

## 상황미를 이용한 항로타바이러스 효과와 항균성 측정에 관한 연구

송진옥\* · 신희철<sup>1</sup> · 김용휘<sup>2</sup>

중부대학교 원격대학원 과학기술교육학과, <sup>1</sup>(주)조은식품, <sup>2</sup>중부대학교 호텔외식산업학과

### Studies on the Anti-rotaviral and Anti-bacterial Effects of *Phellinus linteus* Mushroom Rice

Jin-Ook Song, Hee-Chul Shin<sup>1</sup>, and Yong-Hui Kim<sup>2</sup>

Department of Science & Technology Education, Cyber Graduate School, Joongbu University, Chungnam 312-702, Korea

<sup>1</sup>Choeunfoods Co., Ltd., Paju 413-749, Korea

<sup>2</sup>Department of Hotel & Foodservice Industry, Joongbu University, Chungnam 312-702, Korea

#### ABSTRACT

This study was conducted to evaluate the inhibitory effects of *Phellinus linteus* mushroom rice on food-borne pathogens (*Staphylococcus aureus* 305, *Listeria monocytogenes* ATCC 19114, *Escherichia coli* 0157:H7 ATCC 42894, *Escherichia coli* O55) and human rotavirus (KU, S2, YO, K-21). The results obtained are summarized as follows: The inhibitory effects of *Phellinus linteus* mushroom rice against food-borne pathogens; inhibition zone diameters for *S. aureus* 305, *L. monocytogenes* ATCC 19114 and *E. coli* 0157:H7 ATCC 42894 were 18 mm, 20 mm and 13mm, respectively. *E. coli* O55 did not form an inhibition zone. The inhibitory effects of 1/3% *Phellinus linteus* mushroom rice on MA-104 cells using the MTT assay were, KU 90.52±18.42%, S2 94.74±8.68%, YO 59.77±8.68% and K-21 97.56±12.50%. *Phellinus linteus* mushroom rice has inhibitory effects on the food-borne pathogens *S. aureus* 305, *L. monocytogenes* ATCC 19114 and *E. coli* 0157:H7 ATCC 42894, and human rotavirus (K-21, S2, YO, KU).

**Key words** : *Phellinus linteus* mushroom rice, rotavirus, MTT assay

#### 서 론

상황버섯(*Phellinus linteus*)의 자실체 열수 추출물은 소화기 계통의 암에 저지효과(Ikekawa *et al.*, 1968)가 있다고 알려지면서 많은 연구가 진행되어 면역(Song *et al.*, 1998), 항암활성(Kwon *et al.*, 2003; Lee and Bang, 2001; Rhee *et al.*, 2000) 및 항산화 활성(Kim *et al.*, 2006), 항돌연변이원성(Lee and Bang, 2001; Ji *et al.*, 2000), 항고혈압효과(Lee *et al.*, 2006) 등 상황버섯의 다양한 생리활성이 보고되어 있다. 상황버섯의 열수 추출물이 B 면역세포기능을 증가시키고, 상황버섯에서 추출된 다당체가 체액성 및 세포성 면역반응을 항진시킨다(Kim *et al.*, 1999)는 연구보고도 있어 민간에서 많이 사용되고 있다.

*Phellinus linteus*은 항암활성이 높은 것으로 보고된 이래 많은 관심의 대상이 되고 있다. 버섯유래의 고분자 다당류들의 항암 및 면역 증강효과 등의 약리활성을 나타내는 물질은 특이적 구조를 갖는  $\beta$ -glucan성 다당류로 알려졌다. 이들은 공히  $\beta$ -1,3-glucan을 주쇄로 하여  $\beta$ -1,6-glucan이 끝가지로 연결되어 있는 형태로 유지하는 것으로 보고되었다. *Lentinus edodes*로부터 분리한 다당류인 lentinan의 평균 분자량은 400-800 kD으로써 주사슬은  $\beta$ -1,3-glucopyranoside이고  $\beta$ -1,6-의 branch를 갖는 구조이며, X선 및 NMR에 의해 3중 나선구조를 갖는 물에 난용성인 물질임을 보고하였다(Chihara *et al.*, 1969).

본 연구는 상황버섯 균사체에 현미를 배양 재배한 상황미에서 열탕 추출한 추출분말을 이용하여 식중독균(*Staphylococcus aureus* 305, *Listeria monocytogenes* ATCC 19114, *Escherichia coli* O157:H7 ATCC 42894, *Escherichia coli* O55)과 유아 설사를 유발하는 human rotavirus(KU, S2, YO and K-21)에 대한 그 저해 효과를 규명함으로써, 병원성 식중독균 및 human rotavirus로 인

\*Corresponding author : Jin-Ook Song, Department of Science & Technology Education, Cyber Graduate School, Joongbu University, #101 Daehak-Ro, Chubu-Myun, Kumsan-Kun, Chungnam 312-702, Korea. Tel: 82-41-750-6717, Fax: 82-41-752-3255, E-mail: jinook@joongbu.ac.kr

한 질병 및 설사증에 대한 상황미의 효과를 알아보고 기능성 식품 및 산업 소재로서의 개발을 위한 기초적 자료를 제공하고자 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 공시 재료

본 실험에 사용된 상황미는 상황버섯 균사체를 현미찰에 배양하여 분말 상태로 생산한 것을 (주)비아이지에서 공급 받아 냉암소에 보관하면서 사용하였다.

### 공시 균주

시험균주로 *S. aureus* 305, *L. monocytogenes* ATCC 19114, *E. coli* O157:H7 ATCC 42894, *E. coli* O55를 사용하였다. -72°C에서 동결보관 중인 시험균주는 혈액배지 (Blood agar, Comed)에서 37°C/24 hr 배양하여 계대배양 후 사용하였다.

### 항균효과 측정

원통컵 방법(Hufford *et al.*, 1975)을 응용한 EPS의 *S. aureus* 305, *L. monocytogenes* ATCC 19114, *E. coli* O157:H7 ATCC 42894와 *E. coli* O55에 대한 항균효과의 측정 은 Muller-hinton agar(Difco, USA)위에 시험균액을 도말한 후 원통컵을 평판배지 위에 놓고 현탁 상황미(35 mg/mL)를 280 µL 떨어뜨린 다음 37°C에서 24시간 배양한 후 균이 증식하지 못한 clear zone의 직경에 따라 항균효과의 정도를 측정하였다.

### 공시 rotavirus

본 실험에 사용된 rotavirus로서 표준 human rotavirus는 일본 사뵤로 의과대학에서 분양받은 S2, YO, KU와 국내 영아에게서 분리동정한 K-21(Cha *et al.*, 1999)을 사용하였다.

### 공시 세포

Rotavirus를 증식시키기 위해 사용된 MA-104 세포의 계대배양은 Feng 등(1994)의 방법에 따라 시행하였다. 조직 배양용 75 cm<sup>2</sup> 크기의 T-flask를 이용하여 5% 농도의 CO<sub>2</sub>를 공급한 37°C 배양기(Johnsam, Korea)에서 5일 동안 배양한 후, MA-104 세포의 단층이 형성되면 멸균된 생리적 식염수(0.85%-NaCl)로 2번 세척하고, 10배 희석된 0.25%-

trypsin EDTA(GIBCO, USA)로 세포를 분리시켰다. 56°C에서 20분간 불활성화시킨 7% 어린 송아지 혈청(fetal bovine serum; Hyclone Laboratories, Inc., Logan, UT, USA)과 1%-L-glutamin penicillin streptomycin(L-GPS : Irvine Scientific, Santa Anna, CA, USA)이 첨가된 M199를 첨가하여 75 cm<sup>2</sup> 크기의 T-flask에 세포를 분주시킨 후 세포를 계대배양하여 사용하였다.

### Rotavirus 배양

공시 rotavirus를 Chiarini 등(1983)의 방법에 따라서 배양하였다. 0.2%-acetylated trypsin(10 µL/mL)을 넣어 5% 농도의 CO<sub>2</sub>를 공급한 37°C 배양기에서 30분 동안 활성화시켰고, MA-104 세포의 단층이 형성된 25 cm<sup>2</sup> 크기의 T-flask는 무혈청 M199로 2번 세척하여 미리 활성화시킨 바이러스를 넣어, 37°C 배양기에서 1시간 동안 흡착시킨 후, mL당 trypsin 1 µL가 함유된 무혈청 M199를 3 mL 첨가하여 flask에 넣고 5% 농도의 CO<sub>2</sub>를 공급한 37°C 배양기에서 배양하였다. 배양 중 현미경으로 세포변성 효과(CPE : Cytopathic Effect)를 관찰하면서 세포변성 효과가 완전히 일어났을 때 -80°C 동결과 상온 해동을 3번 반복하여 바이러스를 수확한 후 -20°C에 보관하면서 사용하였다.

### Rotavirus의 역가분석

Rotavirus의 역가분석은 Ruggeri와 Greenberg(1991), Kaljot 등(1988)의 방법에 따라 수행하였다. 바이러스는 mL당 0.2% trypsin 5 µL를 첨가하여 37°C 배양기에서 30분간 활성화시킨 후 무혈청 M199로 10<sup>1</sup>에서 10<sup>8</sup>까지 희석하였고, MA-104 세포의 단층이 형성된 6 well plate는 무혈청 M199로 2번 세척 후 희석한 바이러스 액을 각 well에 0.5mL씩 넣어 5% 농도의 CO<sub>2</sub>를 공급한 37°C 배양기에서 1시간 동안 흡착시켰다. 그 다음 1.1% agarose(Seakem ME agarose; FMC Corp)를 용해시켜 2배 농도의 M199를 1:1로 섞고 37°C로 낮아졌을 때 각 well에 남아있는 바이러스를 피펫으로 제거한 후 agarose가 첨가된 배지 4 mL씩 중층하여 37°C 배양기에서 6일간 배양하였다. 배양 후 neutral red(GIBCO, USA)를 무혈청 M199와 1:20으로 희석한 다음 1mL씩 각 well에 넣어 배양기에서 7시간 동안 염색하여 plaque forming unit(PFU)를 계수하였다.

### Anti-rotavirus 효과

Anti-rotavirus 효과는 MTT(3-(4,5-dimethyl-2-thiazolyl)-

Table 1. List of rotavirus strains used in this study

| Strains of rotavirus | Host species | G serotype | P serotype | Source                   |
|----------------------|--------------|------------|------------|--------------------------|
| KU                   | Human        | G1         | P1A        | Sapporo Univ., Japan     |
| S2                   | Human        | G2         | P1B        | Sapporo Univ., Japan     |
| YO                   | Human        | G3         | P1A        | Sapporo Univ., Japan     |
| K-21                 | Human        | G1         | P1A        | Cha <i>et al.</i> (1999) |

2,5-diphenyl-2H-tetrazolium bromide) assay(Weber *et al.*, 2003) 방법을 응용하여 MA-104 세포를 96-well plate의 각 well에 200  $\mu$ L씩 넣고 5일 동안 배양하고 해동된 바이러스 100  $\mu$ L에 0.2%-trypsin 1  $\mu$ L를 넣은 후 37°C 배양기에서 30분 동안 활성화시켰으며 0.25  $\mu$ L의 trypsin이 첨가된 M199 30 mL을 준비하여 활성화된 바이러스 300  $\mu$ L를 넣어 실험에 이용하였다. 96-well plate에서 MA-104 세포의 단층이 형성된 세포는 무혈청 M199로 2번 세척하였고 바이러스를 100  $\mu$ L씩 각 well에 넣었다. 이때 1/3%-현탁 상황미를 계속적으로 2진 희석법으로 희석하여, 각 농도의 현탁 상황미 50  $\mu$ L를 바이러스 100  $\mu$ L에 혼합한(최종농도 1/3%-1/384%) 후 5% 농도의 CO<sub>2</sub>를 공급한 37°C 배양기에서 24시간 배양하였다. 감염된 세포에 well당 0.2%-MTT를 50  $\mu$ L첨가한다. 부드럽게 흔들어준 후 5% 농도의 CO<sub>2</sub>를 공급한 37°C 배양기에서 4시간 정치시켰다. 4시간 정치 중 formazan이 침전되면, 상등액을 제거하고, DMSO 150  $\mu$ L를 첨가한 후 가볍게 진탕하여 짙은 청색의 결정체인 formazan을 용해시켰다. Formazan이 완전히 용해되면 ELISA plate reader(Model: EL311, Bio-TEK Instruments, USA)로 570 nm에서 흡광도(optical density)를 측정하였다. 상황버섯의 RV 감염 억제효과는 상황버섯

를 첨가하지 않은 rotavirus에 감염된 세포군과 rotavirus를 첨가하지 않은 비감염 대조 세포군의 OD값을 기준으로 하여 상황버섯 농도별 감염 세포군의 OD값과 비교하여 억제율을 결정하였다.

### 결과 및 고찰

#### 원통컵 방법에 의한 항균효과

원통컵 방법을 이용한 상황미 추출물의 *S. aureus* 305, *L. monocytogenes* ATCC 19114, *E. coli* O157:H7 ATCC 42894와 *E. coli* O55에 대한 항균 효과는 Table 2에 나타내었다. 그 결과 *Staphylococcus aureus* 305(18 mm), *L. monocytogenes* ATCC 19114(20 mm), *E. coli* O55(13 mm)에서는 inhibition zone이 형성되었으나 *E. coli* O157:H7 ATCC 42894에는 inhibition zone이 형성되지 않았다 (Fig. 1, Table 2).

#### Rotavirus의 역가 측정

실험에 사용된 rotavirus의 역가는 KU는  $2.8 \times 10^7$  PFU/mL, S2는  $2.6 \times 10^7$  PFU/mL, YO는  $1.8 \times 10^7$  PFU/mL, K-21은  $1.8 \times 10^7$  PFU/mL를 각각 나타내, 억제능력을 측정하기

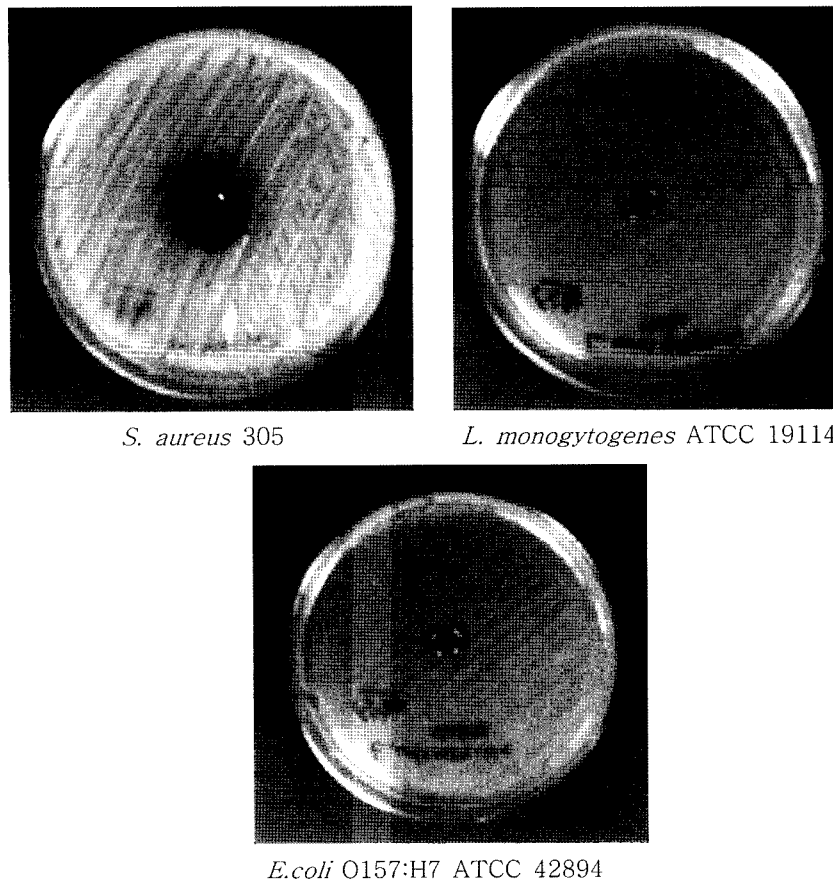


Fig. 1. Antibacterial effects of *Phellinus linteus* mushroom rice against pathogens by cup test.

**Table 2. Antibacterial effects of *Phellinus linteus* mushroom rice against pathogens by cup test**

| Pathogens                          | Inhibition zone (mm) |
|------------------------------------|----------------------|
| <i>S. aureus</i> 305               | 18                   |
| <i>L. monocytogenes</i> ATCC 19114 | 20                   |
| <i>E. coli</i> O157:H7 ATCC 42894  | 13                   |
| <i>E. coli</i> O55                 | -                    |

위한 기본적인 활력을 갖춘 것으로 나타났다.

**KU 감염 억제 효과**

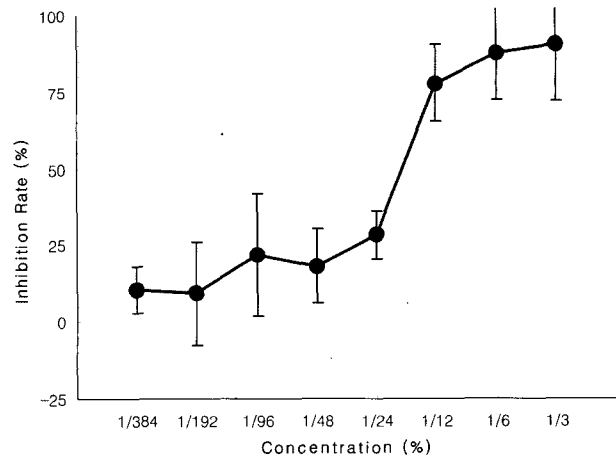
상황미 추출물의 농도별 KU의 세포 감염 억제 효과를 Table 3과 Fig. 2에 나타내었다. KU에 대한 상황미 추출물의 감염 억제 효과는 가장 높은 농도인 1/3%일 때  $90.52 \pm 18.42\%$ 로 가장 높게 나타났고, 1/12%, 1/48%와 1/192%일 때 세포 감염 억제 효과는 각각  $77.97 \pm 12.53\%$ ,  $18.29 \pm 11.94\%$ 와  $9.45 \pm 16.85\%$ 로 나타났으며, 가장 낮은 농도인 1/384%에서 가장 낮은  $10.40 \pm 7.63\%$ 의 세포 감염 억제 효과를 나타내어 상황미 추출물의 농도가 낮아질수록 rotavirus 감염 억제 효과도 낮아짐을 알 수 있었다.

**S2 감염 억제 효과**

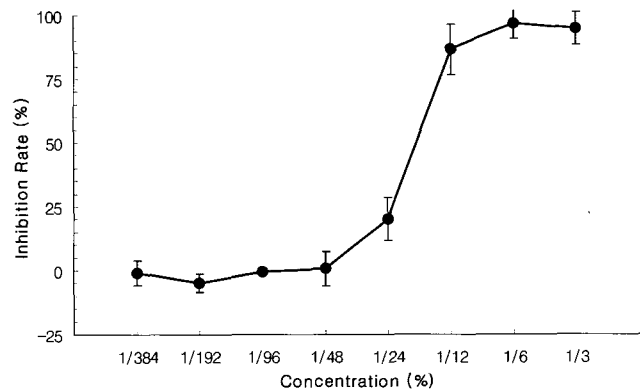
상황미 추출물의 농도별 S2의 세포 감염 억제 효과를 Table 4와 Fig. 3에 나타내었다. S2에 대한 상황미 추출물의 감염 억제 효과는 1/48% 및 1/24%에서 각각  $0.64 \pm 9.63\%$ ,  $20.27 \pm 2.23\%$ 로 감염 억제율이 낮았으나 1/12%, 1/6%, 1/3%에서는 각각  $86.58 \pm 19.30\%$ ,  $96.72 \pm 6.57\%$ ,  $94.74 \pm 8.68\%$ 의 매우 높은 억제율을 보였다.

**YO 감염 억제 효과**

상황미 추출물의 농도별 YO의 세포 감염 억제 효과를 Table 5와 Fig. 4에 나타내었다. YO에 대한 상황미 추출물의 감염 억제 효과는 가장 높은 농도인 1/3%일 때  $59.77 \pm 8.68\%$ 로 가장 높게 나타났고, 1/12%, 1/48%와 1/192%일 때 세포 감염 억제 효과는 각각  $55.17 \pm 19.30\%$ ,



**Fig. 2. Inhibitory effect of *Phellinus linteus* mushroom rice on the infection of KU in MA-104 cell.**



**Fig. 3. Inhibitory effect of *Phellinus linteus* mushroom rice on the infection of S2 in MA-104 cell.**

$14.18 \pm 9.63$ 와  $6.38 \pm 7.99\%$ 로 나타났으며, 가장 낮은 농도인 1/384%에서 가장 낮은  $9.10 \pm 10.65\%$ 의 세포 감염 억제 효과를 나타내어 사용된 다른 HRV에 비해 S2보다는 높고 KU보다는 낮은 감염 억제율을 보였다.

**K-21 감염 억제 효과**

상황미 추출물의 농도 별 K-21의 세포 감염 억제 효과

**Table 3. Inhibitory effect of *Phellinus linteus* mushroom rice on the infection of KU in MA-104 cell**

|                     | <i>Phellinus linteus</i> mushroom rice concentration (%) |             |             |             |            |             |             |             |
|---------------------|--|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|
|                     | 1/384  | 1/192       | 1/96        | 1/48        | 1/24       | 1/12        | 1/6         | 1/3         |
| Inhibition rate (%) | 10.40  | 9.45        | 21.75       | 18.29       | 28.35      | 77.97       | 87.70       | 90.52       |
|                     | $\pm 7.63$   | $\pm 16.85$ | $\pm 19.92$ | $\pm 11.94$ | $\pm 7.80$ | $\pm 12.53$ | $\pm 15.19$ | $\pm 18.42$ |

**Table 4. Inhibitory effect of *Phellinus linteus* mushroom rice on the infection of S2 in MA-104 cell**

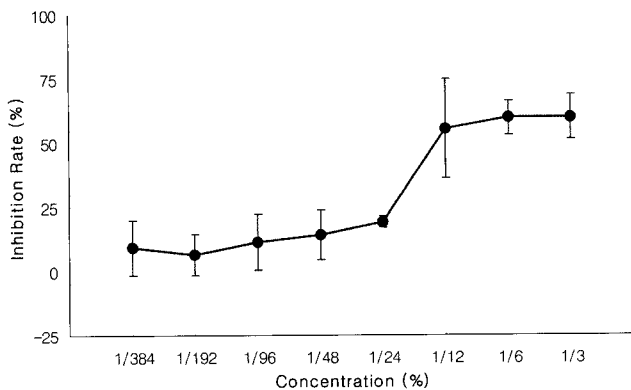
|                     | <i>Phellinus linteus</i> mushroom rice concentration (%) |            |             |            |            |             |            |            |
|---------------------|--|------------|-------------|------------|------------|-------------|------------|------------|
|                     | 1/384  | 1/192      | 1/96        | 1/48       | 1/24       | 1/12        | 1/6        | 1/3        |
| Inhibition rate (%) | -0.77  | -4.85      | -0.38       | 0.64       | 20.27      | 86.58       | 96.72      | 94.74      |
|                     | $\pm 10.65$  | $\pm 7.99$ | $\pm 10.91$ | $\pm 9.63$ | $\pm 2.23$ | $\pm 19.30$ | $\pm 6.57$ | $\pm 8.68$ |

**Table 5. Inhibitory effect of *Phellinus linteus* mushroom rice on the infection of Human rotavirus YO in MA-104 cell**

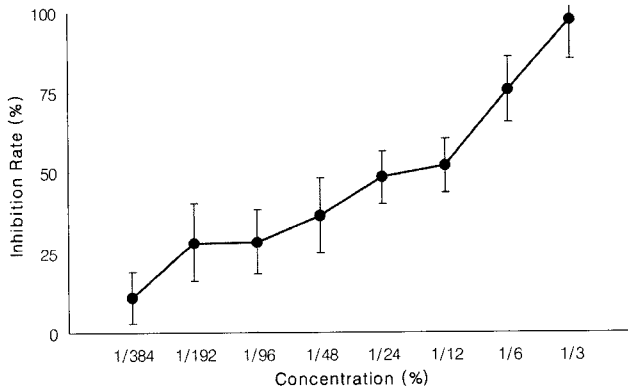
|                     | <i>Phellinus linteus</i> mushroom rice concentration (%) |       |        |       |       |        |       |       |
|---------------------|--|-------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|
|                     | 1/384  | 1/192 | 1/96   | 1/48  | 1/24  | 1/12   | 1/6   | 1/3   |
| Inhibition rate (%) | 9.10   | 6.38  | 11.26  | 14.18 | 18.98 | 55.17  | 59.57 | 59.77 |
|                     | ±10.65   | ±7.99 | ±10.91 | ±9.63 | ±2.23 | ±19.30 | ±6.57 | ±8.68 |

**Table 6. Inhibitory effect of *Phellinus linteus* mushroom rice on the infection of human rotavirus K-21 in MA-104 cell**

|                     | <i>Phellinus linteus</i> mushroom rice concentration (%) |        |       |        |       |       |        |        |
|---------------------|--|--------|-------|--------|-------|-------|--------|--------|
|                     | 1/384  | 1/192  | 1/96  | 1/48   | 1/24  | 1/12  | 1/6    | 1/3    |
| Inhibition rate (%) | 10.98  | 28.18  | 28.37 | 36.32  | 48.31 | 51.95 | 75.60  | 97.56  |
|                     | ±7.92  | ±12.00 | ±9.93 | ±11.61 | ±8.30 | ±8.40 | ±10.07 | ±12.50 |



**Fig. 4 Inhibitory effect of *Phellinus linteus* mushroom rice on the infection of YO in MA-104 cell.**



**Fig. 5. Inhibitory effect of *Phellinus linteus* mushroom rice on the infection of K-21 in MA-104 cell.**

를 Table 6과 Fig. 5에 나타내었다. K-21에 대한 상황미 추출물의 감염억제효과는 가장 높은 농도인 1/3%일 때 97.56±12.50%로 가장 높게 나타났고, 상황미 추출물의 농도가 1/12%, 1/48%와 1/192%일 때 세포 감염 억제 효과는 각각 51.95±8.40%, 36.32±11.61%와 28.18±12.00%로 나타났으며, 상황미 추출물이 가장 낮은 농도인 1/384%에서 가장 낮은 10.98±7.92%의 세포 감염 억제 효과를 나타내어 상황미 추출물의 농도가 낮아질수록 HRV 감염 억제 효과도 낮아짐을 알 수 있었다.

### 요 약

본 연구에서는 상황미 추출물을 이용하여 병원성 식중독 균(*S. aureus* 305, *L. monocytogenes* ATCC 19114, *E. coli* O157:H7 ATCC 42894, *E. coli* O55)에 대한 항균효과와 human rotavirus(KU, S2, YO, K-21)에 대한 억제효과를 알아보기 위해서 수행되었다. 그 결과는 다음과 같다.

항균성 테스트에서 *S. aureus* 305는 18 mm, *L. monocytogenes* ATCC 19114는 20 mm, *E. coli* O55는 13 mm의 inhibition zone이 생성되었으나, *E. coli* O157:H7 ATCC 42894는 inhibition zone이 생성되지 않았다. MTT assay 방법에 따라 실시한 1/3% 상황미 추출물의 human rotavirus에 대한 억제효과는 K-21이 97.56±12.50%, S2가 94.74±8.68% YO가 59.77±8.68%, KU가 90.52±18.42%로 각각 나타났다. 이러한 결과로 보아 상황미 추출물은 병원성 식중독균과 다양한 유아 rotavirus 모두에게 억제 효과가 있는 것으로 확인되었다.

### 참고문헌

1. Cha, K. J., Yu, D. Y., Lee, C. K., and Yu. J. H. 1999. Effect of bovine and human lactoferrin on MA 104 cell infected with human rotavirus. *J. Kor. Soc. Virol.* **29**, 87-99.
2. Chiarini, A., Arista, S., Giammanco, A., and Sinatra, A. 1983. Rotavirus persistence in cell culture: select of resistant cells in the presence of fetal calf serum. *J. Gen. Virol.* **64**, 1101-1110.
3. Chihara, G., Maeda, Y., Hamuro, J., Sasaki, T., and Fukuoka, F. 1969. Inhibition of mouse sarcoma 180 by polysaccharide from *Lentinus edodes*. *Nature* **222**, 687-688.
4. Feng, N., Burns, J. W., Bracy, L., and Greenberg, H. B. (1994) Comparison of mucosal and systemic humoral immune responses and subsequent protection in mice orally inoculated with a homologous rotavirus. *J. Virol.* **68**, 7766-7773.
5. Hufford, C. D., Funderburk, J. M., Morgan, J. M., and Robertson, L. W. 1975. Two antimicrobial alkaloids from heartwood of *Liriodendron tulipifera* L. *J. Pharm. Sci.* **64**, 789-

- 792.
5. Ikegawa, T., Nakanishi, M., Uehara, N. and Chihara, G. 1968. Antitumor action of some basidiomycetes, especially *Phellinus linteus*. *Gann* **59**, 155-157.
  6. Ji, J. H., Kim, M. N., Chung, C. K., and Han, S. S. 2000. Antimutagenic and cytotoxicity effects of *Phellinus linteus* extracts. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **29**, 322-328.
  7. Kaljot, K. T., Shaw, R. D., Rubin, D. H., and Greenberg, B. H. 1988. Infectious rotavirus enters cells direct cell membrane penetration, not by endocytosis. *J. Virol.* **62**, 1136-1144.
  8. Kim, I. H., Jin, E. J., and Lee, J. H. 2006. Antioxidant and antimicrobial activities of cambodian mushroom. *Phellinus linteus*. *Environ. Mut. Carcin.* **26**, 41-44.
  9. Kim, Y. S., Park, K. S., Park, H. K., and Kim, S. W. 1999. Compositional sugar analysis of antitumor polysaccharides by HPLC and GC. *Arch. Pharm. Res.* **17**, 337-342.
  10. Kwon, S. H., Kim, C. N., Kim, C. Y., Kwon, S. T., Park, K. M., and Hwangbo, S. 2003. Antitumor activities of protein-bound polysaccharide extracted from mycelia of mushroom. *Korean J. Food Nutr.* **16**, 15-21.
  11. Lee, J. W. and Bang, K. W. 2001. Biological activity of *Phellinus* spp.. *Food Ind. Nutr.* **6**, 25-33.
  12. Lee, K. H., Kwon, H. J., Chun, S. S., Kim, J. H., Cho, Y. J., and Cha, W. S. 2006. Biological activities of extracts from *Phellinus linteus*. *J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem.* **49**, 298-303.
  13. Rhee, Y. K., Han, M. J., Park, S. Y., and Kim, D. H. 2000. In vitro and in vivo antitumor activity of the fruit body of *Phellinus linteus*. *Korean J. Food Sci. Technol.* **32**, 477-480.
  14. Ruggeri, F. M. and Greenberg, H. B. 1991. Antibodies to the trypsin cleavage peptide Vp8 neutralize rotavirus by inhibiting binding of virions to target cells in culture. *J. Virol.* **65**, 2211-2219.
  15. Song, C. H., Ra, K. S., Yang, B. K., and Jeon, Y. J. 1998. Immuno-stimulating activity of *Phellinus linteus*. *Kor. J. Micol.* **26**, 86-90.
  16. Weber, J. M., Ruzindana-Umunyana, A., Imbeault, L., and Sircar, S. 2003. Inhibition of adenovirus infection and adenine by green tea catechins. *Antiviral Res.* **58**, 167-173.

---

(2007. 5. 4. 접수/2007. 8. 1. 채택)