였으며, albumin (Sigma Co.)을 이용한 표준곡선으로부터 단백질 함량을 구하였다.

**총 폴리페놀함량의 측정**: 시료의 총 페놀 함량은 Folin-Ciocalteu 방법 [18]에 따라 측정하였다. 10 mg/mL 농도로 시료 용액을 제조한 후, 시료용액 50  $\mu$ L에 7.5%  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  1.5 mL을 가하여 충분히 혼합하였다. 여기에 10% Folin-Ciocalteu 시약 (Wako Chemical Co.) 1.5 mL를 가하여 상온에서 30분 동안 방치하고 분광광도계 (Spectrophotometer, Milton Roy, Genesys 5, USA)로 765 nm에서의 흡광도를 측정하였다. 총 페놀 함량은 gallic acid (Kanto Chemical Co. Inc., Japan)에 의한 표준곡선을 이용하여 산출하였다.

**Glucomannan 함량의 측정**: Glucomannan의 함량은 Ebrandu 등 [19]의 비색법에 따라 측정하였다. 즉, 400  $\mu$ L의 시료를 1회용 유리 배양관에 옮기고, 각 관에 4 mL Congo red (sodium 4,4'-diphenyl-2,2'-diazo-bis-1-naphthalamino-4-sulfonate (Showa Chemicals Inc., Japan) 시약을 첨가한 후 vortexing하여 혼합하였다. 이 혼합물을 실온에서 20분간 방치한 후, 이의 흡광도를 540 nm에서 측정하였다. 이때, glucomannan의 함량은 동결건조하여 얻은 알로에 표준 다당 (aloe standard polysaccharide)을 사용한 표준곡선으로부터 구하였다.

**구성당의 분석**: 시료 다당의 구성당 조성비는 HPLC (Bio-LCM Dionex Co.)를 사용하여 다음과 같이 구하였다. 즉, 시료 3 mg을 1.5 mL microtube에 넣은 후, 2 M trifluoroacetic acid 1 mL를 넣어 녹이고, 100°C에서 4시간 동안 산 가수분해하여 완전히 monomer size로 하였다. Vacuum distillation 장치를 이용하여 용매를 완전히 제거한 후, 남아있는 시료에 1 mL 증류수를 넣고 녹였다. 이 용액을 0.2  $\mu$ m PTFE membrane으로 filtering하여 10  $\mu$ g/mL ~ 100  $\mu$ g/mL 범위 안에 오도록 희석하고 HPLC용 시료로 사용하였다. 표준물질로는 glucose, mannose 및 fucose (Sigma Co.)를 사용하였으며, column은 CarboPac™ PA10, injection volume 10  $\mu$ L 온도는 실온, flow rate 0.9 mL/min이었으며, 검출기는 PAD (Pulsed amperometric detector), 용매는 8 mM NaOH를 사용하였다.

### 분자량 및 분자량 분포 측정

분자량 분포는 GPC system (Breeze, Waters, USA)을 사용하여 수행하였다. Column은 Waters Ultrahydrogel linear 2개, Ultrahydrogel 500, 250 및 120을 사용하였고 온도는 25°C, flow rate는 0.8 mL/min이었으며, 용매는 0.02N  $\text{NaNO}_3$  (Merck)를 사용하였다. Detection은 25°C에서 RI detector를 사용하였다. Column calibration은 pullulan (Shodex standard P-82)의 각종 분자량 표준품을 사용하여 수행하였다.

### FT-IR 스펙트럼 분석

FT-IR (Fourier transformed infra red) 스펙트럼은 시료 2 mg을 함유한 KBr disc를 조제하고 3  $\text{cm}^{-1}$ 의 해상도로 Bio-Rad Model Excaliber (Cambridge, USA) 기기를 사용

하여 얻었다. 알로에 표준 다당 및 흰목이 버섯 다당을 비교 표준 시료로 사용하였으며, 흰목이 버섯 다당은 시료와 동일한 방법으로 직접 조제하여 사용하였다 (Fig. 1 참조).

### $^1\text{H}$ NMR 스펙트럼 분석

시료의 NMR (600 MHz) 스펙트럼은 실온에서 Bruker Model Avance 600 (Germany) spectrometer를 사용하여 얻었다. 이때, 시료는 10 mg을 0.7 mL  $\text{D}_2\text{O}$ 로 용해하였고, 알로에 표준 다당 및 흰목이 버섯 다당을 비교표준 시료로 사용하였다.

### 결과 및 고찰

#### 흑목이 버섯 다당의 추출, 정제 및 구성성분

분쇄한 건조 자실체의 열수 추출물을 에탄올로 재추출하여 조 다당 분획을 얻었으며, 이를 증류수에 용해한 후 다시 투석 (MWCO = 12,000~14,000 Da.)하고, 동결건조하여 부분 정제 다당을 얻었다 (Fig. 1).

Fig. 1에서 볼 수 있는 바와 같이, 조 다당은 약 18.6%, 부분 정제 다당은 14.8%의 수율을 보였다. 이들 다당은 흑갈색 분말로, 수용성이었으며, 매우 높은 점성을 나타내었고, 정제 다당의 흑갈색 선택강도는 조다당 분획보다 더 짙어지는 특징을 보였다.

한편, 흑목이 버섯으로부터 추출된 조 다당 및 부분 정제 다당 분획의 총 다당, 단백질 및 총 폴리페놀 함량을 조사한 결과는 Table 1과 같다. 총 다당의 함량은 조 다당 ( $46.27 \pm 0.56\%$ )보다 부분정제 다당 ( $76.47 \pm 0.90\%$ )에서 높은 다당 함량을 보였다. 반면, 단백질 함량은 각각  $16.92 \pm 0.43$  및  $8.23 \pm 0.07\%$ 로 낮아졌다. 따라서 투석 (MWCO; 12,000)처리에 의해 저분자 당이나 단백질이 투석되어 빠져 나가 정제됨을 보였다. 하지만 선택과 관련된 것으로 예측되는 총 폴리페놀은 조 다당에서  $0.92 \pm 0.04\%$ 로 나타난 반면, 부분정제 다당에서는  $1.36 \pm 0.06\%$ 로 조 다당 분획보다 더 높은 함량을 나타내었다. 따라서 정제 다당분획의 선택이 조다당 분획보다 더 흑갈색화된 것은 흑갈색 색소 성분으로서의 폴리페놀성분의 분자량이 사용된 투석의 배제 분자량인 12,000 이상이거나 다당 또는 단백질과 복합체를 형성하기 때문인 것으로 생각되었다.

**Table 1.** Composition of extract from fruits body of *Auricularia auricula* (% , dry basis)

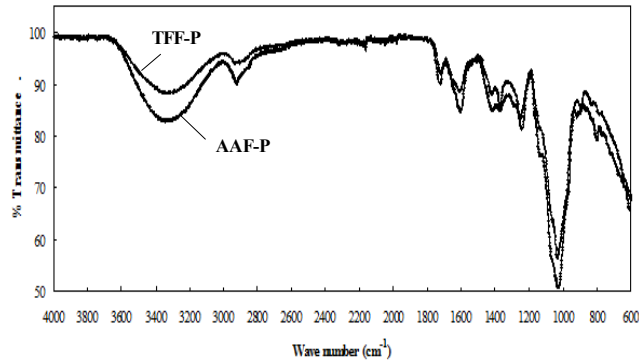
	Total polysaccharide	Crude protein	Total polyphenol
AAF-C <sup>*</sup>	$46.27 \pm 0.56$	$16.92 \pm 0.43$	$0.92 \pm 0.04$
AAF-P <sup>**</sup>	$76.47 \pm 0.90$	$8.23 \pm 0.07$	$1.36 \pm 0.06$

<sup>\*</sup> AAF-C : crude polysaccharide from fruits body of *A. auricula*.

<sup>\*\*</sup> AAF-P : purified polysaccharide from fruits body of *A. auricula*.

**FT-IR 스펙트럼 특성**

시료의 FT-IR 흡수 스펙트럼 특성을 조사한 결과는 Fig. 2 와 같다.



**Fig. 2.** FT-IR spectra of the purified polysaccharides from *Tremella fuciformis* (TFF-P) and *Auricularia auricula* (AAF-P).

그림에서 보는 바와 같이, 당 고리의 전형적인 O-H의 stretching 흡수피크가 수소결합에 의해 이동되어 나타나는 당류의 특이적인 3300~3400 cm<sup>-1</sup>에서의 강한 흡수, C-H stretching 진동이 일어나는 2900 cm<sup>-1</sup> 부근에서의 흡수가 관찰되었고, carboxyl 기가 염의 상태로 존재할 때 관찰되는 1630 cm<sup>-1</sup>에서의 흡수를 나타내었다. Carboxyl기 (이온성) 유래의 1500 cm<sup>-1</sup>부근에서의 흡수는 없었으나 carbon 산 2량체의 C=O 신축진동으로 고려되는 1700 cm<sup>-1</sup> 부근의 흡수가 관찰되어 uronic acid의 존재가 예측되었다 [20]. 특히, carboxyl 기 유래의 1730 cm<sup>-1</sup> 부근에서의 흡수와 C-H 와 C-O bending 진동이 일어나는 1000~1100 cm<sup>-1</sup>에서의 강한 흡수도 관찰되었다. 비교구인 흰목이 버섯의 다당도 동일한 peak 값을 나타내었고, 전반적으로 이들의 IR 흡수 특성은 β-glucan과 같은 전형적인 다당류의 보고된 특성과 잘 일치하였다 [20-22].

**구성당 및 조성**

시료 및 흰목이 버섯 다당의 구성당을 Bio-LC로 조사하고 얻은 chromatogram은 Fig. 3과 같다.

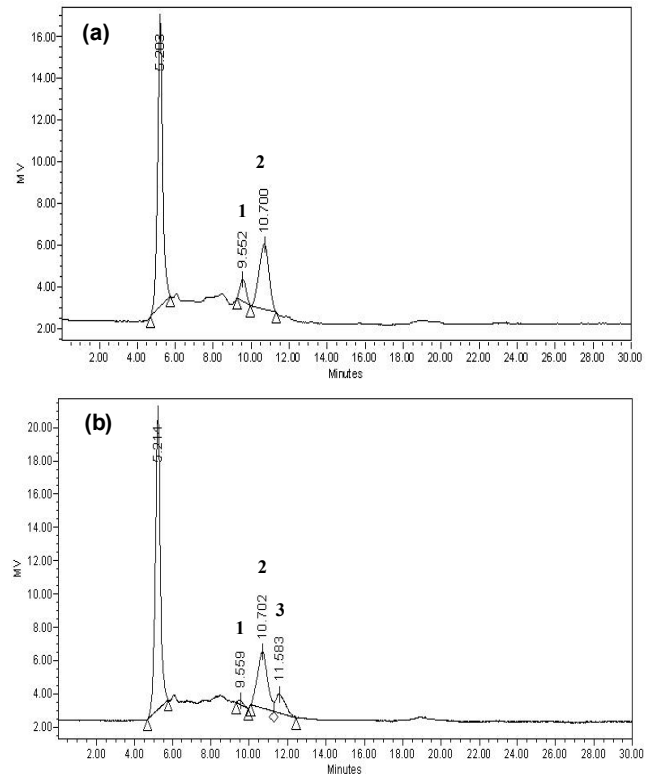
Glucose, mannose 및 fucose 등이 검출되었다. 구성당의 비를 알아보기 위해 Bio-LC chromatogram 상의 각 당의 peak의 면적을 구하여 구성당의 비율로 나타내었으며, 그 결과는 Table 2와 같다. 시료는 Glucose : mannose = 16.82 : 83.18 으로 glucomannan의 특성을 보였으며, 흰목이 버섯 다당은 Glucose : mannose : fucose = 2.78 : 73.43 : 23.79으로 나타났다.

Slodki *et al* [23]에 의하면 흰목이 버섯 다당이 1,3-mannan을 기본구조로 하여 xylose와 glucuronic acid를 포함하는 잔기로 구성되어 있다고 하였다.

**Table 2.** Monosaccharide compositions of polysaccharides from fruits body of *Auricularia auricula* and *Tremella fuciformis* (% dry basis)

	Glucose	Mannose	Fucose
AAF-P*	16.82	83.18	-
TFF-P**	2.78	73.43	23.79

\* AAF-P : purified polysaccharide from fruits body of *A. auricula*.  
 \*\* TFF-P : purified polysaccharide from fruits body of *T. fuciformis*.



**Fig. 3.** HPLC chromatogram of monosaccharide composition of polysaccharides. (a) Purified polysaccharides from fruit body of *A. auricula*: peak no. 1: glucose, 2: mannose, (b) Purified polysaccharides from fruit body of *T. fuciformis*: peak no. 1: glucose, 2: mannose, 3: fucose.

**분자량 및 분자량 분포**

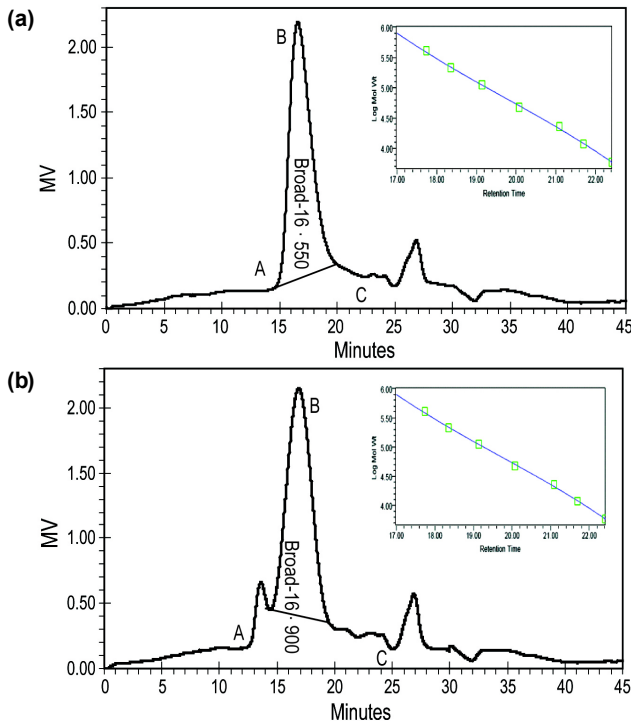
시료의 분자량 특성을 알아보기 위하여 부분 정제된 시료 다당과 비교구인 흰목이 버섯 다당을 GPC system에서 겔 여과하였으며, 그 결과는 Fig. 4와 같다.

시료 다당의 경우는 크로마토그램 상에 3개의 구별되는 영역이 존재하였다 (Fig. 4(a)). 하나는 RT = 13~20 min.에서의 peak A를 shoulder로 하는 peak B의 고분자 영역이었고, 다른 하나는 RT = 26~28 min.에서의 단일 peak C의 저분자 영역이었다. 하지만 A 및 C peak는 B peak에 비해 상대적으로 적어서 B peak가 주 고분자분획으로 생각되었다.

비교구인 흰목이 버섯 다당 (Fig. 4(b))은 흑목이 버섯과는 달리 각각 단일의 고분자 (peak B) 및 저분자 영역 (peak C)

의 두 분획의 분포를 보였다.

역시 Fig. 4의 box 안에서 볼 수 있는 바와 같이, 표준 시료 (pullulan)를 사용하여 표준곡선을 작성하고 peak B 분획의 분자량을 조사한 결과, 시료 다당 분획의  $M_n = 339.4$  kDa,  $M_w = 438.8$  kDa이었고, 이 때의 분산성은  $polydispersity = 1.29$ 의 다분산성을 나타내었다. 반면, 흰목이 버섯 다당은 B peak 분획에서  $M_n = 352.1$  kDa,  $M_w = 455.4$  kDa으로  $polydispersity = 1.29$ 이었다. 따라서 시료와 흰목이 버섯 다당의 분자량 특성은 서로 같은 것으로 판단되었다.

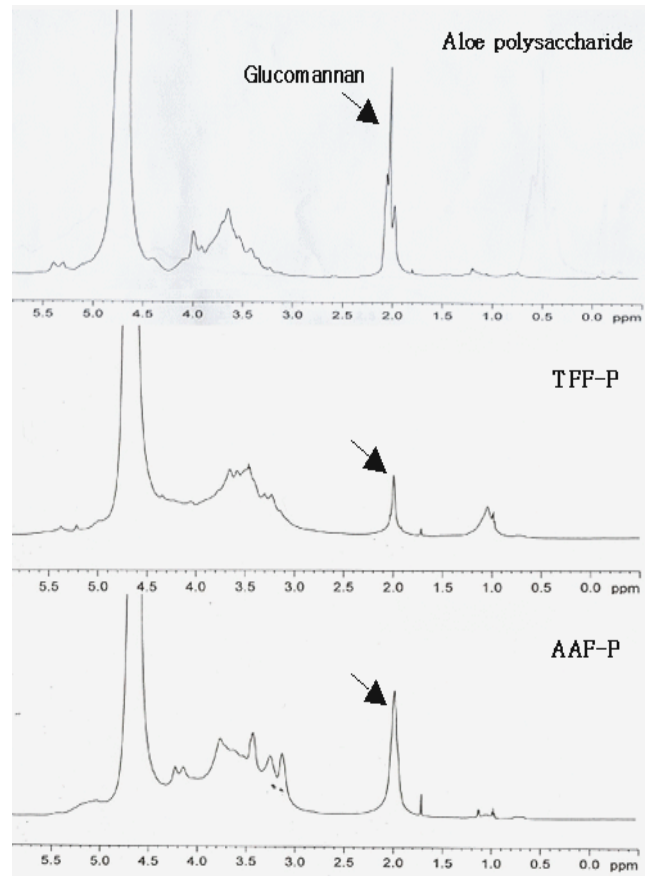


**Fig. 4.** Gel permeation chromatogram of polysaccharide from fruit body of *Auricularia auricula* (a) and *Tremella fuciformis* (b).

### $^1\text{H}$ NMR 스펙트럼 특성

부분 정제 다당의 성분 및 구조에 대한 지견을 얻기 위해  $^1\text{H}$  NMR 스펙트럼을 조사하였으며, 그 결과는 Fig. 5와 같다.

시료와 흰목이 버섯 다당 모두  $^1\text{H}$  NMR에서 아세틸 그룹의 특성적 signal (2 ppm 내외)을 나타내었다. 이는 아세틸기에 의한 알로에 베라의 fingerprint로서 고려될 수 있는 특성적 signal (2.00-2.26 ppm)과 잘 일치한다 [24]. Diehl과 Teichmüller [24]는  $^1\text{H}$  NMR이 알로에 베라겔 제조의 동질성과 품질을 평가하는 필수도구로서 이 signal은 알로에 다당인 glucomannan에 대응한다고 하였다. 또, 알로에의 glucomannan은 2, 3 혹은 6 위치에서 부분적으로 아세틸화된  $\beta$ -1,4 결합 mannan으로 알려져 있는데, 목이버섯도 알로에의 acetylated glucomannan과 유사한 특성을 보였다.



**Fig. 5.** Comparison of  $^1\text{H}$  NMR (600 MHz) spectra of Aloe polysaccharide, the purified polysaccharides from *Tremella fuciformis* (TFF-P) and *Auricularia auricula* (AAF-P).

Ebarandu 등 [19]은 glucomannan의 정량을 위한 정량적 이고도 신속한 비색법을 보고 한 바 있는데, 이 방법은  $\beta$ -1,4 결합의 mannan에 특이적인 방법이다. 따라서 이 방법으로 그 함량을 알로에의 표준 다당을 참조구로 하여, 흑목이 버섯 다당의 함량을 흰목이 버섯 다당과 함께 비교, 측정하였으며, 그 결과는 Fig. 6과 같다.

흑목이 및 흰목이의 두 다당 모두 비색되어 알로에 다당과 같은  $\beta$ -1,4-mannan의 특징을 갖는 것으로 생각되었다 [25]. 흑목이 버섯으로부터 부분정제된 다당 (1%, w/v)의 glucomannan 함량은 알로에 표준 다당의 약 80% 수준 (1,040~1,070 mg/L)인 반면, 흰목이 버섯의 경우에는 약 50% 수준 (810~840)을 보여 흑목이 다당의 glucomannan 함량이 약 1.2배 정도 더 높은 것으로 나타났다. 따라서 흑목이 버섯의 열수 추출 다당은 알로에 베라 다당과 유사한 다당으로 알로에 대체 다당으로서의 역할을 기대할 수 있다고 판단되었다.

알로에 베라의 다당은 알로에 베라의 유조직에 존재하는 다당으로 알로에의 식품, 제약 및 화장품 용도에서의 광범위한 치료적 효과와 관련되는 지표성분이다 [26].

하지만 3년 이상의 재배기간이 필요하며, 다당의 함량

은 알로에 겔의 0.5~1.0%에 불과하여 그 이용에 한계가 있었다 [27].

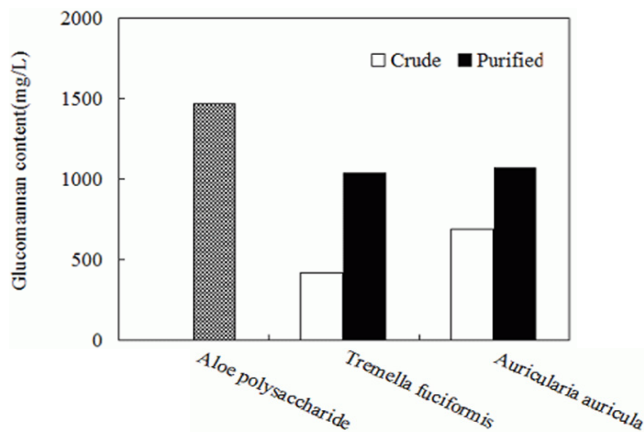


Fig. 6. Comparison of glucomannan content for Aloe polysaccharide, the partially purified polysaccharides from *Tremella fuciformis* and *Auricularia auricula* (concentration : 1% : w/v).

## 결론

흑목이 버섯 자실체로부터 열수추출, 에탄올 침전 및 투석에 의해 정제 다당을 얻었다. 14.8% (w/w)의 정제 다당을 얻었으며, 구성 성분은 총 다당 함량이  $76.47 \pm 0.90\%$ , 단백질 함량이  $8.23 \pm 0.07\%$  및 총 폴리페놀 함량이  $1.36 \pm 0.06\%$  이었다. FT-IR 스펙트럼 분석 결과, 전형적인 다당류 특성을 보이며, 흑목이 및 흰목이 버섯 다당은 서로 동일한 흡수 peak 값을 보여 구조적으로 유사한 것으로 생각되었다. HPLC를 이용한 구성당 분석에서는 흑목이 버섯 다당은 Glucose : mannose = 16.8 : 83.2로 glucomannan의 특성을 보였으며, GPC system에 의한 분자량 및 다분산성은 439 kD 및 1.29이었다. <sup>1</sup>NMR 스펙트럼을 살펴본 결과, 참조구조로 사용된 알로에 표준 다당과 동일한 acetylated glucomannan의 peak (2.0 ppm)를 나타내었다. 비교구인 흰목이 버섯 다당도 동일한 peak를 보였으며, 유효다당으로 glucomannan을 정량한 결과, 알로에 표준 다당의 약 80% 함량을 나타내었다. 따라서 시료 다당은 알로에와 유사한  $\beta$ -(1-4)-mannan의 구조를 지니는 것으로 생각되었다.

## 감사의 글

본 연구는 교육과학기술부와 한국산업기술재단에서 시행한 지역혁신인력양성사업 (2007~2009)의 지원으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

접수 : 2009년 8월 5일, 게재승인 : 2009년 12월 25일

## REFERENCES

- Ahn, D. K (1992) Medical fungi in Korea. *Kor. J. Mycol.* 20: 154-166.
- Suzuki, S. and S. Oshima (1976) Influence of Shii-ta-ke (*Lentinus edodes*) on human serum cholesterol. *Mushroom Science* a1. 463-467.
- Maeda, Y. Y. and G. Chihara (1971) Lentinan, a new immuno-accelerator of cell-mediated responses. *Nature* 229: 634.
- Chen, F. F. and D. L. Cai (2008) Research advances in primary biological effects of *Tremella* polysaccharides. *J. Chin. Integr. Med.* 6: 862-866.
- Li, S. C. (1973) *Chinese Medicinal Herbs (translated by Smith FP, Stuart GA)*. p. 272. Georgetown Press, San Francisco. USA.
- www.nul.pe.kr/mushroom/.(2002).
- Kim, S. S. and Y. S. Kim (1990) *Korean Mushrooms (in Korean)*. p. 321. Yupoong Publishing Co., Seoul.
- Kim, Y. J. (1974) *Botany of Drug Resources (in Korean)*. p. 69. Dongyoung Co., Seoul.
- Yamanaka, T. (1968) Preliminary notes on the development of the *Gyrophora esculenta* community. *J. Jap. Bot.* 43: 363.
- Nam, J. W. and Y. S. Ko (1980) A comparative study on the compositions of fatty acids and sterols of *Hirneola auricula-Judae* and *Gyrophora esculenta*. *Kor. J. Sci.* 12: 6-12.
- Lee, S. A., K. S. Chung, M. J. Shim, E. C. Choi, and B. K. Kim (1981) Studies on the antitumor components of Korean basidiomycetes (2) antitumor components of *Schizophyllum commune* and *Auricularia auricula-judae*. *Kor. J. Mycol.* 9: 25-29.
- Chang, J. S., H. J. Kim, J. T. Bae, S. H. Park, S. E. Lee, O. M. Kim, and K. R. Lee (1998) Inhibition effects of *Auricularia auricula-judae* methanol extract on lipid peroxidation and liver damage in benzo(a)pyrene-treated Mice. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 27: 712-717.
- Ham, S. S., D. H. Kim, and D. S. Lee (1997) Antimutagenic effect of methyl alcohol extracts from *Auricularia auricula* and *Gyrophora esculenta*. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 29: 1281-1287.
- Takeujchi, H., P. He, and L. Y. Mooi (2004) Reductive effect of hot-water extracts from woody ear (*Auricularia auricula-judae* Quel.) on food intake and blood glucose concentration in genetically diabetic KK-Ay mice. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.* 50: 300-304.
- Dubois, M., K. A. Gilles, J. K. Hamilton, P. A. Rebers, and F. Smith (1951) A colorimetric method for determination of sugars. *Nature* 168: 167-167.
- Miller, G. L. (1959) Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugars. *Anal. Chem.* 31: 426-428.

17. Lowry, O. H., N. J. Rosebrough, A. L. Farr, and R. J. Randall (1951) Protein measurement with the Folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.* 193: 265-275.
18. Slinkard, J. and V. L. Singleton (1977) Total phenol analysis: automation and comparison with manual method. *Am. J. Enol. Vitic.* 28: 49-55.
19. Ebarandu, A. R., G. Luta, J. A. Edwards, B. H. McAnalley, and B. Davis (2005) Quantitative colorimetric analysis of aloe polysaccharides as a measure of *Aloe vera* quality in commercial products. *J. AOAC Inter.* 88: 684-691.
20. Neely, W. B. (1957) Infrared spectra of carbohydrates. *Adv. Carbohydr. Chem.* 12: 13-33.
21. Kim, Y. H., S. K. Ahn, H. H. Suh, H. J. Kim, and B. D. Yoon (1993) The production and properties of exo-polysaccharides (POL-II) by *Bacillus sp.* LK-1. *Kor. J. Appl. Microbiol. Biotechnol.* 21: 478-485.
22. Yoo, J. Y. and D. H. Chung (1989) Cultural condition for biopolymer production by *Pseudomonas delafieldii*. *Kor. J. Appl. Microbiol. Bioeng.* 17: 468-474.
23. Slodki, M. E., L. J. Wickerham, and R. J. Bandoni (1966) Extracellular heteropolysaccharides from *Cryptococcus* and *Tremella*: A possible taxonomic relationship. *Canadian J. Microbiol.* 12: 489-494.
24. Diehl, B. and E. E. Teichmuller (1998) *Aloe vera*, quality inspection and identification. *Agro. Food. Industry Hi-Tech.* 9: 14-16.
25. Leung, M. Y. K., C. Liu, L. F. Zhu, Y. Z. Hui, B. Yu, and K. P. Fung (2004) Chemical and biological characterization of a polysaccharide biological response modifier from *Aloe vera L. var. chinensis* (Haw.). *Berg.* 14: 501-510.
26. Cha, T. Y., J. H. Baek, and S. Y. Lee (2007) Comparative study on chemical composition of Korean *Aloes* of three species according to different portions. *Food Engineering Progress* 11: 175-184.
27. Baek, J. H. (2008) *Development of Functional Materials from Aloe vera Gel Fractions with Different Molecular Sizes and their Functionality Characterization*. Ph. D. Dissertation. Kangwon National University. Chunchon, Korea.