

## 수 종 상황버섯의 조다당 분획물 조성

- 연구노트 -

박미정<sup>1</sup> · 안미정<sup>2</sup> · 김진웅<sup>3</sup> · 제금련<sup>4</sup> · 이흠숙<sup>5\*</sup>

<sup>1</sup>서울산업대학교 안경광학과, <sup>2</sup>진주산업대학교 작물생명과학과,  
<sup>3</sup>서울대학교 약학대학, <sup>4</sup>식품의약품안전청 생약평가부,  
<sup>5</sup>서울산업대학교 식품공학과

### Composition of Crude Polysaccharides in Some *Phellinus* Species

Mijung Park<sup>1</sup>, Mi-Jeong Ahn<sup>2</sup>, Jinwoong Kim<sup>3</sup>, Keum Ryon Ze<sup>4</sup> and Heum Sook Lee<sup>5\*</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Visual Optics, Seoul National University of Technology, Seoul 139-743, Korea

<sup>2</sup>Dept. of Crops Biotechnology, Jinju National University, Jinju 660-758, Korea

<sup>3</sup>College of Pharmacy, Seoul National University, Seoul 151-742, Korea

<sup>4</sup>Dept. of Herbal Medicines Evaluation, Korea Food & Drug Administration, Seoul 122-704, Korea

<sup>5</sup>Dept. of Food Science and Technology, Seoul National University of Technology, Seoul 139-743, Korea

#### Abstract

Various *Phellinus* species (Hymenochaetaceae) including *P. linteus*, *P. baumii*, *P. pini*, and *P. igniarius* of domestic and foreign products, were examined by gas chromatography to validate their composition of crude polysaccharides. The crude polysaccharide fraction, which is known to be one of the physiologically active fractions, were prepared by a cold ethanol precipitation method and the yield of the crude polysaccharide fractions of *P. linteus*, *P. baumii*, *P. pini*, and *P. igniarius* were 15.0%, 5.1%, 6.3% and 5.7%, respectively. The total monosaccharide amount of the crude polysaccharide fraction of *P. linteus* was 148.713 mg/g (dry weight of mushroom) while those of *P. baumii*, *P. pini* and *P. igniarius* were 29.022 mg/g, 29.222 mg/g and 1.546 mg/g, respectively. Although the major monosaccharide of all *Phellinus* mushrooms was glucose, there were remarkable differences in the absolute quantity of each monosaccharide. *P. linteus* included plenty of monosaccharides except mannose and ribose in comparison with *P. baumii* and *P. pini*. The absolute quantities of monosaccharides of *P. baumii* and *P. pini* were nearly similar except arabinose. The total monosaccharides of *P. igniarius* were minimal, but the portions of galactose and mannose in *P. igniarius* were greater than in the other species.

**Key words:** *Phellinus linteus*, *Phellinus baumii*, *Phellinus pini*, *Phellinus igniarius*, polysaccharide, monosaccharide composition

#### 서 론

최근 생약을 이용한 건강 기능성식품과 의약품의 개발이 활발해짐에 따라 대한약전을 비롯한 공정서에 이러한 다소 비 고가 의약품의 원료에 대한 규격을 제정하여 품질관리의 제도적인 기반을 확립하려는 연구사업이 국가적 차원에서 제기되어 진행 중에 있으며, 일반인들의 건강에 대한 인식이 고조됨에 따라 항암작용 및 면역증강작용에 대한 치료제 및 건강식품으로서 버섯의 국내산 재배품 뿐만 아니라 여러 종의 수입산 제품에 대한 관심도 증가되고 있다.

상황(*Phellinus linteus* [Berk. et. Curt] Teng)은 구멍쟁이버섯과(Hymenochaetaceae) 중의 진흙버섯속(*Phellinus*)에 속하는 목질진흙버섯을 일컫는다. 국내에서 재배되고 있

는 균종이나 수입되어 유통되고 있는 상황버섯 및 유사종은 *P. linteus*(목질진흙버섯), *P. baumii*(장수상황), *P. pini*(낙엽송참버섯), *P. igniarius*(말뚝진흙버섯), *P. gilvus*(마른진흙버섯) 등으로 분류되고 있는데, 이 중 목질진흙버섯으로 불리는 *P. linteus*가 진품으로 취급되고 있으며 항암효과와 면역증강작용이 우수하다고 알려져 있다(1-3). 그 외 국내의 상황버섯과 유사한 *Phellinus* 속 버섯 중 *P. robustus*, *P. rimosus*, *P. conchatus* 등의 외국산에 대한 생리활성 연구도 보고된 바 있다(4-6).

*Phellinus* 속의 생리활성에 대한 연구로는 다당류의 면역증강활성에 대한 연구가 대표적이며(7-11), 이를 이용한 항암활성(12,13)에 대한 연구도 보고되었다. 또한 *P. linteus*의 BNL Cl2 cell에 대한 간 보호활성(14)과 *P. rimosus*의 에탄

\*Corresponding author. E-mail: heum@snut.ac.kr  
Phone: 82-2-970-6436, Fax: 82-2-976-6460

을 추출물의 간 독성 보호작용 및 항산화활성(15)도 보고되었다. 그러나 *Phellinus* 속 버섯의 자실체에 대한 성분 연구는 드문 실정이며 최근 그 배양방법이 개발되어 균사체 배양물을 이용한 연구(11,16,17)가 많은데, 공통적으로 다당류가 대표적인 활성 성분으로 보고되었으며(18) *P. torulosus*에서 lanosterol 유도체(19)와 *P. gilvus*에서 lanostane type의 triterpenoid(20), *P. igniarius*에서 phenolic polymer(21)와 *P. linteus*의 균사체 배양물로부터의 succinic acid, *p*-hydroxyphenylacetic acid의 methyl ester, *p*-hydroxybenzaldehyde, N-acetyltyramine, 2,5-dihydroxymethylfuran(17) 등의 분리가 보고되었다. 또한 *P. tremulae*로부터 7-phenylheptan-3-ones(22)와 sesquiterpenoid인 tremulanes(23), *P. linteus*의 균사체 배양물로부터 ergosterol, 4-(4-hydroxyphenyl)-3-butene-2-one, protocatechuic acid, protocatechuic aldehyde 등(24)의 분리가 보고된 바 있다.

그러나 이런 관심과 연구결과에도 불구하고 국내에서 자생하는 상황버섯과 유사한 여러 종류의 근연종 및 외국에서 수입되는 상황버섯의 종류도 날로 늘어나고 있는 현 상황에서 그들에 대한 형태와 기타 정보에 의한 분류 및 약효를 비롯한 성분에 대한 연구는 여전히 미비한 실정이다. 이에 본 연구에서는 국내에서 상황버섯으로 유통되고 있는 4종의 *Phellinus* 속 버섯들의 조다당 분획물을 제조하고 그 다당체를 가수분해하여 다당체를 조성하고 있는 단당의 구성에 대하여 조사하여 생리활성분획인 조다당 분획물의 종 간의 차이를 알아보았다.

## 재료 및 방법

### 재료 및 시약

본 연구에 사용한 재료인 4종의 상황버섯은 PCR에 의해 분류된 시료로 국내 버섯재배농원에서의 *P. linteus*와 *P. baumii*의 균사체배양물과 북한산인 *P. igniarius* 및 경동시장에서 유통되고 있는 중국산 *P. pini*이었다. 표품으로 사용한 ribose, xylose, rhamnose, arabinose, glucose, galactose, mannose, glucuronic acid, fructose, 내부표준물질인 erythritol, myoinositol은 모두 Sigma사(USA)의 제품을 사용하였으며, 그 외의 시약은 Tokyo Kasei(Japan), Fluka(Japan), 덕산약품(Korea)의 특급 시약을 사용하였다. 가스크로마토그래피에는 Hewlett Packard사(USA)의 HP 6890 Series Plus를 사용하였다.

### 조다당 분획의 제조

조다당 분획은 에탄올 침전법으로 제조하였다(8). 각 시료 10 g을 취하여 12시간씩 3회 열수추출하여 여과한 후 감압농축기로 농축하여 농축액에 4°C로 미리 냉각시켜 둔 90% 에탄올을 3배 정도 가하여 다당의 분획을 침전시키고 원심분리하여 잔사를 취한 후 다시 3회 반복하여 냉 에탄올 처리하고 원심분리하여 조다당 분획을 제조하였다.

### 당의 가스 크로마토그래피

조다당 시료 각 50 mg을 정확히 취하여 0.1 N HCl을 가하고 100°C에서 1시간 동안 가수분해하였다. 시료를 Ag<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>로 중화한 다음 N<sub>2</sub> 가스로 용매를 제거하였고 클로로포름과 물로 분획하여 물층을 취한 후 다시 N<sub>2</sub> 가스로 물을 제거하였다. 이렇게 얻은 가수분해산물에 대하여 chlorotrimethylsilane과 hexamethyldisilazane으로 trimethylsilylation한 후 가스 크로마토그래피를 실시하였다. 가스 크로마토그래피 컬럼은 J & W Scientific사(USA)의 30 m×0.25 mm ID, DB-1, 0.25 μL(film thickness) 컬럼을 사용하였다. 컬럼의 온도는 150°C에서 5분간 유지한 후 280°C까지 분당 5°C씩 증가시켰다. Carrier gas로는 He(45 mL/min)를 사용하였고 검출기로는 FID를 사용하였다. Injector의 온도는 250°C로, detector의 온도는 300°C로 하였다. 내부표준물질로는 erythritol과 myoinositol을 사용하였다.

오탄당 표품으로 ribose, xylose, rhamnose, arabinose를 사용하고 육탄당 표품으로는 glucose, galactose, fructose, mannose, glucuronic acid 등을 사용하여 sample peak의 retention time과 넓이를 계산하여 정성 및 정량분석을 행하였다.

## 결과 및 고찰

### *Phellinus*속 종 간의 조다당 분획물 취득률 및 총 당 함량의 차이

4종의 *Phellinus* 속 버섯의 조다당 분획물을 얻기 위해 열수 추출 후 에탄올 냉침을 하였다. 에탄올 냉침 후의 조다당 분획물의 취득률은 버섯 건조 중량당으로 계산하여 *P. linteus* 15.0%, *P. baumii* 5.1%, *P. pini* 6.3%, *P. igniarius* 5.7%로 *Phellinus* 종에 따라 차이가 있었다(Table 1). 즉, *P. linteus*의 경우 다른 종의 약 3배에 달하는 조다당 분획물 취득률을 나타내는 것으로 밝혀졌다. 그러나 *P. baumii*, *P. pini* 및 *P. igniarius*의 취득률은 거의 유사하였다.

생리활성이 강한 것으로 알려져 있는 조다당 분획물의 차이를 비교하고자 각 조다당 분획물을 산가수분해한 후 가스 크로마토그래피를 이용하여 다당을 구성하고 있는 단당을 분석하여 보았다. *Phellinus* 속 버섯의 단당 조성은 먼저 표품인 ribose, xylose, rhamnose, arabinose, glucose, galactose, mannose, glucuronic acid, fructose를 가스 크로마토

Table 1. The yield of crude polysaccharides in *Phellinus* species

Sample	Sample amount (g)	Crude polysaccharide amount (g)	Yield of crude polysaccharides (%)
<i>P. linteus</i>	10.0	1.50	15.0
<i>P. baumii</i>	10.0	0.51	5.1
<i>P. pini</i>	10.0	0.63	6.3
<i>P. igniarius</i>	10.0	0.57	5.7

그래피를 하여 표품의 peak를 확인하고 *Phellinus* 속 버섯 조다당 분획물의 산가수분해물 retention time과 peak의 넓이를 계산하여 정성 및 정량 분석을 하였다.

버섯의 조다당 분획물에 함유되어 있는 당은 총 함유량에서부터 버섯에 따라 큰 차이가 있었다. 대표적인 상황버섯으로 알려져 있으며 항암작용과 면역증강작용과 같은 많은 생리활성을 가진 것으로 보고되어 있는 *P. linteus*의 경우 조다당 분획물에 함유되어 있는 당은 버섯 건조 중량당으로 계산하여 모두 148.713 mg/g이었으나, *P. baumii*는 29.022 mg/g, *P. pini*는 29.222 mg/g, *P. igniarius*는 1.546 mg/g이었다. 즉, *P. linteus*의 당 함유량은 버섯의 14.9%에 이르렀으나, *P. baumii* 및 *P. pini*는 *P. linteus*의 약 1/5의 당을 함유하고 있었으며, *P. igniarius*는 *P. linteus*의 1/100 정도만을 함유하고 있었다(Table 2). *P. igniarius*의 경우 조다당 분획물을 얻기 위해 행한 에탄올 냉침과정까지는 *P. baumii* 및 *P. pini*와 유사한 양의 조다당 분획물이 얻어졌으나(Table 1), 산가수분해 후 가스크로마토그래피로 당의 함유량을 측정된 결과, 조다당 분획물에 함유된 당의 양이 크게 적어 건조 중량당 0.2% 미만의 당을 함유하고 있는 것으로 밝혀졌다.

*P. linteus*에서 분리된 다당류는 T 세포의 증식을 자극하고, B 세포의 activator로 작용하는 면역증강작용을 가지며, 암세포의 성장과 전이를 저해하는 것으로 알려져 있다(2,6-8,10,15). 또한 항암작용을 나타내는 것이 직접적으로 암세포를 공격하는 cytotoxicity에 의한 것은 아니며 면역증강작용에 의해 나타나는 결과로 여겨져 부작용이 적은 항암 치료제로 사용될 가능성이 있음을 시사하는 연구(22)가 보고되고 있다. 또한 다른 *Phellinus* 속 버섯의 다당성분 역시 항암작용, 면역증강작용 외에 당뇨병위에서의 상처 치유 능력의 강화, 혈압강하 작용, 소염작용들이 있다고 알려져 있어(22-28) *Phellinus* 속 버섯의 생리활성에 다당류가 매우 중요한 역할을 함을 알 수 있다. 따라서 본 연구 결과에서 밝힌 중간 조다당 함량의 차이는 이들 버섯간의 생리활성에도 커다란 차이를 초래할 가능성이 높음을 의미하는 것으로 이들 4종의 *Phellinus* 속 버섯이 생리활성 비교 연구 없이

모두 국내에서 상황버섯으로 별다른 규제 없이 사용되고 있는 현실정에서 이들 종간의 생리활성의 차이에 대한 연구가 시급하게 필요하리라 사료된다.

#### *Phellinus* 속 버섯의 조다당 분획물에 함유된 단당의 함량과 그 구성비의 비교

*Phellinus* 속 버섯의 조다당 분획물에 함유되어 있는 각 단당의 함량은 각 당에 따라 차이가 있었으나, 4종의 *Phellinus* 속 버섯 모두에서 glucose의 함량이 월등하게 많아 주된 단당성분은 glucose라는 것을 알 수 있었다(Table 2). *P. linteus*에 함유되어 있는 당은 glucose 142.780 mg/g, galactose 1.898 mg/g, fructose 1.271 mg/g, mannose 0.997 mg/g, 그 외 다른 당의 함량은 0.222~0.641 mg/g로 glucose가 *P. linteus* 조다당 분획물의 구성 당 전체의 96.0%에 이르렀다. *P. baumii*, *P. pini* 및 *P. igniarius*도 glucose 함량이 다른 당에 비해 월등히 많다는 점에서는 같은 결과를 보였으나, 함유되어 있는 glucose의 함량은 다소 차이가 있어 *P. baumii*와 *P. pini*는 glucose의 함량이 각각 *P. linteus*의 약 18%이었고, *P. igniarius*는 0.8%에 불과하였다(Table 2). *P. linteus*는 mannose와 ribose가 *P. baumii*와 *P. pini*보다 적은 양이 함유되어 있는 것을 제외하고는 그 외의 모든 단당을 월등하게 많이 함유하고 있었다. *Phellinus* 속 버섯의 생리활성 연구에서 arabinose, xylose, galactose, glucuronic acid 및 mannose로 구성되어 있는 다당분획이 B-임파구를 활성화하는 것으로 보고되고 있어(9) 본 연구에서 밝혀진 바와 같이 이들 당의 함량이 많은 *P. linteus*의 경우에도 이들 성분들의 함유량이 많아 생리활성이 크게 나타날 수 있으리라 사료된다.

*P. baumii*와 *P. pini*는 mannose와 ribose의 함량이 *P. linteus*와 유사하거나 더 많았으며, 특히 ribose의 경우는 거의 1.5배 정도나 많은 양을 함유하고 있었다(Table 2). *P. baumii*와 *P. pini*는 arabinose를 제외하고는 거의 모든 단당의 함량이 유사하였다. 이는 두 종의 버섯의 TLC 패턴이 매우 유사하여 구분하기 어렵다는 32종의 *Phellinus* 속 버섯의 이화학적 규격연구 논문(29)의 결과와 종합하여 볼 때

Table 2. The composition of monosaccharides included in crude polysaccharide fractions of *Phellinus* species (mg/g<sup>1)</sup>(%)

	<i>P. linteus</i>	<i>P. baumii</i>	<i>P. pini</i>	<i>P. igniarius</i>
Arabinose	0.183±0.002 <sup>2)</sup> (0.1)	0.072±0.005 (0.2)	0.020±0.000 (0.1)	0.004±0.000 (0.3)
Fructose	1.271±0.234 (0.9)	0.198±0.006 (0.7)	0.236±0.026 (0.8)	0.035±0.004 (2.2)
Galactose	1.898±0.075 (1.3)	0.769±0.015 (2.6)	1.010±0.003 (3.5)	0.108±0.007 (7.0)
Glucose	142.780±0.555 (96.0)	25.875±0.161 (89.2)	25.638±0.505 (87.7)	1.169±0.091 (75.6)
Glucuronic acid	0.344±0.016 (0.2)	0.244±0.015 (0.8)	0.265±0.004 (0.9)	0.026±0.001 (1.7)
Mannose	0.997±0.001 (0.7)	1.050±0.006 (3.6)	1.205±0.007 (4.1)	0.135±0.005 (8.7)
Rhamnose	0.641±0.115 (0.4)	0.335±0.016 (1.2)	0.332±0.002 (1.1)	0.018±0.001 (1.2)
Ribose	0.222±0.029 (0.1)	0.362±0.015 (1.3)	0.331±0.002 (1.1)	0.033±0.001 (2.1)
Xylose	0.377±0.020 (0.3)	0.117±0.007 (0.4)	0.185±0.006 (0.6)	0.018±0.001 (1.2)
Total	148.713 (100.0)	29.022 (100.0)	29.222 (100.0)	1.546 (100.0)

<sup>1)</sup>unit: (monosaccharide amount)/(g dry weight of *Phellinus* species).

<sup>2)</sup>The values represent the mean±SD for triplicate experiments.

다당 분획물의 조성뿐만 아니라 다른 구성성분들도 *P. baumii*와 *P. pini*의 경우에 상당히 유사할 것으로 생각되며, 이들의 생리활성 또한 유사할 가능성이 크다고 사료되어 이에 대한 연구를 현재 수행 중에 있다.

*P. igniarius*는 glucose의 함량이 *P. linteus*의 1/10에도 못 미쳤으며, 그 외 다른 당들도 *P. linteus*는 물론 *P. baumii*나 *P. pini*와 비교하였을 때도 크게 적었다. 단지 *P. igniarius*에 함유되어 있는 총 단당 중 galactose는 7.0%, mannose는 8.7%로 다른 *Phellinus* 속 버섯에 비하여 적어도 2배 이상 함량이 높았다. 이상의 결과에서처럼 각 종마다 함유하고 있는 당의 조성비가 상이하였으며, 이러한 결과는 각 종간의 생리활성의 차이와 당의 조성과의 상관관계를 밝히는 기초 자료로 사용될 수 있을 뿐만 아니라, 다양한 종류의 상황버섯이 국내산, 북한산, 외국산들이 혼용되어 사용되고 있는 현 시점에서 이들의 당 조성의 차이를 이용한 분류에도 이용될 수 있으리라 사료된다.

## 요 약

본 연구는 국내에서 재배되거나 수입되어 유통되는 4종 *Phellinus* 속 버섯(구멍쟁이버섯과)의 조다당 분획물의 조성을 비교함으로써 각 종간의 차이에 의한 성분조성의 차이를 검토하기 위하여 수행되었다. 상황버섯의 활성 분획 중의 한 유효성분인 조다당 분획물을 에탄올 냉침법으로 제조한 결과, 조다당 분획물의 취득률은 *P. linteus* 15.0%, *P. baumii* 5.1%, *P. pini* 6.3%, *P. igniarius* 5.7%로 *Phellinus* 종에 따라 차이가 있었다. 또한, 그 다당체를 조성하고 있는 단당의 함유량도 버섯의 종에 따라 큰 차이를 보였다. 즉, *P. linteus*의 경우, 건조중량 1 g 당 함유된 당의 총량은 148.713 mg/g이었으나, *P. baumii*는 29.022 mg/g, *P. pini*는 29.222 mg/g으로 *P. linteus*의 약 1/5 정도의 당 함유량을 나타냈으며, *P. igniarius*는 *P. linteus*의 1/100 정도인 1.546 mg/g의 당을 함유하고 있었다. 모든 *Phellinus* 속 버섯에서 glucose의 함량이 월등하게 많았으며, 함유되어 있는 각 단당들의 절대량은 종에 따라 차이가 있었다. *P. linteus*는 mannose와 ribose가 *P. baumii*와 *P. pini*보다 적은 양이 함유되어 있는 것을 제외하고는 그 외의 모든 단당을 월등하게 많이 함유하고 있었다. *P. baumii*와 *P. pini*는 arabinose를 제외하고는 거의 모든 단당의 함량이 유사하였다. *P. igniarius*는 거의 모든 당의 절대량이 다른 *Phellinus* 속 버섯에 비하여 매우 적었다.

## 문 헌

- Kim GY, Lee JY, Lee JO, Ryu CH, Choi BT, Jeong SC, Choi YH. 2006. Partial characterization and immunostimulatory effect of a novel polysaccharide-protein complex extracted from *Phellinus linteus*. *Biosci Biosci Biotechnol Biochem* 70: 1218-1226.
- Han SB, Lee CW, Kang JS, Yoon YD, Lee KH, Lee K, Park SK, Kim HM. 2006. Acidic polysaccharide from *Phellinus linteus* inhibits melanoma cell metastasis by blocking cell adhesion and invasion. *Int Immunopharmacol* 6: 697-702.
- Li G, Kim DH, Kim TD, Park BJ, Park HD, Park JI, Na MK, Kim HC, Hong ND, Lim K, Hwang BD, Yoon WH. 2004. Protein-bound polysaccharide from *Phellinus linteus* induces G2/M phase arrest and apoptosis in SW480 human colon cancer cells. *Cancer Lett* 216: 175-181.
- Ohtsuka S, Uneo S, Yoshikumi C, Hiroshi F, Ohmura Y, Wada T, Fujii T, Takahashi E. 1977. Polysaccharides and methods for producing it. *US Patent* 4,051,314.
- Ajith TA, Janardhanan KK. 2003. Cytotoxic and antitumor activities of a polypore macrofungus, *Phellinus rimosus* (Berk) Pilat. *J Ethnopharmacol* 84: 157-162.
- Oh GT, Han SB, Kim HM, Han MW, Yoo ID. 1992. Immunostimulating activity of *Phellinus linteus* extracts to B-lymphocyte. *Arch Pharm Res* 15: 379-381.
- Ren G, Liu XY, Zhu HK, Yang SZ, Fu CX. 2006. Evaluation of cytotoxic activities of some medicinal polypore fungi from China. *Fitoterapia* 77: 408-410.
- Lee JH, Cho SM, Song KS, Hong ND, Yoo ID. 1996. Characterization of carbohydrate-peptide linkage of acidic heteroglycopeptide with immuno-stimulating activity from mycelium of *Phellinus linteus*. *Chem Pharm Bull* 44: 1093-1095.
- Song KS, Cho SM, Lee JH, Kim HM, Han SB, Ko KS, Yoo ID. 1995. B-Lymphocyte-stimulating polysaccharide from mushroom *Phellinus linteus*. *Chem Pharm Bull* 43: 2105-2108.
- Kim HM, Han SB, Oh GT, Kim YH, Hong DH, Hong ND, Yoo ID. 1996. Stimulation of humoral and cell mediated immunity by polysaccharide from mushroom *Phellinus linteus*. *Int J Immunopharmacol* 18: 295-303.
- Lee JH, Cho SM, Song KS, Han SB, Kim HM, Hong ND, Yoo ID. 1996. Immunostimulating activity and characterization of polysaccharides from mycelium of *Phellinus linteus*. *J Microbiol Biotech* 6: 213-218.
- Park KM, Lee BW. 1998. Extraction and purification of antitumor protein-bound polysaccharides from mycelia of *Lentinus edodes*. *Korean J Food Sci Technol* 30: 1236-1242.
- Han SB, Chang WL, Jeon YJ, Hong ND, Yoo ID, Yang K, Kim HM. 1999. The inhibitory effect of polysaccharides isolated from *Phellinus linteus* on tumor growth and metastasis. *Immunopharmacology* 41: 157-164.
- Kang TH, Kim DH, Ko YS, Kim EC, Kim YC. 1995. The protective effects of the water extracts of herbal medicine of BNL C12 cells. *Kor J Pharmacog* 30: 222-225.
- Ajith TA, Janardhanan KK. 2002. Antioxidant and anti-hepatotoxic activities of *Phellinus rimosus* (Berk) Pilat. *J Ethnopharmacol* 81: 387-391.
- Han MW, Ko KS, Chung KS. 1995. Liquid cultivation of *Phellinus linteus* mycelium and preparation of antitumor and immunostimulating substance. *Korea Patent* Open No. 95-7860.
- Song KS, Cho SM, Ko KS, Han MW, Yoo ID. 1994. Secondary metabolites from the mycelium culture broth of *Phellinus linteus*. *Agric Chem Biotechnol* 37: 100-104.
- Sasaki T, Arai Y, Ikekawa T, Chihara G, Fukuoka F. 1971. Antitumor polysaccharides from some *Polyporaceae*, *Ganoderma applanatum* and *Phellinus linteus*. *Chem Pharm Bull* 19: 821-826.
- Gonzalez AG, Exposito TS, Toledo Marante FJ, Perez

- MJM, Tejera EB, Bermejo Barrera J. 1994. Lanosterol derivatives from *Phellinus torulosus*. *Phytochemistry* 35: 1523-1526.
20. Ahmad S, Hussain G, Razaq S. 1976. Triterpenoids of *Phellinus gilvus*. *Phytochemistry* 15: 2000.
21. Kirk TK, Lorenz LF, Larsen MJ. 1975. Partial characterization of a phenolic pigment from sporocarps of *Phellinus igniarius*. *Phytochemistry* 14: 281-284.
22. Serck-Hanssen K, Wikstrom C. 1978. Novel 7-phenylheptan-3-ones from the fungus *Phellinus tremulae*. *Phytochemistry* 17: 1678-1679.
23. Ayer WA, Cruz ER. 1993. The tremulanes, a new group of sesquiterpenes from the aspen rotting fungus *Phellinus tremulae*. *J Org Chem* 58: 7529-7534.
24. Kim SH, Lee HS, Lee S, Cho J, Ze K, Sung J, Kim YC. 2004. Mycelial culture of *Phellinus linteus* protects primary cultured rat hepatocytes against hepatotoxins. *J Ethnopharmacol* 95: 367-372.
25. Park SK, Kim GY, Lim JY, Kwak JY, Bae YS, Lee JD, Oh YH, Ahn SC, Park YM. 2003. Acidic polysaccharides isolated from *Phellinus linteus* induce phenotypic and functional maturation of murine dendritic cells. *Biochem Biophys Res Commun* 312: 449-458.
26. Bae JS, Jang KH, Yim H, Park SC, Jin HK. 2005. Inhibitory effects of polysaccharides isolated from *Phellinus gilvus* on benzo(a)pyrene-induced forestomach carcinogenesis in mice. *World J Gastroenterol* 11: 577-579.
27. Bae JS, Ahn SJ, Yim H, Jang KH, Jin HK. 2005. Prevention of intraperitoneal adhesion and abscesses by polysaccharides isolated from *Phellinus* spp. in a rat peritonitis model. *Ann Surg* 241: 534-540.
28. Bae JS, Jang KH, Park SC, Jin HK. 2005. Promotion of dermal wound healing by polysaccharides isolated from *Phellinus gilvus* in rats. *J Vet Med Sci* 67: 111-114.
29. Cho MJ, Park M, Kim YC, Ze KR, Lee HS. 2005. Chemical standardization of *Phellinus* species. *Kor J Pharmacogn* 36: 65-69.

(2006년 9월 1일 접수; 2006년 11월 30일 채택)