

민간뿌리버섯(*Oudemansiella radicata*)의 자실체로부터 추출한 조다당류의 항암 및 면역 활성 효과에 관한 연구

김상범 · 이건우 · 이우윤 · 이태수*

인천대학교 생물학과

Studies on Immuno-Modulatory and Antitumor Effects of Crude Polysaccharides Extracted from Fruiting Body of *Oudemansiella radicata*

Sang Beom Kim, Geon Woo Lee, U-Youn Lee and Tae Soo Lee*

Department of Biology, University of Incheon, Incheon 402-749, Korea

(Received December 14, 2007)

ABSTRACT: *Oudemansiella radicata*, edible and medicinal mushroom belonging to Agaricales of Basidiomycota, has been known to exhibit outstanding curative effects on the fungal infection and hypertension caused by high blood pressure. Neutral saline soluble (0.9% NaCl), hot water soluble and methanol soluble substances (hereinafter referred to Fr. NaCl, Fr. HW and Fr. MeOH, respectively) were extracted from fruiting body of the mushroom. *In vitro* cytotoxicity test showed that Fr. NaCl was not cytotoxic against NIH3T3 and Sarcoma 180 at the concentration of 10~1,000 $\mu\text{g/ml}$. Intraperitoneal injection with Fr. NaCl exhibited antitumor activity with life prolongation effect of 42.9~66.7% in mice inoculated with Sarcoma 180. Fr. NaCl improved the immunopotentiating activity of B lymphocyte by increasing the alkaline phosphatase activity by 1.4~3 folds compared with controlled and LPS groups, respectively. Intraperitoneal injection with Fr. MeOH increased the numbers of peritoneal exudate cells and circulating leukocytes by 3.5 and 2.5 folds, respectively. Therefore, the antitumor effect exhibited on mouse Sarcoma 180 cells was likely due to immuno-modulating activity of crude polysaccharides extracted from fruiting body of *O. radicata*.

KEYWORD: Antitumor effect, Crude polysaccharides, Immuno-modulatory, *Oudemansiella radicata*

버섯의 항암 성분에 관한 실용적인 연구는 Chihara *et al.*(1970)이 표고(*Lentinus edodes*)의 자실체로부터 β -1,3-glucan를 분리하여 이 다당체가 Sarcoma 180 종양에 강한 억제 효과가 있다는 것을 보고한 후 lentinan이라는 이름으로 상업화에 성공하였고, Komatsu *et al.*(1969)은 치마버섯(*Schizophyllum commune*)의 배양여액으로부터 항암성을 지닌 고분자 물질인 β -1, 3; β -1, 6-glucan을 분리하여 이를 대체의약품 항암제인 schizophyllan으로 개발하였다. 버섯 유래의 항암성 고분자다당류는 일반적으로 기존의 인공합성 항암제와는 달리 암세포에 직접 작용하기보다는 숙주매개성 면역기능을 증가시켜 면역계와 관련된 보체와 대식세포를 활성화하여 치료 효과를 나타내기 때문에 독성과 부작용이 거의 없다는 장점이 있다 (Sugihara *et al.*, 1972). Suzuki *et al.*(1982)은 치마버섯에서 추출한 schizophyllan의 항암작용 기전이 숙주의 면역세포인 대식세포와 T 림프구 등의 활성화에 의한 것임을 보고하였다.

민간뿌리버섯(*Oudemansiella radicata*)은 분류학적으로 송이과(Tricholomataceae), 민간뿌리버섯속(*Oudemansiella*)에 속하는 버섯으로서 봄부터 가을에 걸쳐 땅속에 묻힌 활엽수의 썩은 나무나 낙엽이 잘 분해된 땅위에 단생한다. 자실체는 지름이 4~10 cm로 처음에는 반구형이나 평판구형을 거쳐 볼록한 편평형으로 표면에는 약간의 주름이 있다. 갓 표면은 담갈색~담회갈색이며, 습하면 점성이 있고 조직은 회갈색~백색이다. 대의 상부는 백회색이고 가늘며 기부는 약간 굽어졌다가 가늘어져서 뿌리모양이며 땅 속 3~4 cm의 깊이까지 뻗어있다(박과 이, 1991). 민간뿌리버섯은 맛과 향기가 뛰어나 식용으로서의 가치도 매우 높으며 예로부터 중국에서는 암, 고혈압, 진균감염증 등의 치료에 이 버섯을 이용해왔다(박과 이, 1999).

이와 같이 버섯으로부터 추출한 물질이 면역체계를 활성화시켜 항암효과를 나타내거나 고혈압이나 진균증의 치료에 이용이 가능하다는 것이 밝혀짐에 따라 많은 종류의 버섯을 대상으로 유용물질을 검색하여 이를 실용화 하려는 연구가 활성화되고 있다. 따라서 본 연구에서는 민간뿌리버섯으로부터 중성염용액(0.9% NaCl), 메탄올(80%)

*Corresponding author <E-mail: tslee@incheon.ac.kr>

및 열수를 이용하여 조다당류를 추출한 뒤 이들 추출물을 세포주와 생쥐에 투여하여 나타나는 면역증강과 항암효과에 대한 실험 결과를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험은 2002년 9월 동구릉으로 채집한 민긴뿌리버섯(*Oudemansiella radicata*)의 자실체에서 순수분리한 균사체를 이용하여 참나무톱밥에 10%의 미강을 첨가한 톱밥배지에서 2005년 8월 인공재배한 자실체를 수확하여 수행하였다. 수확한 신선한 자실체는 50°C에서 24시간 동안 건조시키고 분쇄하여 실험에 사용하였다. 또한 민긴뿌리버섯의 균사체를 순수분리하여 인천대학교 야생버섯균주은행에 기탁하였다(보관번호 IUM 766).

성분의 추출 및 분리

조 등(1995a, b)과 심 등(2003a)의 방법에 따라 중성염 용액(0.9% NaCl), 80% 메탄올 및 열수로 추출하였으며, 추출한 물질은 각각의 수율을 조사하였다.

암세포에 대한 세포독성

실험에 사용한 세포주는 정상세포로는 마우스 섬유아세포 NIH3T3, 암세포로는 인간 대장암세포 HT-29 및 마우스 육종암세포 Sarcoma 180을 사용하였으며, 세포독성 실험은 Denizot and Lang(1986)의 방법에 따라 수행하였다. HT-29와 NIH3T3 세포는 1×10^5 cells/ml의 세포를 96 well microtiter plate에 100 μ l씩 주입한 후 37°C, 5% CO₂ 배양기에서 24시간 동안 배양하였다. 각 추출물의 농도가 10~2000 μ g/ml이 되도록 조정 후 100 μ l씩 세포에 처리하여 37°C, 5% CO₂ 배양기에서 24시간 동안 배양한 후 5 mg/ml의 3-(4,5-dimethyl-2-thiazolyl)-2,5-diphenyl-2H-tetrazolium bromide(MTT) solution을 10 μ l를 각 well에 첨가한 후 4시간 동안 암 상태로 배양하였다. 푸른색의 MTT formazan이 생성되면 dimethylsulfoxide(DMSO) 100 μ l로 용해시켜 ELISA plate reader를 이용하여 570 nm에서 흡광도를 측정하였다.

Sarcoma 180은 2×10^5 cells/ml의 세포를 96 well microtiter plate에 50 μ l씩 주입하고 각 추출물의 최종 농도를 10~2000 μ g/ml이 되도록 암세포에 처리하여 최종 용적이 100 μ l가 되도록 하고 37°C, 5% CO₂ 배양기에서 24시간 배양하였다. 1 mg/ml 2,3-bis(2-methoxy-4-nitro-5-sulphophenyl)-2H-tetrazolium-5-carboxanilide(XTT) solution 당 25 μ M phenazine methosulfate가 포함된 용액을 well 당 30 μ l씩 처리하여 암 조건에서 2시간 배양한 후 ELISA plate reader를 이용하여 450 nm 파장에서 흡광도를 측정하였다. 실험군의 흡광도를 대조군의 흡광도와 비교하여 생존율을 구하였고, 50% inhibition concentration

(IC₅₀)은 실험군이 대조군에 비해 생존율이 50% 감소하는 값을 의미한다.

$$\text{Viability (\%)} = (T - B)/(C - B) \times 100$$

T : 실험군의 평균 흡광도

C : 대조군의 평균 흡광도

평균 수명 증가효과

Sarcoma 180을 5×10^6 cells/ml이 되도록 부유시켜 0.2 ml씩(1×10^6 cells/mouse) ICR 마우스의 복강에 이식하여 복수암을 유발시키고 Sarcoma 180을 이식한 24시간 후부터 20 mg/kg body weight 농도의 추출물을 생리식염수에 용해시켜 0.22 μ m의 membrane filter로 여과시킨 후 각각의 추출물을 매일 1회 10일간 복강 내에 0.2 ml씩 투여하였다. 대조군에는 같은 기간, 동량의 생리식염수를 투여하였으며, Sarcoma 180 최종 투여 후 32일까지 관찰하여 평균 수명 일수를 계산하고 다음 식으로 increase of life span(ILS)을 계산하여 암세포의 성장 억제 효과를 평가하였다.

$$\text{ILS} = [(T - C)/C] \times 100$$

C : 대조군의 평균 수명(일)

T : 실험군의 평균 수명(일)

마우스의 B 임파구 활성화에 미치는 영향 분석

Ohno *et al.*(1986)의 방법에 따라 분화된 B 임파구의 표면에 발현되는 alkaline phosphatase를 측정하였다. 준비된 비장세포를 1×10^6 cells/ml의 농도로 조정하여 well 당 100 μ l씩 분주하고 50, 200, 500 μ g/ml의 추출물과 양성 대조군으로 5, 50 μ g/ml의 LPS(lipopolysaccharide)를 가하여 최종 부피가 200 μ l가 되도록 하였다. 37°C, 5% CO₂ 배양기에서 48시간 배양한 후, 세포 배양액을 원심분리하고 침전물에 1 mM MgCl₂를 포함한 50 mM sodium carbonate buffer(pH 9.0)에 1 mg/ml이 되도록 *p*-nitrophenyl phosphate를 첨가한 용액을 100 μ l씩 가한 다음 37°C, 5% CO₂ 배양기에서 1시간 반응시켰다. 차가운 0.3 N NaOH 용액 50 μ l를 가하여 반응을 종결시킨 후 405 nm에서 흡광도를 측정하였으며 다음 식에 따라 계산하였다.

$$\begin{aligned} &\text{Alkaline phosphatase activity}(\rho\text{-nitrophenol } \mu\text{mol} \\ &\quad / 1 \times 10^5 \text{ lymphocytes/60 mins.}) \\ &= 1.15 \times \text{O. D. at 405 nm} \end{aligned}$$

총 복강세포 수에 미치는 영향 분석

6주령의 ICR 웅성 마우스를 실험군과 대조군으로 나누어 3일간 연속으로 10, 20, 50 mg/kg body weight의 농도로 추출물을 복강 내에 투여하였고, 대조군은 생리 식염수를 투여하였다. 추출물 투여 최종일로부터 24시간 후

마우스를 경추탈골시켜 10 ml의 PBS buffer(pH 7.2)로 복강 내를 세척한 다음 복강 세포를 채취하여 Turk's solution으로 염색한 후 혈구계수기를 이용하여 측정하였다.

혈 중 백혈구 수와 면역 장기 중량에 미치는 영향 분석

6주령의 ICR 웅성 마우스를 실험군과 대조군으로 나누어 10일간 연속으로 복강 내에 10, 20, 50 mg/kg body weight의 농도로 추출물을 투여하였으며, 대조군은 생리식염수를 투여하였다. 추출물 투여 최종일로부터 2일 후 심장체혈하여 혈액을 채취하여 Turk's solution으로 염색하여 혈구계수기로 백혈구 수를 측정하였다. 또한 간, 비장 및 흉선을 적출하여 중량을 측정하였고 상대장기 중량은 장기의 중량을 부검 전 체중으로 나누어 백분율로 산출하였다.

결과 및 고찰

성분의 추출 및 분리

추출방법에 따라 얻어진 각 추출물의 수득율을 비교하였다. 민긴뿌리버섯의 경우 80% 메탄올을 이용한 추출물이 92.5 g로 18.5%의 수득률을 보였으며, 중성염 추출물이 5.3%의 수득률을 보였다. 열수를 이용한 추출물이 1.5%로 가장 적은 수득율을 나타내었다(Table 1).

반면에 심 등(2003b)의 삼색도장버섯 실험에서는 메탄올, 중성염 및 열수로부터 추출된 다당류의 추출물은 각각 2.7%, 0.4%, 1.0%로 민긴뿌리버섯의 조다당류 추출물은 삼색도장버섯에 비해서는 높게 나타났다. 이와 같은 결과는 자실체에서 서로 다른 용매로 추출되는 조다당류의 양은 버섯의 종류에 따라 다르게 추출되는 것을 보여준 것으로 사료된다.

평균 수명 증가효과

민긴뿌리버섯 추출물이 *In vitro*에서 마우스 육종암세포인 Sarcoma 180에 미치는 효과를 분석한 결과(Fig. 1), 3 종류의 추출물이 42.9~66.7%의 생명연장효과를 나타냈다. 대조군의 평균 생존 일수는 21일이었으며, 중성염을 20

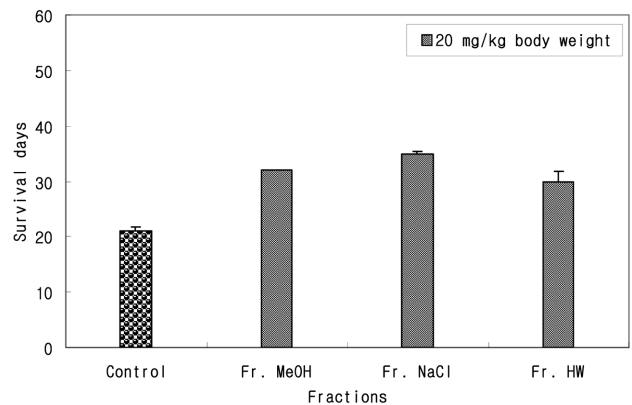


Fig. 1. Effect of crude polysaccharides extracted from fruiting body of *Oudemansiella radicata* on the life span of ICR mice inoculated with Sarcoma 180 (i.p. injection^a). ^ai.p. injection intraperitoneal injection. ^bFr. NaCl; Fraction extracted with 0.9% NaCl solution, Fr. HW; Fraction extracted with hot water, Fr. MeOH; Fraction extracted with 80% methanol. Each experimental group consisted of 10 mice. ^cSurvival days of each animal in experimental group were counted individually and the mean survival days ($M \pm S.E.$: mean $\pm$ standard error) of each groups were calculated. ^dILS: Increase of life span.

mg/kg body weight 투여한 실험군의 평균 생존일수가 35일로 67.5%의 높은 효과를 나타내었다. 매미눈꽃동충하초(심 등, 2003a), 삼색도장버섯(심 등, 2003b)의 추출물을 이용한 연구에서도 이와 유사한 결과가 보고되었다. 이는 민긴뿌리버섯에서 추출한 조다당류를 투여한 생쥐에서 나타나는 평균수명 연장효과가 이들 조다당류에 함유되어 있는 물질 중 일부가 생쥐의 면역을 증강시켜 항암효과를 나타내게 한 것으로 추정된다.

암세포에 대한 세포독성

정상세포와 암세포에 대한 민긴뿌리버섯 추출물의 직접적인 세포독성 실험을 한 결과 정상세포주인 NIH3T3와 마우스 육종암세포 Sarcoma 180에 대하여 3 종류의 추출물에서 1000 $\mu\text{g/ml}$ 의 농도에서 70% 내외의 생존율을 나타내었다(Fig 2). 매미눈꽃동충하초(심 등, 2003a), 삼색도장버섯(심 등, 2003b)의 추출물을 이용한 연구에서도 이와 유사한 결과가 보고되었는데 이와 유사하게 민긴뿌리버섯에서 추출한 조다당류가 생쥐에 대해 독성이 매우 낮았다. 따라서 이들 추출물을 투여한 생쥐에서 나타난 생명연장효과는 암세포에 직접적인 세포독성을 주어 이들 추출물이 암세포의 증식을 저하시키기보다 생체 내 면역체계의 증강에 의한 것으로 사료된다. 또한 100 mg/ml의 농도에서 NIH3T3와 Sarcoma 180의 세포생존율에 미치는 영향을 관찰한 결과 전체적으로 80~100% 정도의 범위를 나타내었는데, 이중 중성염 추출물이 NIH3T3에 대하여 78%, 열수 추출물이 Sarcoma 180에 대하여 72%

Table 1. Recovery rate of crude polysaccharides extracted from fruiting body of *Oudemansiella radicata* by various extraction methods

Fraction ^a	Weight of the used mushroom (g)	Weight of extract (g)	Recovery rate ^b (%)
Fr. MeOH	500	92.5	18.5
Fr. NaCl	500	26.5	5.3
Fr. HW	500	7.5	1.5

^aFr. NaCl; Fraction extracted with 0.9% NaCl solution, Fr. HW; Fraction extracted with hot water, Fr. MeOH; Fraction extracted with 80% methanol.

^bRecovery rate (%) = [Weight of extract (g)/Weight of the used mushroom (g)] $\times$ 100.

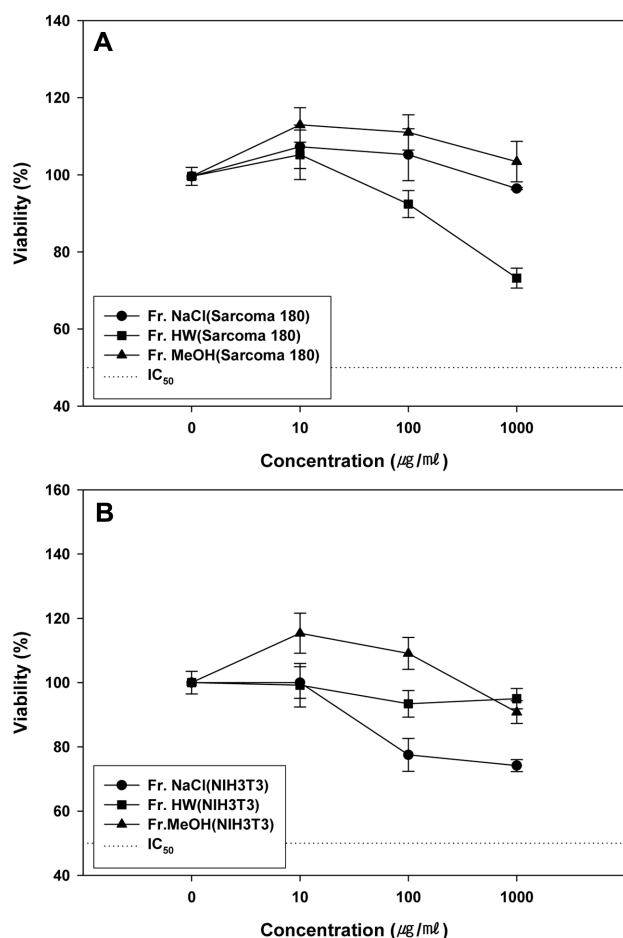


Fig. 2. *In vitro* cytotoxicity of fractions extracted from fruiting body of *Oudemansiella radicata* against (A) NIH3T3 and (B) Sarcoma 180. Concentration of cells was 1×10^4 cells/well. The Fr. NaCl fraction was extracted with 0.9% NaCl solution. The Fr. HW fraction was extracted with hot water. The Fr. MeOH fraction was extracted with 80% methanol. IC_{50} means 50% inhibition concentration.

가량의 세포생존율을 보여주었다. 따라서 민긴뿌리버섯의 추출물이 일반적으로 암세포나 정상세포에는 독성을 갖고 있지 않다고 사료된다.

마우스 B 임파구 활성화에 미치는 영향 분석

B 임파구가 분비하는 alkaline phosphatase의 양을 측정하여 B임파구의 활성을 확인하였다(Fig 3). Alkaline phosphatase는 B cell mitogen의 직접적인 자극을 받는 경우나 T cell mitogen에 의한 lymphokine에 의하여 간접적인 자극을 받음으로써 B 임파구가 형성되는 경우에 활성화되는 것으로 알려져 있으며, 오 등(2004)은 저령(*Grifola umbellata*) 균핵의 중성염용액 추출물이 *Escherichia coli* 0111:B의 LPS보다 6배 이상의 alkaline phosphatase 활성을 보인 것으로 보고한 바 있다.

민긴뿌리버섯도 각각의 추출물이 B 임파구를 활성화시

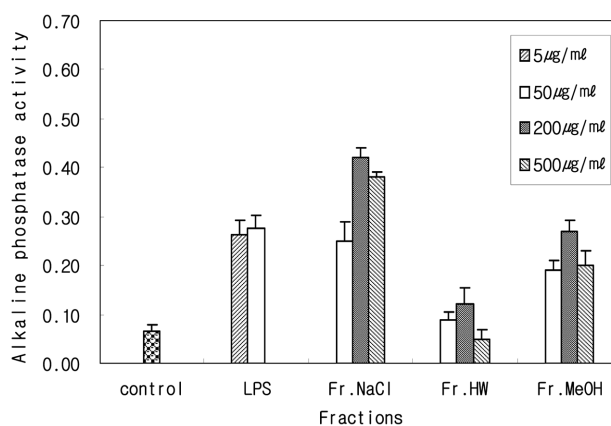


Fig. 3. Effect of fractions extracted from fruiting body *Oudemansiella radicata* on the alkaline phosphatase activity in the murine spleen cells. Alkaline phosphatase activity was calculated as follows: Alkaline phosphatase activity (ρ -nitrophenol $\mu\text{mol/l} \times 10^5$ lymphocytes/60 mins) = $1.15 \times$ optical density at 405 nm. Fr. NaCl fraction was extracted with 0.9% NaCl solution. Fr. HW fraction was extracted with hot water. Fr. MeOH fraction was extracted with 80% methanol. LPS (lipopolysaccharide) was purified from *Escherichia coli* 0111:B and was used in positive control.

키는 것으로 나타났으며, 특히 중성염 추출물을 200~500 $\mu\text{g/ml}$ 농도로 비장세포를 처리한 실험군이 5 $\mu\text{g/ml}$ 농도의 LPS를 처리한 양성대조군보다 1.4배 높은 alkaline phosphatase 활성을 나타내었다. 이는 뽕나무버섯과 비교하여(김 등, 2006) 더 높은 활성효과를 나타낸 것으로 *in vivo* 상태에서 민긴뿌리버섯이 면역을 증강시키는 효과가 매우 큰 것으로 보인다.

총 복강 세포 수에 미치는 영향 분석

3종류의 추출물에 대한 복강 세포수의 증감은 전체적으로 농도에 따라 증가하는 경향을 보였다(Fig. 4). 대조군 1.87×10^5 cells/ml에 비해 열수 추출물이 농도에 따라 1.72×10^5 cells/ml, 2.80×10^5 cells/ml, 6.89×10^5 cells/ml로 증가하는 것을 볼 수 있었고, 메탄올 추출물의 경우 $2.10 \sim 3.1 \times 10^5$ cells/ml 범위로 복강세포의 수가 증가하였다. 이는 각 추출물이 polymorphonuclear leukocytes(PMN)와 macrophage 등의 복강내 면역세포들의 면역활성에 영향을 주게 된 결과로 사료된다.

민긴뿌리버섯에서 추출한 조다당류의 경우 메탄올 추출물과 중성염 추출물을 투여한 실험군이 복강세포수가 증가된 양상을 보였다. 열수추출물의 경우 대조군과 비교할 때 약간 증가하는 경향을 나타내었다. 중성염 추출물을 50 mg/kg body weight으로 투여한 실험군의 경우 대조군에 비해 2배 가까운 증가를 나타내었는데 이 결과도 면역이 증강된 결과로 판단된다.

심 등(2003b)은 삼색도장버섯의 중성염 추출물을 50 mg/

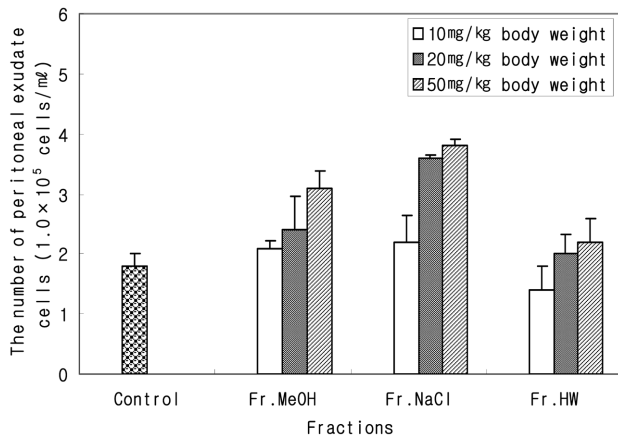


Fig. 4. Effect of Fr. NaCl extracted from fruiting body of *Oudemansiella radicata* on the number of peritoneal exudate cells in ICR mice. Fr. NaCl fraction was extracted with 0.9% NaCl solution. Fr. HW fraction was extracted with hot water. Fr. MeOH fraction was extracted with 80% methanol.

kg body weight으로 투여한 생쥐의 복강세포수는 대조군에 비해 10배 증가했다고 보고하였다. Gross *et al.*(1980)에 따르면 복강세포 중 polymorphonuclear leukocytes (PMN)와 macrophage 등의 면역세포들은 생체내에서 직접적인 식균작용이나 체액성 및 세포성 면역을 나타내는 역할을 하기 때문에 복강세포수의 증가는 면역체계를 강화시키는 것으로 볼 수 있다고 보고하였다.

특히 Hamuro *et al.*(1978)은 $\beta(1 \rightarrow 3)$ -glucan-type lentinan을 투여한 생쥐로부터 얻어진 복강 세포가 종양 세포에 대한 세포독성이 대조군에 비하여 훨씬 증가했다고 보고하였다. 또한, 이 등(1987)은 잣빛만가닥버섯(*Lyophyllum decastes*)의 배양 균사로부터 추출한 lyophyllan A를 투여하여 복강 세포를 얻은 후, 이를 Sarcoma 180과 함께 투여한 경우와 Sarcoma 180만을 투여한 경우를 비교한 결

Table 2. Effect of crude extracts from fruiting body of *Oudemansiella radicata* on the numbers of circulating leukocytes in ICR mice

Group ^a	Dose (mg/kg body weight)	No. of mice	No. of leukocytes ($\times 10^6/ml$)
Control	—	10	1.7 $\pm$ 0.49 ^b
Fr. MeOH	10	10	2.2 $\pm$ 0.48
Fr. MeOH	20	10	3.1 $\pm$ 0.79
Fr. MeOH	50	10	3.7 $\pm$ 0.42
Fr. NaCl	10	10	2.2 $\pm$ 0.81
Fr. NaCl	20	10	3.5 $\pm$ 0.19
Fr. NaCl	50	10	3.5 $\pm$ 0.15
Fr. HW	10	10	1.2 $\pm$ 0.11
Fr. HW	20	10	3.1 $\pm$ 0.51
Fr. HW	50	10	2.7 $\pm$ 0.86

^aFr. NaCl; Fraction extracted with 0.9% NaCl solution, Fr. HW; Fraction extracted with hot water, Fr. MeOH; Fraction extracted with 80% methanol.

^bMean $\pm$ S.E.

과, 전자의 경우가 대조군의 3%에 지나지 않아 lyophyllan A를 주사하여 얻어진 복강세포와 Sarcoma 180을 투여한 군이 더 높은 항암 효과를 나타내었다고 보고하였다. 따라서 이들 결과와 비교해 볼 때 본 실험에서 복강세포 수가 증가했다는 것은 뽕나무버섯과 민긴뿌리버섯의 β -D-glucan 분획이 생쥐에 높은 항암효과와 면역증강효과를 나타낸 것으로 판단된다.

혈액 중 백혈구 수에 미치는 영향

백혈구는 체내 혈액을 구성하는 주요 성분으로 호중구, 호산구, 호염기구, 임파구, 단핵구 등으로 구성되어있으며 또한 외부의 감염으로부터 생체를 방어하는 면역반응에 관여하는 1차적 세포로서 중요한 기능을 한다(Arthur and Guyton, 1986).

각 추출물이 *in vitro*에서 면역반응에 미치는 1차적인

Table 3. Effect of Fr. NaCl^a extracted from fruiting body of *Oudemansiella radicata* on the body and immunoorgan weight of ICR mice.

	Treatment			
	Control	Fr. MeOH	Fr. MeOH	Fr. MeOH
Dose (mg/kg body weight)	-	10	20	50
NO. of mice	10	10	10	10
Body weight (g)	33.42 $\pm$ 1.38 ^b	34.04 $\pm$ 1.79	34.00 $\pm$ 1.72	33.16 $\pm$ 1.84
Liver weight (g)	1,798 $\pm$ 21.46	2,218 $\pm$ 35.00	2,211 $\pm$ 21.46	2,165 $\pm$ 21.46
Liver/Body (%)	5.38 $\pm$ 0.24	6.51 $\pm$ 0.32	6.50 $\pm$ 0.12	6.52 $\pm$ 0.21
Spleen weight (g)	82.2 $\pm$ 0.15	83.4 $\pm$ 0.41	83.1 $\pm$ 0.39	84.6 $\pm$ 0.16
Spleen/Body (%)	0.24 $\pm$ 0.25	0.24 $\pm$ 0.32	0.24 $\pm$ 0.12	0.25 $\pm$ 0.21
Thymus weight (g)	28.6 $\pm$ 1.72	29.7 $\pm$ 2.17	29.9 $\pm$ 3.28	30.1 $\pm$ 2.91
Thymus/Body (%)	0.08 $\pm$ 0.35	0.08 $\pm$ 0.27	0.08 $\pm$ 0.32	0.09 $\pm$ 0.11

^aFr. NaCl; Fraction extracted with 0.9% NaCl solution.

^bMean $\pm$ S.E.

작용을 알아보기 위하여 10, 20, 50 mg/kg body weight의 농도로 추출물이 투여된 생쥐의 백혈구의 수를 조사하였다. 혈액 내의 백혈구 수는 대조군 1.7 ± 0.49 에 비하여 메탄올 추출물 50 mg/kg body weight이 3.7 ± 0.42 으로 2.1배 이상 증가하였다(Table 2). 중성염 추출물과 열수 추출물은 같은 농도에서 각각 2.0배, 1.5배의 증가율을 보였다.

면역 장기 중량에 미치는 영향

면역관련 장기의 중량변화는 역시 전체적으로 증가하는 양상을 보였으나 결과는 유의성이 없었다(Table 3). 간의 경우 대조군의 중량비 5.38%에 비해 메탄올 추출물의 농도가 10, 20, 50 mg/kg body weight 일 때 각각의 중량비가 6.51, 6.50, 6.52%로 대조군에 비하여 1.2배 가량 증가하는 경향을 보였다. 비장과 흉선의 경우 투여한 조다당류의 농도가 높아질수록 장기의 중량비가 증가하는 추세를 나타냈다.

심 등(2003b)의 실험에서도 삼색도장버섯의 중성염용액 추출물을 투여한 실험군 생쥐의 간, 비장, 흉선의 무게가 대조군에 비해 증가한 것을 확인되었다. 흉선은 면역계의 활성화에 관여하는 내분비기관의 하나로 보고되어 있다 (Gross and Newbern, 1980).

적 요

민긴뿌리버섯은 송이버섯과에 속하는 버섯으로 예로부터 식용은 물론 항암, 고혈압 및 진균감염증의 치료에 널리 이용해온 식의약용 버섯이다. 민긴뿌리버섯의 자실체로부터 중성염용액, 열수 및 메탄올을 이용하여 조다당류를 추출하여 Sarcoma 180에 접종된 ICR mice에 주사하여 수명연장 및 항암효과를 조사하였다. 세포독성 실험결과, 각각의 세포는 10~1000 $\mu\text{g/ml}$ 추출물 농도에서 70% 내외의 생존율을 보여 세포독성을 나타내지 않았다. 각각의 조다당류가 투여된 실험군이 대조군에 비해 평균수명이 각각 42.9~66.7% 연장되었다. 중성염용액 추출물은 B 임파구의 alkaline phosphatase 활성을 대조군과 LPS군에 비해 약 1.4~3배 내외의 증가율을 보였다. 총 복강 세포수도 대조군에 비하여 최고 3.5배 정도 증가하였으며, 혈액 중 백혈구의 수도 대조군에 비하여 약 2.5배 증가하였다. 그리고 면역에 관련된 장기인 간, 비장 및 흉선의 체중이 대조군에 비하여 증가된 것을 확인하였다.

감사의 말씀

본 연구는 인천대학교 자체 연구비지원(2006년도)에 의하여 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참고문헌

- 이태수. 2006. 뽕나무버섯(*Armillaria mellea*)의 자실체에서 추출한 조다당류가 생쥐의 Sarcoma 180에 미치는 억제효과. 한국균학회지 **36**: 98-104.
- 박상신, 유국현, 민태진. 1998. 버섯추출물의 항산화 활성에 관한 연구. 한국균학회지 **26**: 69-77.
- 박완희, 이호득. 1991. 한국의 버섯. 교학사.
- 박완희, 이호득. 1999. 한국약용버섯도감. 교학사.
- 심성미, 임경환, 이우윤, 김정완, 심미자, 이민웅, 이태수. 2003a. 매미눈꽃동충하초(*Paecilomyces sinclairii*)에서 추출한 조다당류의 면역활성 및 항암효과에 관한 연구. 한국균학회지 **31**: 155-160.
- 심성미, 임경환, 김정완, 이우윤, 김하원, 이민웅, 이태수. 2003b. 삼색도장버섯(*Daedaleopsis tricolor*)에서 추출한 조다당류의 면역활성 및 항암효과. 한국균학회지 **31**: 161-167.
- 신혜원, 김하원, 최응칠, 도상학, 김병각. 1985. 한국산 영지의 무기 성분 및 면역 증강 작용에 관한 연구. 생약학회지 **16**: 181-190.
- 조수목, 이재훈, 한상배, 김환목, 유승헌, 유익동. 1995a. *Fomitella fraxinea*로부터 분리한 면역활성 다당류(I)-중성염 용액 추출 다당류의 특성. 한국균학회지 **23**: 332-339.
- 조수목, 이재훈, 한상배, 김환목, 유승헌, 유익동. 1995b. *Fomitella fraxinea*로부터 분리한 면역활성 다당류(II)-열수추출 다당류의 분리 및 특성. 한국균학회지 **23**: 340-347.
- 한만덕, 이은숙, 김영권, 이종우, 정훈, 윤경하. 1998. 영지의 균사체성 β -glucan에 의한 Raw 264.7 대식세포의 nitric oxide 생성. 한국균학회지 **26**: 246-255.
- 水野 卓, 川合正允. 1992.キノコの化学・生物学. 學會出版センタ.
- Arthur, C. and Guyton, M. D. 1986. *Textbook of medical physiology. 7th Ed.* W. B. Saunder company. Pp 51-59.
- Chihara, G., Hamuro, G., Meada, Y., Arai, Y. and Fukoka, F. 1970. Antitumor polysaccharide derived chemically from natural glucan (Pachman). *Nature* **225**: 973-948.
- Chihara, G., Maeda, Y., Hamuro, J., Sasaki, T. and Fukuoka, F. 1969. Inhibition of mouse Sarcoma 180 by polysaccharides from *Lentinus edodes* (Berk.) Sing. *Nature* **222**: 687-688.
- Choi, S. H., Jun, C. D., Lee, B. S., Park, S. D., Oh, J. S. and Chung, H. T. 1993. Effect of various extrinsic and intrinsic factors on the nitric oxide production of murine macrophage. *Kor. J. BRM* **3**: 15-22.
- Denizot, F. and Lang, R. 1986. Rapid colorimetric assay for cell growth and survival modifications to the tetrazolium dye procedure giving improved sensitivity and reliability. *J. Immunol. Methods* **89**: 271-277.
- Gross, R. L. and Newberne, P. M. 1980. Role of nutrition in immunologic function. *Physiol. Rev.* **60**: 188-302.
- Komatsu, N., Okubo, S., Kikumoto, S., Kimura, K. and Saito, G. 1969. Host-mediated antitumor action of schizophyllan, a glucan produced by *Schizophyllum commune*. *Gann*. **60**: 137-44.
- Ohno, N., Arai, Y., Suzuki, I. and Yadomae, T. 1986. Induction of alkaline phosphatase activity in murine spleen cells treated with various mitogens. *J. Pharmacobio-Dyn.* **9**: 593-599.
- Sugihara, T., Yoshioka, Y. and Nishioka, K. 1972. Anticomplementary activity of antitumor polysaccharides. *Nature New Biol.* **235**: 59-60.
- Suzuki, M., Arika, T., Amemiya, T. and Fujiwara, M. 1982. Cooperative role of T lymphocytes and macrophages in antitumor activity of mice pretreated with schizophyllan. *Jpn. J. Exp. Med.* **50**: 59-65.