

## $\beta$ -glucan 함량과 관능검사를 통한 상황버섯 품질기준 모색

신용욱<sup>\*#</sup>

경남과학기술대학교 농학·한약자원학부

### Exploring the quality standard of *Phellinus* spp through $\beta$ -glucan content and sensory evaluation

Yong-Wook Shin<sup>\*#</sup>

Department of Agronomy & Medicinal Plant Resources, Gyeongnam national University of Science and Technology, Jinju 52725, Republic of Korea

#### ABSTRACT

**Objective** : *Phellinus* spp. mushroom is an object of interest because it has excellent anticancer effect. Owing to the similarities in the morphology, *Phellinus linteus* and *Phellinus baumii* are often used as same Sang Hwang Mushroom in the Korean market. The quality control for mushrooms is needed because there are many differences in the efficacy according to cultivation method and cultivation area. Therefore, a reliable authentication method of these herbal medicine is necessary to compare and measure the amount of beta-glucan which is known to have a hypoglycemic effect, from the mushrooms collected in various regions

**Methods** : 7 samples of medicinal mushrooms supplying *phellinus* spp. were collected in Korea, China and Cambodia. We investigated the hardness, colors, extract ratio,  $\alpha$ -amylase and  $\alpha$ -glucosidase inhibitory activities, glucose transporter 4 (GLUT-4) expressions of water extracts from *Phellinus* spp and also MTT assay were examined for cell toxicity.

**Results** : The results revealed that *Phellinus* spp. water Ext. inhibited  $\alpha$ -glucosidase activity, glucose transporter 4 (GLUT-4), the key insulin signaling pathway transcription factor, was remarkably increased by the *Phellinus baumii* water extract

**Conclusions** : These results suggest that The more yellowish the mushroom is, the lower the hardness, the more the content of  $\beta$ -glucan is proportional. Because the more  $\beta$ -glucan, the greater the effect of hypoglycemia, compared to the hypoglycemic effect, *Phellinus Baumii* grown at hanging on selves for 7 month in the green house is the best.

**Key words** : PHELLINUS BAUMII, QUALITY CONTROL,  $\beta$ -GLUCAN, HYPOGLYCEMIC EFFECT

## I. 서론

상황버섯은 《동의보감》 탕액편 채부에 桑耳(상이/뽕나무 버섯)로 전해지며 약성은 평하고 腸風으로 瀉血하는 것과 부인의 心腹痛, 崩中, 漏下赤白을 개선하는 것으로 알려져 있다<sup>1)</sup>.

상황버섯 중 대표적인 것은 목질진흠버섯으로 *Phellinus linteus* 라는 학명으로 알려져 있으나 국내의 대표적인 재배

종은 상수리나무 배양원목을 사용하는 바우미 상황버섯 (*Phellinus baumii*)으로 전체 상황 재배 농가의 98% 이상을 차지하고 있다<sup>2)</sup>. 바우미 상황버섯이 주목을 이루는 이유로는 *Phellinus* 속 버섯의 인공재배시 다양한 나무를 기질로 사용하여 1년간 재배를 비교할 경우 버섯의 발생량을 비교하면 상수리 나무 > 오리나무 > 밤나무 > 뽕나무 순<sup>3)</sup>으로 나타나 뽕나무를 기질로 재배하면 상황버섯 수확량이 상수리나무에 비해 현저히

\*#Corresponding author and First author : Yong-Wook Shin, Department of Agronomy & Medicinal Plant Resources, Gyeongnam national University of Science and Technology, Jinju 52725, Republic of Korea.

· Tel : +82-55-751-3226 · Fax : +82-55-751-3229 · E-mail : ywsynn@gntech.ac.kr

· Received : 12 June 2017 · Revised : 28 June 2017 · Accepted : 15 July 2017

적기 때문에 대부분의 상황버섯 재배농가는 대부분 상수리나무를 기질로 재배하고 있어 동의보감에 뽕나무버섯이라는 말이 무색해지고 있으며 실제로 농가에서는 뽕나무를 기질로 사용할 경우 성장속도가 더더서 기피되고 있는 현실이다. 또한 같은 바우미 상황버섯이지만 기질로 쓰는 나무의 배치 위치에 따라 지면재배 (The method of burying log into the soil) 와 지상재배 (The method of hanging log on the shelves in the house) 로 나뉜다. 지상재배는 투자비와 노동력 투입이 많지만, 수익은 그보다 더 높다는 것을 확인할 수 있다. 즉, 4년간 생산량을 보면 지면재배는 100평당 2,720kg 을 생산한데 비해 지상재배는 7,788kg 를 생산하여 평균 2.86배 많은 수확량<sup>4)</sup>을 얻으므로 실제 대부분의 농가에서 지상재배법을 이용한다.

재배지역별로 재배방법이 상이하기도 하여 산지별 상황버섯의 색상이 다르기도 하는데 이것은 지면재배와 지상재배의 차이로 여겨진다. 국내산 산지가 다른 상황버섯의 향기성분을 비교한 연구결과에서 부산(어두운 갈색), 진주(갈색~황금색), 제주(진한 노란색) 등 국내재배 상황버섯은 공통적으로 carotenoid계의 색소를 함유하는 것으로 밝혀졌으며 상대적으로 황색이 적은 부산산 상황버섯의 경우 phytol 함량이 황색 색상이 가장 진한 제주산에 비해 8배 많은 것<sup>5)</sup>으로 알려지며 상황버섯의 황색색소와 특정 성분과의 관련성을 보고한 바 있다.

한편, 국내에 유통되고 있는 상황버섯은 국내산 바우미 상황버섯(*Phellinus baumii*)이외에도 중국산 및 캄보디아산이 유통되고 있다. 산지별 상황버섯의 약리작용을 비교하기 위해 그간 여러 연구가 시행되어졌다. 즉, 면역조절작용을 비교하기 위해 상황버섯 균역을 통한 GM-CSF의 유전자 발현 과 IL-4의 발현을 비교한 결과 국내산이 중국산에 비해 더욱 증가되었고 IFN- $\delta$ 는 중국산이 더욱 증가한 것으로 밝혀져 지역별로 면역조절효과의 차이가 있음<sup>6)</sup>을 알 수 있다. 면역조절작용 이외에 피부의 주름개선작용에 대해서 캄보디아산 상황버섯 에탄올 추출물이 collagenase 의 활성을 저해하여 collagen의 분해를 막아 피부의 주름을 개선하는 것<sup>7)</sup>으로 보고된 바 있다. 이를 종합하면 상황버섯이 생산되는 국가별로 효능이 차이가 남을 알 수 있다. 따라서 국내산과 수입산과의 품질관리를 위한 방법이 필요한 것이 현실이다. 국내 유통되고 있는 상황버섯의 품질관리를 위해 시행된 연구결과에서 국내 자생 *Phellinus* 속 버섯 및 수입품 시료의 TLC 패턴실험을 행한 것을 근거로 sterol 성분은 에텔 엑스에서 주로 확인되고 phenol성 성분은 주로 에탄올에서 확인되므로, 이 결과로부터 분획을 통하여 TLC 패턴실험으로도 *Phellinus*속 시료의 산지 및 기원에 대한 정보를 얻을 수 있음을 시사<sup>8)</sup>한 바 있다. 하지만 상황버섯의 효능은 다당체에 있다는 것이 공통된 결론이며 이 중에서  $\beta$ -glucan<sup>9)</sup>에서 기대할 수 있는 혈당강하작용을 비교의 근거로 하여 산지별, 재배방법별 상황버섯의 약리비교에 대한 연구는 보고된 바가 없으므로 이에 본 연구에서는 먼저, 산지별, 재배방법(지면/지상 재배)에 따른  $\beta$ -glucan을 정량하여 비교하고 상황버섯의 재배방법에 따라 차이나는 정도와  $\beta$ -glucan의 상관성을 검토 하고 상황버섯의 색상과 에텔·에탄올·물 엑스함량을 비교함을 통해 상황버섯의 관능검사기준을 제시하고자 한다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 재료

#### 1) 기기 및 시약

본 연구에 사용된 상황버섯은 산청지리산 상황버섯에서 재배(국내산) 및 수집(중국 및 캄보디아산)하여 제공한 것으로 상황버섯 분말 50g에 10배의 증류수를 가하여 2 시간 동안 환류 추출하고 전액을 여과지로 여과한 후 여과액을 Rotary evaporator로 감압농축한 후 동결건조를 통하여 물추출물 건조분말을 제조하였다. 제조된 분말은 냉장보관하면서 실험에 사용하였다. 국내산 지면 7개월 재배품 (B7), 국내산 지상 7개월 재배품(H7), 국내산 지상 18개월 재배품(H18), 국내산 지상 31개월재배품(H31), 중국수집중(CH), 캄보디아 수집중(CB)의 물추출수율은 각각 3.6%, 3.8%, 3.7%, 3.1%, 4.4%, 2.2% 였다. 나머지 시약은 Sigma-aldrich (St. Louis, MO, USA) 제품을 사용하였다. 기타 시약 및 기기는 별도 표기하였다.

### 2. 실험방법

#### 1) 경도측정, 에텔·에탄올·물 엑스함량시험

경도측정은 경도계(Takemura Electric Works, LDT, Tokyo, Japan)를 사용하여 경도를 측정하였다. 엑스함량시험은 대한민국 약전의 일반시험법 중 생약시험법의 시험방법<sup>10)</sup>에 준하였으며 한 시료당 3회 반복하여 평균값을 취하였다.

#### 2) $\beta$ -glucan 함량 측정

$\beta$ -glucan 함량은  $\beta$ -D-glucan assay kit(Megazyme, Wicklow, Ireland)를 이용하여 분석하였다<sup>11)</sup>. Total glucan 함량과  $\alpha$ -glucan 함량을 구하여 total glucan에서  $\alpha$ -glucan을 제외한 값을  $\beta$ -glucan 함량으로 하였다.

#### 3) 탄수화물 소화관련 효소작용 저해능 측정

Salivary  $\alpha$ -amylase(SAA)와 pancreas  $\alpha$ -amylase (PAA)의 활성저해 실험은 효소액(0.5unit)과 상황버섯 추출물이나 SAA, PAA 및 대조약물로서 acarbose (Bayer, Leverkusen, German)을 50 mM-phosphatel buffer(pH 6,8)에 넣고, 37 $^{\circ}$ C에서 20분간 혼합, 반응시킨 후 0.5% starch를 가하여 37 $^{\circ}$ C에서 5분간 반응시키고, DNS발색시약을 넣어 반응을 정지시켰다. 이를 100 $^{\circ}$ C에서 10분간 가열하여 발색을 시키고, 냉각 후 540 nm에서 흡광도를 측정하였다.

#### 4) $\alpha$ -Glucosidase(AG)

효모기원의 0.75 unit의 AG(Sigma)와 상황버섯 추출물과 대조약물로서 acarbose를 기질인 5mM p-nitrophenyl  $\alpha$ -D-glucopyranoside (Sigma)와 50mM phosphatel buffer (pH 6.8)에 혼합하여, 37 $^{\circ}$ C에서 20분간 반응 후, 0.1 M Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>를 가하여 반응을 정지시켰다. 405 nm에서 흡광도를 측정하여 아래의 식에 의해 저해율을 계산하였다.

$$\text{저해율(\%)} = [1 - (\text{시료 첨가구의 흡광도}) / (\text{시료 무 첨가구의 흡광도})] \times 100$$

5) 세포배양

본 실험에 사용한 세포주는 ATCC, (Rockville, MD, USA)에서 구입한 백서 근육세포(rat myoblast 미분화 근원 세포) L6을 사용하였다. 세포는 DMEM 배지 (10% fetal bovine serum(FBS, Thermo Scientific, USA), 1% penicillin-streptomycin (P/S 포함)를 처리하여 37℃, 5% CO<sub>2</sub> 배양기 (MCO-170AIC, Panasonic, Japan)에서 배양한 후, 세포가 약 70% 증식되어졌을 때 배양액을 근관세포 분화유도 배양액 (0.5 mM 3-isobutyl-1-me thylxanthine (IBMX, Sigma Aldrich, USA), 2 μm Dexametasone (DEX, Sigma Aldrich, USA), 2 μg/ml insulin (Sigma Aldrich, USA) / 10% FBS)으로 바꾸어 상황버섯 추출물을 처리하여 2일간 배양한다. 2일 후 2 μg/ml insulin/10% FBS 배지로 교환하며, 약물을 이틀에 한 번씩 5번 처리하였다

6) 세포독성 시험

상황버섯에 대한 세포독성은 MTT assay로 시험하였다. 96 well plate에 well당 L6 세포(1.8×10<sup>4</sup>cells)를 접종하여 5% CO<sub>2</sub>, 37℃에서 18시간 배양하여 세포단층을 얻은 후, 세포 접종용 배지로 희석한 상황버섯 추출물을 100 μl 접종한 후 4시간 동안 배양하였다. 5 mg/ml MTT 용액을 10 μl 가하여 2시간 더 배양한다. 상등액을 완전히 제거하고 DMSO와 Et-OH의 혼합액(1 : 1)을 각 well에 100 μl 가하고 roto mix로 15분간 mix하여 생성된 formazan 결정체를 용해하여 ELISA plate reader로 570 nm에서 흡광도를 측정하였다. 세포 독성 비율은 정상세포와 상황버섯 추출물을 처리한 균의 비율로 아래의 식에 따라 계산하였다.

$$\text{Cell viability (\%)} = [100 - (\text{대조군의 흡광도} - \text{시료처리군의 흡광도}) / \text{대조군의 흡광도}] \times 100$$

7) RT-PCR을 이용한 STZ에 노출된 L6세포의 GLUT4 측정

6 well plate에 well당 L6 세포(2.3×10<sup>4</sup>cells)를 접종하여 5% CO<sub>2</sub>, 37℃에서 18시간 배양한 후 Streptozotocin을 2 μg/ml 을 처리한다. 6시간 배양한 후 배지를 교체하고 30분 가열처리된 상황버섯 추출물을 50 μg/ml의 농도로 접종한다. 72시간 배양한 후 세포를 회수하여 추출된 RNA를 대상으로 Mx3000 qPCR system(Agilent Tech, CA, USA)을 이용하여 qRT-PCR을 수행하였다. 추출되어진 RNA를 cDNA로 합성한 후 200 ng의 cDNA를 Template으로 하여 10pmole의 Primer와 함께 iTag™ Universal SYBR®Green Supermix(Bio Rad, CA, USA)를 사용하여 최종 반응물은 20 μl 맞추었으며, 반응 조건은 다음과 같다. 모든 유전자의 증폭을 위한 프라이머 정보는 아래와 같다.

Initialdenaturation ; 95℃, 10분, denaturation ; 95℃, 30초, annealing ; 55℃, 1분, Extension ; 72℃, 1분을 40 cycles한 다음, postelongation bromide (EtBr ; Sigma Chemical Co, St.Louis, MO, USA) 가 포함된 1% agarose gel을 사용하여 75 volt에서 40분간 전기영동하여 UV에서

관찰하였다. β-actin 의 유전자 증폭을 위하여 Forward primer : 5' CTGTATCCCCCTCCATCGT-3', Reverse primer : 5'-CCATGTTCAATGGGGTACTT-3'를 사용하였고 Glut4 의 증폭을 위하여 5'-GCTTCTTCATCTTCACCTTCC-3' (Reverse)와 5'-TGTACTIONGGTTTCACCTCCT-3' (Forward)를 사용하였다.

8) 통계학적 분석

통계처리(Student's t-test)는 GraphPad Prism 5 program (GraphPad Software, Inc., La Jolla, CA, USA)을 사용하였고, 대조세포에 대한 유의성 검증은 p < 0.05 수준에서 실시하였다.

III. 결 과

1. β-glucan 및 상황버섯 물리적 특성

국내산 상황버섯(재배품)의 경우 통상적으로 유통되는 상황버섯은 크게 지면재배방식의 상황버섯과 지상재배방식의 상황버섯 두종류로 나뉜다. 지면재배는 기질로 사용되는 통나무를 땅에 접촉하여 버섯을 재배하며 지상재배는 기질로 사용되는 나무에 못을 박아 선반에 매달아서 재배하는 방식을 취하고 있다. 지면재배의 경우 7개월 정도 재배(B7)한 뒤 채취하고 지상재배의 경우 7개월~31개월 동안 다양하게 채취하므로 지상재배의 경우 7개월(H7), 18개월 (H18), 31개월 (H31)의 샘플을 준비하여 β-glucan을 측정하였고 수입산의 경우 시중에 가장 많이 유통되는 두종류 즉, 중국산과 캄보디아산(채취품 추정)의 β-glucan을 측정하였다. β-glucan과 관능검사의 요소 2가지 (경도, 색상)의 관련성을 검토하기 위해 경도와 색상을 평가하였다. 즉, 상황버섯은 흔히 거를을 위해 관능적으로 평가할 때 손톱을 눌러서 들어가는 정도를 관찰하기 때문에 경도계를 이용하여 각각의 상황버섯의 경도를 측정하였고 상황버섯 갓 안쪽 색상을 비교하여 기록하였다.

Table 1. Contents of β-glucans ,Hardness and Color of *Phellinus* Spp..

Sample	Total glucan	α-glucan	β-glucan	Hardness (kPa)	Color
B7	15.84	1.63	14.21	4882.7	Redish Brown
H7	19.41	2.00	17.41	3209.7	Yellow
H18	17.61	1.81	15.79	4991.5	Yellowish Brown
H31	15.07	1.55	13.52	>6000.0	Yellowish Brown
CH	14.95	1.54	13.41	>6000.0	Dark Brown
CB	11.49	1.18	10.30	>6000.0	Redish Brown

B7 : *Phellinus Baumii* grown at burying log into soil for 7 month in the green house, H7 : *Phellinus Baumii* grown at hanging log on selves for 7 month in the green house, H18 : *Phellinus Baumii* grown at hanging log on selves for 18 month in the green house, H31 : *Phellinus Baumii* grown at hanging log on selves for 31 month in the green house, CH : *Phellinus Spp.* collected in China, CB : *Phellinus Spp.* collected in Cambodia, The Value represent the mean±standard deviations.

Table 1. 에 제시한 바와 같이 같은 국내산이라고 해도 지면재배가 지상재배에 비해 경도가 크고 색상이 진한 색상을 나타내었으나  $\beta$ -glucan은 황색이 선명한 지상재배 7개월 수확분(H7)이 가장 많음을 확인 할 수있다. 전반적으로 경도와  $\beta$ -glucan의 함량은 반비례하는 경향을 볼 수 있다. 한편 중국과 캄보디아에서 채취하여 수입한 것으로 추정되는 상황버섯(CH, CB)의 경우 국내 재배산에 비해 매우 경도가 높았고 색상도 황색보다 더 진한 암갈색, 적갈색을 나타내었다. 하지만 이 역시  $\beta$ -glucan의 함량은 경도에 반비례함을 확인 할 수 있었다.

## 2 상황버섯 별 에텔·에탄올·물 엑스함량시험

Table 2. 에서는 국내 지상재배 상황버섯 1종(H7)과 외국 채집 상황버섯 2종(중국채집 : CH 캄보디아 채집 ; ,CB)의 에텔 엑스, 에탄올 엑스, 및 물엑스 함량을 비교하였다. 먼저 에테르 엑스는 적갈색을 나타내는 캄보디아 산의 추출량이 가장 많음을 확인하여 적갈색이 선명한 순서로 에테르 엑스 함량을 나타내었고 에탄올 엑스와 물엑스함량은  $\beta$ -glucan 함량이 가장 큰 국내산이 둘다 가장 큰 것으로 나타났다. 이에 대해서는 sterol 성분은 에텔 엑스에서 주로 확인되고 phenol성 성분은 주로 에탄올에서 나타난다<sup>8)</sup>는 연구결과와 연계하여 추가연구가 필요할 것으로 사료된다.

Table 2. Contents of Extracts of *Phellinus* Spp.

Sample	Ether extract	Diluted ethanol extract	Water extract
H7	3.12±0.01	13.15±1.65	3.87±0.11
CH	3.05±0.04	7.81±2.21	4.43±0.21
CB	4.05±0.02	8.81±0.04	2.22±0.11

H7 : *Phellinus Baumii* grown at hanging on selves for 7month in the green house, CH : *Phellinus Spp.* collected in China, CB : *Phellinus Spp.* collected in Cambodia, The Value represent the mean±standard deviations.

## 3 상황버섯 별 탄수화물 소화관련 효소저해효과

식이중의 전분은 소장에서  $\alpha$ -Glucosidase는  $\alpha$ -amylase에 의해 당질을 최종적으로 단당류로 전환시켜 소장을 통해 흡수되어 식후 혈당치를 증가시키므로 *in vitro*에서  $\alpha$ -Glucosidase 저해실험을 통하여 상황버섯 열수 추출물의 혈당강하작용을 비교하였다. 2.5  $\mu$ g/ml 농도 처리기준 모든 시험군에서 억제작용을 나타내었으나 유의성은 없었다.

췌장과 타액에서 각각 분비되는 PAA와 SAA에 대한 지역 및 재배방법별 상황버섯 물추출물의 저해 효과를 비교하기 위해 활성저해효과를 비교하였다. 췌장에서 분비되는  $\alpha$ -amylase와 타액에서 분비되는  $\alpha$ -amylase 억제작용을 비교하였으나 2.5  $\mu$ g/ml 농도 처리기준 모든 시험군에서 억제작용을 나타내었으나 시험군간의 유의성은 없었다.

## 4 세포독성

MTT 분석법을 이용하여 세포생존율을 측정하였다. 각각의 상황버섯 물 추출물의 세포 독성을 알아보기 위해 L6 근육세

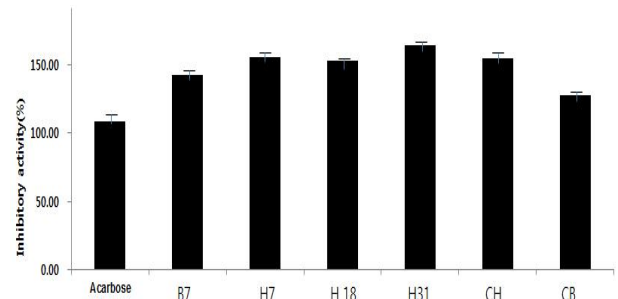


Fig. 1.  $\alpha$ -glucosidase inhibitory activities of *Phellinus* Spp. water extracts. Concentration of acarbose and *Phellinus* spp Ext. 2.5  $\mu$ g/ml. B7 : *Phellinus Baumii* grown at burying log into soil for 7 month in the green house, H7 : *Phellinus Baumii* grown at hanging log on selves for 7 month in the green house, H18 : *Phellinus Baumii* grown at hanging log on selves for 18 month in the green house, H31 : *Phellinus Baumii* grown at hanging log on selves for 31 month in the green house, CH : *Phellinus Spp.* collected in China, CB : *Phellinus Spp.* collected in Cambodia, The data were expressed as the mean  $\pm$  SD. (n=3) from three independent experiments. \*

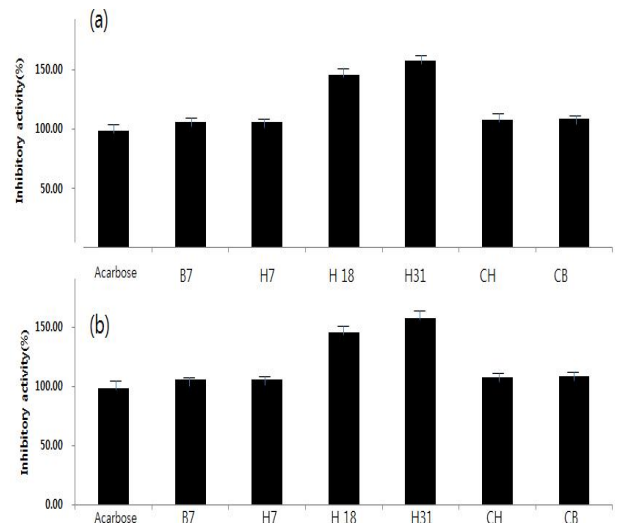


Fig. 2  $\alpha$ -Amylase inhibitory activities of *Phellinus* Spp. water extracts. (a) Pancrease  $\alpha$ -amylase(PAA) (b) salivary  $\alpha$ -amylase(SAA) inhibitory activities of *Phellinus* spp. The data were expressed as the mean  $\pm$  SD. (n=3) from three independent experiments. \*Concentration of acarbose and *Phellinus* spp water Ext. 2.5  $\mu$ g/ml. B7 : *Phellinus Baumii* grown at burying log into soil for 7 month in the green house, H7 : *Phellinus Baumii* grown at hanging log on selves for 7 month in the green house, H18 : *Phellinus Baumii* grown at hanging log on selves for 18 month in the green house, H31 : *Phellinus Baumii* grown at hanging log on selves for 31 month in the green house, CH : *Phellinus Spp.* collected in China, CB : *hellinus Spp.* collected in Cambodia.

포에 0.0125~0.05 mg/ml 농도의 상황버섯 물추출물을 각각 처리하고 MTT 분석법을 이용하여 세포생존율을 측정하였다. 세포 수준의 연구에 많이 이용되고 있는 MTT assay는 cell proliferation과 viability의 *in vitro* 분석에 전통적으로 유용하게 사용되고 있으며<sup>12)</sup>, L6 세포를 이용한 추출물을 농도별로 처리하여 일정시간 배양하였을 때 농도 0.025 mg/ml까지 92% 이상의 높은 생존률이 나타났다(Fig. 3). 따라서 본 실험에서는 세포 생존율에 영향을 미치지 않는 농도인 0.025 mg/ml 농도에서 이후 실험들을 진행하였다.

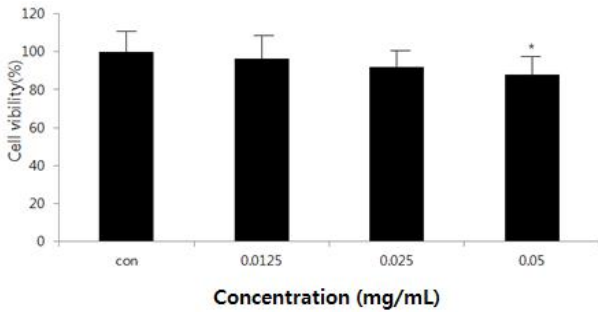


Fig. 3 Effect of *Phellinus* Spp. water extracts on cell viabilities in L6 cells. The data were expressed as the mean ± SD. (n=3) from three independent experiments. \*p<0.05, significant between the control.

### 5 인슐린 저항성 관련 유전자 발현

인슐린을 처리하면 3T3-L1 adipocyte의 세포막에 인슐린이 insulin receptor(IR)와 결합하고 이것은 일련의 인슐린 신호 전달체인 insulin receptor substrate-1(IRS-1)-phosphatidyl inositol-3-phosphate(PI3 kinase)-Akt의 과정을 증폭시킨다. 실질적으로 혈액 내 포도당을 세포 내로 이동시키는 glucose transporter 4 (GLUT-4)의 발현에 영향을 주는 것으로 인슐린 신호전달체계에 중요한 역할<sup>13)</sup>을 한다. 국내재배 상황버섯과 수입산 상황버섯의 GLUT-4의 발현에 미치는 영향을 비교하기 위해 국내산 중에서는 β-glucan이 가장 많은 지상재배 7개월 분(H7)과 중국산 상황버섯 (CH), 캄보디아산 상황버섯(CB)을 비교한 결과를 Fig 4.에 제시하였다. 국내 재배종인 H7이 대조군에 비해 GLUT-4가 58% 증가되었고 중국산 CH와 캄보디아산 CB 가 각각 32%, 12% 발현을 증가시켰다. 국내산 모두를 실험하지 않고 H7만을 택한 것은 대부분의 국내산 상황버섯이 7개월 내외의 재배한 것이기 때문이다.

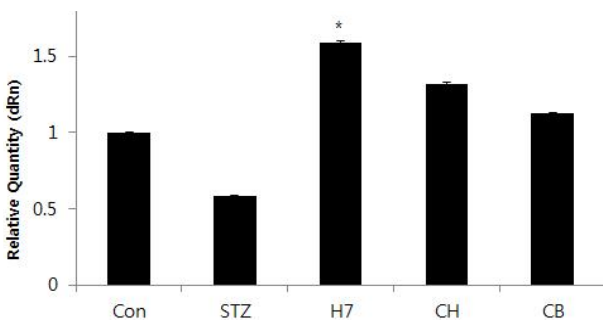


Fig. 4 Effect of *Phellinus* Spp. water extracts on glucose transporter 4 (Glut-4) expression in L6 cells. H7 : *Phellinus Baumii* grown at hanging log on selves for 7 month in the green house, CH : *Phellinus Spp.* collected in China, CB : *Phellinus Spp.* collected in Cambodia. \*p<0.05, significant between the control.

## IV. 고 찰

상황버섯은 항암활성이 다수 연구될 뿐만 아니라 상황버섯 자실체에 Lipase 저해물질을 보고된바<sup>14)</sup> 있고 식이섬유의 섭취로 당뇨병의 관리에 효과가 있는 것으로 연구결과들이 보고되고 있다. 수용성 식이섬유인 β-glucan의 혈당강하 효과<sup>15)</sup>가

보고되고 있다. 상황버섯 열수추출물은 맥아당을 분해하는 maltase, 자당을 분해하는 sucrase에 대한 저해활성이 농도의존적으로 저해하여 식후에 분해된 이탄당에 의한 혈당 상승을 억제하며 polysaccharide에 대한 혈당 상승 억제효능<sup>16)</sup>도 있는 것으로 보고되었으며, 인체를 대상으로 한 상황버섯 추출물의 8주간 복용으로 공복혈당이 유의적으로 감소하였다고 보고된 바<sup>17)</sup> 있다. 위의 내용을 종합하면 비만으로 심화되는 당뇨에 사용할 수 있어서 성인병예방을 위해 가정에서 증탕하여 음용수로 빈용되고 있다. 특히 고지방과 고단수화물 식이로 비만을 통해 당 내성이 유발되는 경우내당능 증가와 더불어 정상인에 비해 인슐린증가가 유도되어 한방에서 당뇨전단계로 이해할 수 있는 상소(上消)<sup>18)</sup> 증상을 개선할 수 있을 것으로 사료되어 한방에서 그 쓰임새가 더욱 증가될 것으로 여겨진다.

상황버섯의 항암활성, 면역 증강 및 항염증 작용은 polysaccharide로부터 기인한 것인데 polysaccharide에는 β-glucan이 대표적으로 잘 알려져 있다. β-glucan은 대식세포에서 방출되는 TNF-α를 조절하여 염증반응을 억제하고, 정상적인 면역세포의 기능을 활성화하여 암을 비롯한 염증을 억제하는 것으로 알려져 있다<sup>19)</sup>. 염증억제와 관련해서는 최근 상황버섯 연구에 아토피성 피부염을 개선<sup>20-21)</sup>시킨다는 사례가 다수 보고되고 있어서 기존에 알려진 면역증강 이외에도 면역조절작용과 피부에 대한 약리작용 및 성인병 예방 등에 주목받고 있다. 이러한 상황버섯의 관심이 증가됨에도 불구하고 시장에서의 소비자들은 기원이 불분명한 수입산 상황버섯이 자연산이니 재배종인 국내산 바우미 상황버섯(*Phellinus baumii*)상황버섯에 비해 더욱 좋을 것이라는 막연한 생각에 수입산 상황버섯은 고가로 거래되고 있는 실정이다. 위의 내용에서 살펴본 바와 같이 상황버섯 효능의 본체가 다당체, 특히 β-glucan 인데 상황버섯의 판단기준이 β-glucan의 양에 의해서 가격이 결정되고 우열품이 결정되어야 하나 현실은 그렇지 못하다. 상황버섯 추출물은 추출시간이 길어짐에 따라 수율과 β-glucan 함량이 증가하고 추출용매에 따른 상황버섯 추출물의 수율은 약산성 60% 에탄올로 추출할 때 수율은 가장 좋았으나 β-glucan 함량은 열수 추출물에서 높은 함량을 나타내었다고 보고된 바 있다<sup>22)</sup>. 따라서 본 연구에서는 재배방법별, 재배기간별 및 산지에 따른 상황버섯을 열수 추출하여 β-glucan의 대표적인 효능으로 알려진 혈당강하작용에 대해 비교하였다. 본 연구결과에서 제시한 결과로 간단한 상황버섯 감별 방법을 제공하는데에는 기여하였다고 생각되나 정도와 β-glucan, 상황버섯 색상과 β-glucan의 상관관계에 대해서는 더욱더 심도깊은 연구가 필요하다고 사료된다.

## V. 결 론

본 연구에서는 국내시장에서 통용될 수 있는 다양한 상황버섯의 물리성과 엑스 추출률 그리고 혈당강하작용을 비교한 것을 바탕으로 상황버섯의 새로운 관능검사 기준의 가능성을 확인하였다.

1. 상황버섯의 노란색이 진할수록, 경도가 작을수록 β-glucan 함량이 비례하여 많았다.

2.  $\beta$ -glucan이 많은 상황버섯일수록 혈액 내 포도당을 세포 내로 이동시키는 glucose transporter 4 (GLUT-4)를 증가시켰다.
3. 혈당강화작용만 비교할 때  $\beta$ -glucan 의 양으로 볼 때 7개월 지상재배가 가장 최적이다.

따라서 이상의 결과를 통해서 혈당강화를 위한 상황버섯의 품질기준에서  $\beta$ -glucan을 위주로 고려할 때 상황버섯의 정도와 색상과 같은 관능적 기준도 고려될 수 있는 가능성을 시사하였다.

## 감사의 글

본 연구는 이 논문은 2015년도 경남과학기술대학교 기성회 연구비 지원에 의하여 수행되었음에 감사드립니다

## References

1. Illustrated Book of Medicinal Herbs From Donguibogam, Daegu : Backcho Press, 2013 : 140.
2. Kim HM, Lee HD. Characterization of Anti-inflammation Effect of Aqueous Extracts from *Phellinus baumii*. Kor. J. Mycol. 2010 ; 38(2) : 179-183.
3. Song CH, Moon HY, Ryu CH. Artificial Cultivation of *Phellinus linteus*. Kor. J. Mycol. 1997 ; 25 (2) : 130-132.
4. Chang HY, Lee YS. Economic analysis of *Phellinus* spp. cultivation. Journal of Mushroom Science and Production. 2004 ; 2(2) : 76-87.
5. Jang EY, Im Si, Jeong YK, Choi SH. Volatile Components of *Phellinus linteus* from Different Areas Korean J. Food Sci. Technol. 2006 ; 38(2) : 159-164.
6. Kim JS, Kim JH, Lee HJ, Khill JH, Kim SH, Kim DH. A Study of Cytokine Modulating Effect of Three Origins of *Phellinus linteus*. Kor. J. Oriental Physiology & Pathology 2003 ; 17(4) : 898-904.
7. Cheon SI, Jang MJ, Jang YA, Choi DY, Jum DH, Kim YH, Cho WA, Jeong YS, Kwon HB, Kim TH, Choi KI, Cho WA, Jeong YS, Kwon HB, Kim TH, Choi KI, Do JR, Lee CE, Lee JT. Anti-wrinkle Effect of Cambodian *Phellinus linteus* Extracts. Journal of Life Science. 2008 ; 18(12) : 1718-1722.
8. Cho MJ, Park MJ, Kim YC, Ze KR, Lee HS. Chemical Standardization of *Phellinus* Species. Kor. J. Pharmacogn. 2005 ; 36 : 65-69.
9. Chan GCF, Chan WK, Sze DMY. The effects of  $\beta$ -glucan on human immune and cancer cells. J Hematol Oncol. 2009 ; 2 : 25
10. www.lawnb.com/data/Focuslawdata/lawnbfocusB00063854922.pdf
11. Olson EJ, Standing JE, Griego-Harper N, Hoffman OA, Limper AH. Fungal  $\beta$ -glucan interacts with vitronectin and stimulates tumor necrosis factor  $\alpha$  release from macrophages. Infect Immun. 1996 ; 64 : 3548-3554.
12. Carmichael J, Degraff WG, Gadzar AF. Evaluation of a tetrazolium based semiautomated colorimetric assay : Assessment of chemosensitivity testing. Cancer Res. 1987 ; 47 : 936-942.
13. Choi MA. Attenuation of insulin resistance using steamed *Polygonatum odoratum* var *pluriflorum* extract in rat skeletal muscle cells L6 myoblast. Kor. J. Herbol. 2016 ; 31(1) : 1-5.
14. Lee JK, Song JH, Lee JS. Purification of Anti-obesity Lipase Inhibitor from the Fruiting Body of *Phellinus linteus* Kor. J. Mycol. 2010 ; 38(1) : 57-61
15. Choi JM, Koo SJ. Effects of  $\beta$ -Glucan from *Agaricus Blazei* Murill on Blood Glucose and Lipid Composition in db/db Mice. Kor. J. Food Sci. Technol. 2000 ; 32 : 1418-1425.
16. Choi HY, Ha KS, Jo SH, Ka EH, Chang HB, Kwon YI. Kor. J. Antioxidant and Anti-hyperglycemic Effects of a Sanghwang Mushroom (*Phellinus linteus*) Water Extract. Food & Nutr. 2012 ; 25(2) : 239-245.
17. Lim YD, Kim NS, Eom SY, Kim SH, Kang JW, Lee SW, Park SY, Kim JS, Kim H, Hong JS. Effects of Extracts from the Mushroom *Keumsa Sanghwang* (*Phellinus linteus*) on Fasting Blood Glucose and Cholesterol Levels in Human. Kor. J. Food Culture. 2008 ; 23(1) : 68-72.
18. Kang SY, Park YK. Comparison of the efficacy of the herbs for upper medication on glucose tolerance induced by high fat/high sucrose feeding-induced mice. Kor. J. Herbol. 2014 ; 29(5) : 1-8.
19. Effects of Dietary  $\beta$ -Glucan on Adiposity and Serum Lipids Levels in Obese Rats Induced by High Fat Diet. J. Kor. Soc. Food. Sci. Nutr. 2006 ; 31(6) : 1052-1057.
20. Hong WK, Shin JH, Lee YH, Park DK, Choi GS. The Clinical Effect of *Phellinus linteus* Grown on Germinated Brown Rice in the Treatment of Atopic Dermatitis. Kor. J. Herbol. 2008 ; 23(1) : 103-108.
21. Kwon OJ, Lee AR, Do KB. Anti-oxidant Activities and Anti-atopic Dermatitis Effect of Combined Extract of *Phellinus linteus* and *Glycyrrhiza uralensis*. Kor. J. Herbol. 2017 ; 32(2) : 49-56.
22. Bae HK, Hwang IW, Hong HD, Chung SK. Antioxidant capacities and  $\beta$ -glucan content of ethanol extract from *Phellinus baumii*. Korean J. Food Preserv. 2015 ; 22(5) : 721-726.