

민자주방망이버섯 추출물의 항암 효과에 대한 연구

이양숙¹ · 한주영² · 주은영¹ · 신승렬² · 김남우^{1*}

¹대구한의대학교 한방생명자원학과

²대구한의대학교 식품조리영양학부

Study on the Anti-tumor Effects of Extracts from *Lepista nuda* Mushroom

Yang-Suk Lee¹, Joo-Young Han², Eun-Yong Joo¹, Seung-Ryeul Shin² and Nam-Woo Kim^{1*}

¹Dept. of Herbal Biotechnology, Daegu Haany University, Gyeongsan 712-715, Korea

²Dept. of Food Cuisine and Nutrition, Daegu Haany University, Gyeongsan 712-715, Korea

Abstract

This study was carried to investigate the inhibition effects of *Lepista nuda* mushroom extracts on the growth of the human cancer (HepG2, KATOIII, AGS) cells. The fraction I of *Lepista nuda* mushroom extracts strongly inhibited to 71.4~91.8% for the growth of cancer cells. The growth of cancer HepG2, KATOIII and AGS cell which treated with 0.5 and 1 mg/mL of hot water fraction I was inhibited to 71.4% and 85.5%, 45.0% and 86.6%, 71.6% and 90.7% respectively. The growth of cancer cell HepG2, KATOIII and AGS which treated with 0.5 and 1 mg/mL of microwave fraction I was inhibited to 79.8% and 85.2%, 78.6% and 88.9%, 85.8% and 91.8%, respectively. The inhibition ratios of cancer cell growth were higher by microwave extracts than hot water extracts. And the more fraction were insoluble for water, the more inhibition ratios of cancer cell growth were lower.

Key words: mushroom, *Lepista nuda*, anti-tumor, cancer, extract

서 론

버섯은 식물계나 동물계에서 나오는 유기물을 분해하여 자연으로 돌려보내는 분해자와 환원자의 역할을 할 뿐만 아니라, 탄수화물, 단백질, 지질, 무기질, 비타민 등의 영양소를 골고루 함유하고 있으며(1-3), 독특한 맛과 향기를 지니고 있어 예로부터 식용 및 약용으로 널리 이용되어 왔다. 최근에는 버섯이 저 칼로리의 무공해 자연식품으로 인식되면서 그 유용성이 더욱 커지고, 담자균류에 대한 관심과 연구도 증가되고 있다(4,5). 특히 버섯에서 분리되는 2차 대사산물에 대한 연구를 통해서 생체 기능의 조절 및 항암작용, 뇌졸중이나 심장병과 같은 성인병의 예방효과와 개선 효과가 보고됨에 따라 버섯의 질병치료 효과에 대한 관심이 더욱 높아지고 있으며, 산업적 측면에 있어서도 매우 가치 있는 미래의 유용자원 중의 하나로 인식되고 있다(6-8).

Penicillin이나 streptomycin과 같은 항생제의 개발 이후 버섯류의 생리 활성작용에 대한 많은 연구가 진행되고 있으며, 표고버섯(*Lentinus edodes*), 구름버섯(*Coriolus versicolor*), 영지(*Ganoder lucidum*), 갯버섯(*Lepiota procera*), 잎새버섯(*Grifola frondosa*), 느티만가다버섯(*Lyophyllum ulmariunum*), 잔나비불로초버섯(*Ganoderma applanatum*) 등으

로부터 분리한 단백질다당체(protein-bound polysaccharides, PBP)가 항암 효과를 보이는 것으로 밝혀졌다(9-12). 그리고 구름버섯으로부터 krestin(PSK)이 정제되어 항암제로 사용되고 있으며(13,14), 표고버섯의 자실체에서 분리한 β -1,3 glucan인 lentinan이 항암 주사약제로 개발 이용되는 등 항암성(15)과 콜레스테롤 저하, 항혈전 작용(16), 혈압 및 혈당 강하 작용 등이 보고되었다(17,18).

일반적으로 PBP는 종양세포에 직접 작용하여 항암 효과를 나타내지 않고, 면역계의 host mediated 면역 반응에 관여하여 손상된 면역기능을 회복시켜 주거나, 생체 내에서 감염방어 등의 면역기능을 담당하는 보체계(complement system)를 활성화시키며 보체계의 활성화는 항암효과와 밀접한 관계가 있는 것으로 알려져 있다(19). 그리고 생체방어 작용 중 macrophage를 활성화시켜 이물질에 대한 탐식기능을 증진시키고 종양세포에 대하여 독성을 나타내는 것으로 보고되어 있다(20). 또한 버섯에서 분리한 PBP의 항암성은 대부분 암세포에 직접적인 작용보다는 암에 의해 억제된 숙주의 면역 활성을 정상으로 회복시키거나 증강시키는 면역 조절기전에 의한 것으로 보고되어 있다(21,22).

민자주방망이버섯(*Lepista nuda*)은 송이과(Tricholomataceae) 자주방망이속(*Lepista*)에 속하며, 아열대지역을 제

*Corresponding author. E-mail: tree@dhu.ac.kr
Phone: 82-53 819 1438, Fax: 82-53-819-1271

외한 전 세계에 분포한다. 그리고 맛과 향이 뛰어나 미국과 유럽에서 선호도가 높은 식용버섯 중 하나로서, 28종의 유리 아미노산과 7종의 미량금속원소(23), 다량의 비타민 B₁ 등이 함유되어 있으며(24), 생취의 복수암 억제율이 100%에 이르는 등, 높은 항암성 및 당대사 조절능, 신경전도 촉진(25), fibrin 효소활성 및 면역활성화 등의 여러 가지 기능을 가지고 있다(26,27).

본 연구에서는 식용 및 약용으로서의 가치가 매우 높은 것으로 알려져 있으며, 국내에도 널리 자생하는 민자주방망이버섯의 생리활성작용에 대한 연구의 일환으로서 사람 세포주를 대상으로 한 암세포 성장 저해효과를 탐색하기 위하여, autoclave를 이용한 고압 열수 추출방법과 마이크로웨이브 추출방법으로 얻은 민자주방망이버섯의 추출물과 그 분획물로부터 PBP를 추출하여 사람 세포주에 대한 암세포 성장 저해작용을 분석하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 시료는 민자주방망이버섯(*Lepista nuda*)의 자실체로서 경북 경산 지역에 자생하는 자연산 버섯을 채취하여 -75°C의 deep freezer에 보관하면서 본 실험에 사

용하였다.

추출물 제조

추출물 제조는 Ohino 등(28)의 고압 열수 추출방법에 따라 생체 250 g에 증류수 500 mL를 가하여 121°C에서 2시간 동안 추출하였다(29-31). 그리고 마이크로웨이브(CEM matthews NC Mars-X Unit, USA)를 이용하여 생체 250 g에 증류수 500 mL를 넣고 121°C, 150 psi의 압력으로 2시간 동안 추출하였다. 고압 열수 추출물과 마이크로웨이브 추출물을 각각 5,000 rpm에서 30분간 원심분리하여 여액과 잔사를 회수하였다. 회수된 여액은 감압농축(Eyela 400 series, Japan)한 후, 동결 건조하여 그 추출물을 fraction I으로 하였다. 잔사는 5%의 urea를 함유한 10%의 NaOH 용액 500 mL를 첨가하여 4°C에서 24시간 동안 교반한 뒤, 5,000 rpm에서 30분간 원심분리하여 여액과 잔사를 회수하고, 여액은 dialysis tube(Sigma Co.)를 이용하여 72시간 동안 투석하여 감압 농축한 후, 동결 건조하여 fraction II로 하였다. 그리고 남은 잔사에는 다시 5%의 urea가 함유된 10% NaOH 용액 500 mL를 첨가하여 65°C에서 1시간 동안 추출한 뒤, 위와 동일한 방법으로 투석하고 동결 건조하여 fraction III으로 하였으며, 잔사는 위와 동일한 방법으로 투석하고 동결 건조하여 fraction IV로 구분하였다(Fig. 1). 각 분획물은 사람의 암세포 성장 저해작용 실험에 사용하였다.

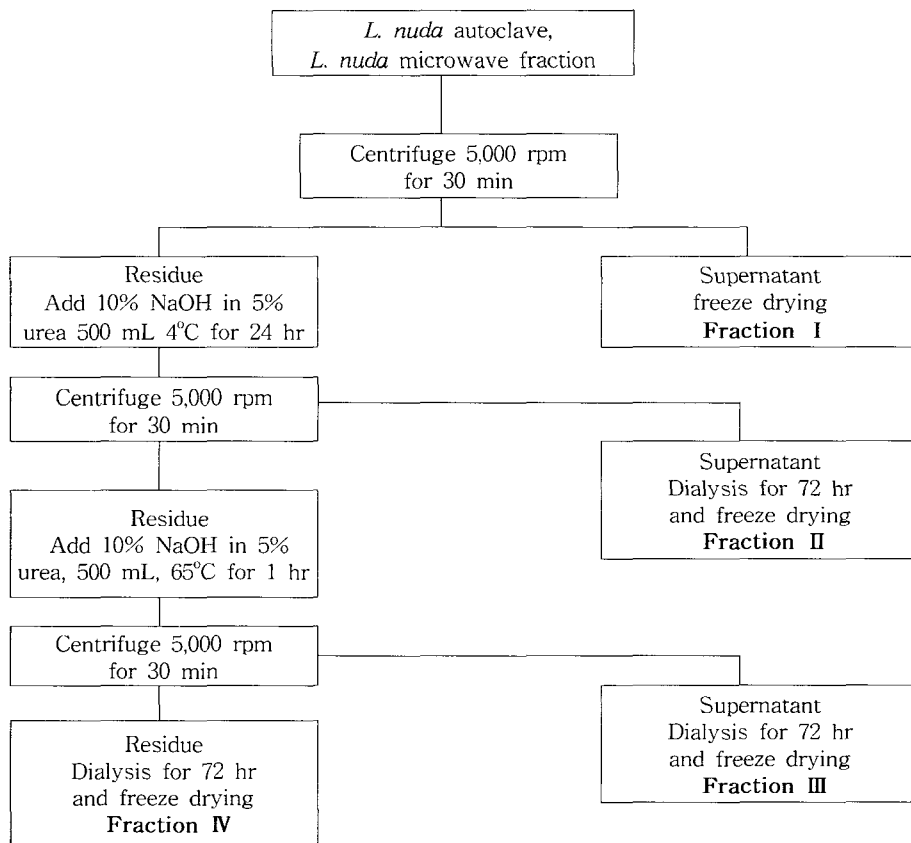


Fig. 1. Flow chart for fractionation of extracts from *Lepista nuda*.

세포주 배양 및 성장 저해효과 측정

본 실험에 사용된 암세포주는 사람의 간암 세포 HepG2 (hepatocarcinoma, human)와 사람의 위암세포인 KATOIII (gastric carcinoma, human), AGS(gastric carcinoma, human)를 Korea Cell Line Bank(KCLB)로부터 분양 받아 RPMI medium 1640 복합배지 및 MEM 배지에 10% fetal bovine serum(FBS)과 1% antibiotic-antimycotic을 첨가하여 5% CO₂ incubator에서 37°C로 2~3일에 한번씩 계대 배양하였다.

시료의 세포 성장 저해정도는 Green 등(32)의 방법에 따라 MTT assay를 실시하였다. 먼저 배양한 세포를 96-well microtiter plate의 각 well에 1×10⁵ cells/well의 농도로 200 µL씩 분주하고, 24시간 동안 배양하였다. 그리고 시료를 각 농도별로 20 µL씩 첨가하여 48시간 배양한 다음, 각 well에 MTT(5 mg/mL) 용액 10 µL를 가하여 4시간 동안 배양한 후, 상등액을 제거하고 각 well에 생성된 formazan 결정을 dimethyl sulfocide(DMSO)에 용해시켜 microplate reader(Molecular Device, Emax)로 540 nm에서 흡광도를 측정하였다.

결과 및 고찰

HepG2 성장저해

민자주방망이버섯의 열수 추출물(AWE)과 마이크로웨이브 추출물(MAE)이 암세포주 HepG2, KATOIII, AGS의 성장에 미치는 영향을 조사하였다. 민자주방망이버섯의 추출물과 분획물의 농도에 따른 사람 간암 세포주 HepG2에 대한 성장 저해효과는 Fig. 2와 같았다. 열수 추출물과 마이크로웨이브 추출물의 분획물인 fraction I 을 1 mg/mL 첨가하였을 때 추출방법 간에 큰 차이가 없이 간암세포주 HepG2에 대하여 높은 성장 저해효과를 나타내었으나 다른 fraction은 성장 저해효과가 낮았다. 열수 추출물의 fraction I 은 0.5 mg/mL와 1 mg/mL 농도에서 각각 71.4%와 85.5%의 암세

포 저해를 나타내었으며, 마이크로웨이브 추출물의 fraction I 도 각각 79.8%와 85.2%의 저해효과를 보였다. 열수 추출물과 마이크로웨이브 추출물의 fraction II는 42.4%~82.3%의 암세포 성장저해를 보였으며, 마이크로웨이브 추출물의 분획물이 열수 추출물의 분획물에 비해 성장 저해율이 높았다. 열수 추출물과 마이크로웨이브 추출물의 fraction III는 12.8%~39.1%, fraction IV에서는 15.4%~39.5%의 HepG2 세포의 성장 저해효과를 나타내었다. 그러나 마이크로웨이브 추출물에서 fraction IV는 0.5 mg/mL 농도에서는 fraction III보다 저해효과가 높은 것으로 나타났으나 1 mg/mL 농도에서는 암세포 성장 저해효과가 전혀 없었다. 그리고 마이크로웨이브 추출물의 fraction I 과 fraction II가 열수 추출물의 fraction I 과 fraction II보다 저해효과가 더 높은 경향을 보였는데, 특히 마이크로웨이브 추출물 1 mg/mL 농도에서는 fraction I 과 fraction II의 효과가 거의 비슷하게 높아 fraction 단계에 따른 차이가 나타나지 않았다. 그리고 fraction III와 fraction IV에서는 오히려 열수추출물의 저해효과가 마이크로웨이브 추출물보다 더 높았다.

띠미로버섯(*Datronia dickinsii*)의 열수 추출물에 대한 HepG2 암세포 저해효과가 40%~42%인 것으로 보고한 Yang 등(33)의 결과와 함께 까치버섯(*Polyozellus multiplex*)의 열수 추출물은 43.3~57.1%, 메탄올 추출물은 43.3%~48.2%, 장수버섯(*Formitella fraxinea*)의 메탄올 추출물은 59%~66%의 암세포 성장저해를 나타내었다는 결과와 비교할 때 (34,35), 민자주방망이버섯에서 추출된 단백질다당체가 훨씬 높은 암세포 성장 저해효과를 나타내는 것으로 분석되었다.

KATOIII 세포 성장 저해효과

Fig. 3은 민자주방망이버섯의 열수 추출물과 마이크로웨이브 추출물의 분획물이 위암세포 KATOIII의 성장 저해에 미치는 영향을 조사한 결과이다. 위암 세포 배양액에 열수 추출물의 각 분획물을 각각 0.5 mg/mL를 첨가하였을 때 위암세포의 성장 저해정도는 47.4%~55.8%로 뚜렷한 차이가

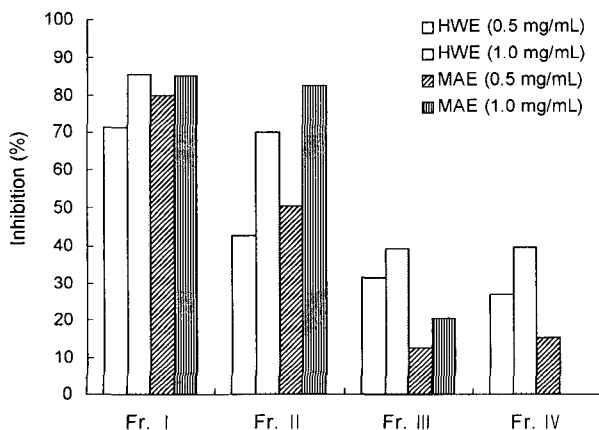


Fig. 2. Inhibition of cancer cell HepG2 growth by fractions of hot water extracts (HWE) and microwave-assisted extracts (MAE) form *Lepista nuda*.

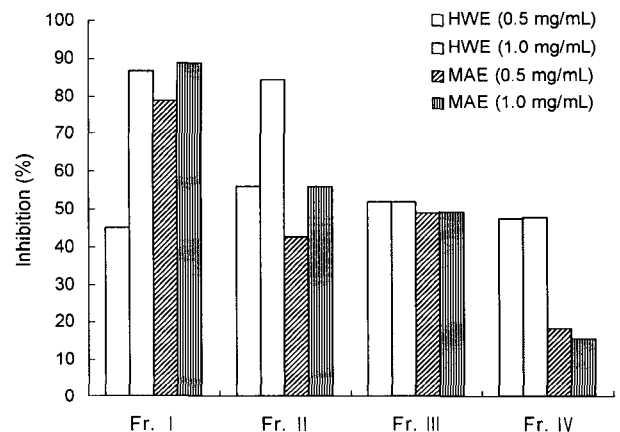


Fig. 3. Inhibition of cancer cell KATOIII growth by fractions of hot water extracts (HWE) and microwave-assisted extracts (MAE) form *Lepista nuda*.

없었으나 1.0 mg/mL을 첨가하였을 때에는 47.9%~86.6%로 fraction I 과 II에서 높은 반면, fraction III와 IV에서는 낮았다.

마이크로웨이브 추출물의 경우에는 fraction I의 저해율이 농도별로 각각 78.6%, 88.9%로서 열수 추출물의 분획물보다 높은 암세포 성장 저해효과를 나타내었으며, fraction II을 제외하고는 모든 조건에서 열수 추출물 분획물의 저해효과가 더 높았다. 마이크로웨이브 추출물의 분획물 fraction III의 KATOIII 세포에 대한 성장 저해효과는 48.7%~51.8%로서 농도에 따른 큰 차이는 없었다.

Fraction IV의 경우에는 열수 추출물이 각각 47.4%와 47.9%정도 KATOIII 세포에 대한 성장 저해효과가 있었으며, 농도에 따른 저해효과의 차이는 없었고, 마이크로웨이브 추출물은 0.5 mg/mL의 농도에서 18.1%, 1 mg/mL에서는 15.6%로서 열수 추출물에 비해 암세포 성장 저해효과가 훨씬 낮았다. 따라서 KATOIII 세포에 대한 성장 저해효과는 마이크로웨이브 추출물이 열수 추출물에 비해 높았고, 용해성이 큰 fraction I에서 그 효과가 매우 높았고, 용해성이 낮은 fraction에서는 낮았다. 또한 아가리쿠스버섯(*Agaricus blazei*) 추출물의 세포 독성 효과에 대해 보고한 Ji 등(36)의 결과에 따르면 1 mg/mL 농도의 메탄올 추출물은 위암 세포주인 KATOIII에 대하여 88.7%의 성장 억제효과를 나타낸다고 한다. 이 결과는 민자주방망이버섯의 고압 열수 추출물의 KATOIII에 대한 억제율 86.6%보다는 다소 높았으나, 마이크로웨이브 추출물의 88.9%와는 비슷한 결과를 보였다.

AGS 성장저해

추출방법에 따른 민자주방망이버섯의 추출물을 용해별 분획한 분획물의 위암 세포주 AGS에 대한 성장 저해효과는 Fig. 4와 같았다. 마이크로웨이브 추출물 fraction I의 1 mg/mL 농도에서 91.8%의 가장 높은 성장 저해효과가 나타났으며, fraction III의 저해효과가 가장 낮았다. Fraction I의 0.5

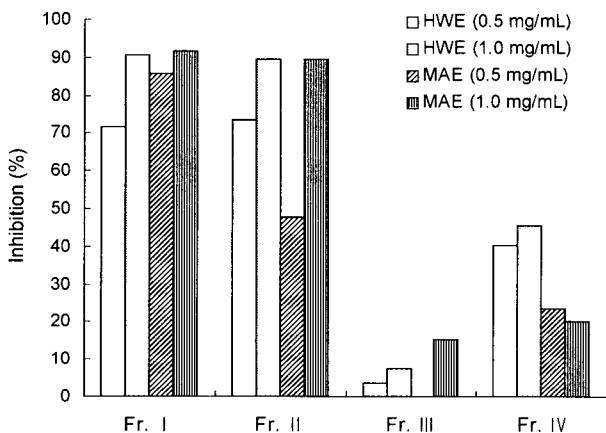


Fig. 4. Inhibition of cancer cell AGS growth by fractions of hot water extracts (HWE) and microwave-assisted extracts (MAE) form *Lepista nuda*.

mg/mL와 1 mg/mL 농도에서 열수 추출물과 마이크로웨이브 추출물은 71.6%~91.8%의 높은 성장 저해효과를 나타내었는데, 각 농도에서 모두 마이크로웨이브 추출물의 저해효과가 더 높았다. 열수 추출물과 마이크로웨이브 추출물의 fraction II의 위암 세포 AGS의 성장저해율은 각각 73.6%, 89.6%, 47.7%와 89.6%로 나타났다. 열수 추출물의 fraction III는 3.79%~7.27%로 암세포 저해효과가 거의 없는 것으로 나타났으며, 마이크로웨이브 추출물의 경우에도 0.5 mg/mL의 첨가에서는 반응이 나타나지 않았고, 1 mg/mL의 농도에서는 15.2%로 항암성이 거의 없는 것으로 나타났다. 열수 추출물의 fraction IV에서는 추출물의 농도가 0.5와 1.0 mg/mL를 첨가하였을 때 위암세포 성장 저해율은 각각 40.3%와 45.5%이었고, 마이크로웨이브 추출물의 경우에는 각각 23.4%와 20.0%이었다.

세포의 종류에 관계없이 민자주방망이버섯의 마이크로웨이브 추출물 fraction I의 1 mg/mL의 농도에서 대부분 가장 높은 암세포 성장 저해율(85.2%~91.8%)을 나타내었으나, 열수 추출물 fraction I의 고농도 처리 결과도 85.5%~90.7%로서 마이크로웨이브 추출물의 효과와 거의 비슷하게 높은 억제율을 보였으며, 저농도보다 고농도에서 효과가 더욱 큰 것을 확인할 수 있다. 그리고 민자주방망이버섯의 열수 추출물과 마이크로웨이브 추출물에서 모두 사람의 위암 세포주 AGS에 대하여 각각 90.7%와 91.8%의 가장 높은 성장 저해효과를 나타내었는데, 특히 고농도에서는 fraction I과 fraction II의 암세포 성장 저해효과가 89.6%에서 91.8% 범위로서 추출단계에 따른 차이가 거의 없이 아주 높게 나타났다. 열수 추출물과 마이크로웨이브 추출물과의 용해성이 낮은 분획물이 암세포에 대한 성장 저해효과가 감소하는 경향이였다. 각 추출물의 fraction II에서도 여전히 42.4%에서 89.6% 범위의 높은 저해효과를 보인다는 것과 AGS 세포주에 대한 fraction III와 fraction IV의 저해율이 다른 조건에서의 저해율과는 대조를 보이는 점이 특징적이다.

가치버섯의 열수 추출물에서 사람 위암 세포주인 SNU668은 0.5 mg/mL 농도에서 72.1%, 1 mg/mL 농도에서 83.6%의 암세포 저해효과를 나타낸다고 보고한 Kim 등(35)의 결과와 장수버섯의 메탄올 추출물에 대한 사람 위암 세포주인 Snu-1에 대하여 86.0% 저해를 나타낸다는 결과(34)와 비교하여 볼 때, 민자주방망이버섯의 열수 추출물과 마이크로웨이브 추출물은 각각 90.7%와 91.8%로 actinomycin D, adriamycin, bleomycin보다는 매우 낮으나 분리 방법의 용이성이 상대적으로 높은 수율과 저독성을 감안해 보면 암세포 성장 저해효과가 매우 높은 것으로 생각된다.

이상의 결과에서 민자주방망이버섯 자실체의 수용성 PBP는 항암 효과가 아주 높은 것으로 분석되었으므로 식용 및 약용으로서 유용성이 입증되어, 유용성분에 대한 연구와 제품 개발의 필요성이 더욱 증대될 것으로 기대된다.

요 약

본 연구는 민자주방망이버섯의 열수추출물과 마이크로웨이브 추출물을 추출용매에 따른 분획물의 암세포(HepG2, KATOIII, AGS) 성장 저해효과를 조사하였다. 민자주방망이버섯의 열수 추출물과 마이크로웨이브 추출물의 fraction I 은 1 mg/mL의 농도에서 암세포의 종류에 관계없이 높은 암세포 성장 저해율(85.2%~91.8%)을 나타내었다. 열수 추출물의 fraction I 을 각각 0.5 mg/mL와 1 mg/mL 농도로 암세포에 첨가하였을 때, 간암세포인 HepG2에서는 71.4%, 85.5%, 위암세포인 KATOIII는 45.0%, 86.6%, AGS는 71.6%, 90.7%의 성장저해를 나타내었다. 마이크로웨이브 추출물 1 mg/mL 처리 시 위암 AGS 세포에 대하여 각각 90.7%와 91.8%의 가장 높은 성장 저해효과를 나타내었다. 열수 추출물과 마이크로웨이브 추출물의 fraction I 은 암세포의 성장억제가 높은 것으로 나타났으나 용해성이 낮은 분획물일수록 암세포의 성장 억제효과가 낮았다. 암세포의 성장억제는 열수 추출물에 비해 마이크로웨이브 추출물이 높았다.

감사의 글

본 논문은 농림기술개발연구과제(203035-03-1-HD110)와 한국과학재단 신진연구자지원(M02-2003-000-20268-0)에 의해 이루어진 연구결과의 일부이며, 이에 감사를 드립니다.

문 헌

1. McConnell JEW, Esselen WB Jr. 1947. Carbohydrates in cultivated mushrooms. *Food Res* 12: 118-152.
2. Zakia-Bano S. 1988. Rajarathnam, *Pleurotus* mushrooms. Part II. Chemical composition, nutritional value, postharvest physiology, preservation, and role as human food. *CRC Rev Food Sci Nutr* 27: 87-158.
3. Hong JS, Kim YH, Kim MK, Kim YS, Sohn HS. 1989. Contents of free amino acids and total amino acids in *Agaricus bisporus*, *Pleurotus ostreatus* and *Lentinus edodes*. *J Food Sci* 21: 58-62.
4. Chang ST, Miles PG. 1989. *Edible mushroom and their cultivation*. CRC Press, New York.
5. Jeong OJ, Yoon HS, Min YK. 2001. Aroma characteristics of Neungee. *Korean J Food Sci Technol* 33: 307-312.
6. Ma SJ. 1983. Effects of the substances extracted from dried mushroom by several organic solvents on the stability of fat. *J Food Sci* 15: 150-154.
7. Chang ST, Hayes WA. 1990. *The biology and cultivation of edible mushrooms*. Academic Press, New York.
8. Chung SY, Kim SH, Kim HS, Kang JS, Cheong HS, Kim GJ, Kim HJ. 1990. Effects of water soluble extract of *Ganoderma lucidum*, kale juice and sodium dextrothyroxine on hormone and lipid metabolism in hypercholesterolemic rats 1. Concentrations of triiodothyronine, thyroxine, blood sugar and lipid composition in serum. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 19: 381-386.
9. Mizuno T, Ohsawa K, Hagiware N, Kuboyama R. 1986.

Fractionation and characterization of antitumor polysaccharides from Maitake, *Grifola frondosa*. *Agric Biol Chem* 50: 1679-1688.

10. Lee JW, Chung CH, Jeoung HJ, Lee KH. 1990. Anti-complementary and antitumor activities of the ikal. extract from the mycelia of *Lentinus edodes* IY-105. *Korean J Appl Microbiol Biotechnol* 18: 571-577.
11. Zhang J, Wang G, Li H, Zhuang C, Mizuno T, Ito H, Suzuki C, Okamoto H, Li J. 1994. Antitumor polysaccharides from a chinese mushroom "Yuhuangmo", the fruiting body of *Pleurotus citrinopileatus*. *Bioci Biotech Biochem* 58: 1195-1201.
12. Park SS, Lee KD, Min TJ. 1995. Study on the screening and development of antibiotics in the mushrooms. *Korean J Mycol* 23: 28-36.
13. Yoshikumi C, Nomoto K, Matsunaga K, Fujii T, Takeya K. 1975. Mouse strain difference in the expression of antitumor activity of PS-K. *Gann* 66: 649-654.
14. Park DW, Shim MHJ, Kim BK. 1979. Studies on constituents of higher fungi of Korea (XVII). Production of antitoplastic components by the submerged culture of *Lentinus edodes*. *Seoul Univ J Pharm Sci* 4: 19-26.
15. Sung JM, Yoo YB, Cha DY. 1998. *Mushroom Science*. Kyo-Hak Publ, Seoul, Korea.
16. 水野 卓, 川合正允. 1992.きのこの化学, 生物学. 學會出版セイヤ, 東京, 日本.
17. Woo MJ. 1983. Studies on antitumor Components of *Flammulina velutipes* of Korea (II). *Korean J Mycol* 11: 147-150.
18. Kabir Y, Kimura S. 1989. Dietary mushrooms reduce blood pressure in spontaneously hypertensive rats. *J Nutr Sci Vitaminol* 35: 91-94.
19. Dennert G, Tucker D. 1973. Antitumor polysaccharide lentina a T cell adjuvant. *J Natl Cancer Inst* 51: 1727-1735.
20. Hamuro G, Wagner H. 1978. β -1,3 glucan mediated augmentation of alloreactive murine cytotoxic T lymphocytes *in vivo*. *Cancer Res* 38: 3080-3088.
21. Wallace PK, Morahan PS. 1994. Role of macrophages in the immunotherapy of lewis lung peritoneal carcinomatosis. *J Leukoc Biol* 56: 41-51.
22. Suzuki I, Itani T, Ohno N, Oikawa S, Sato K, Miyazaki T, Yadomae T. 1984. Antitumor activity of a polysaccharide fraction extracted from cultured fruiting bodies of *Grifola frondosa*. *J Pharm Dyn* 7: 492-550.
23. Park WH. 1998. Studies on inorganic components of Korean wild edible mushrooms-Trace mineral elements of *Armillariella mella*, *Hygrophorus russula*, *Armillariella tabescens*, *Lepista nuda*, *Lepista sordida*, *Hygrocybe conica*. *Korea J Mycol* 21: 273-278.
24. 左藤惠理, 清柳康夫, 菅原龍幸. 1985.キノコ類の遊離アにキノ酸組成について. 日本食品工業學會誌 32: 509-513.
25. Park WH, Lee HD. 1999. *Illustrated book of Korean medicinal mushrooms*. Kyo-Hak Publishing Co., Ltd., Seoul, Korea. p 186.
26. Kim JH, Yoo KH, Kim YS, Seok SJ, Kim YS. 1998. The screening of fibrinolytic activities of extracts from mushrooms in mt. Chiak. *Korea J Mucol* 26: 589-593.
27. Shim SM. 2003. Studies on immuno-modulatory and anti-tumor effects of crude polysaccharides extracted from Korean wild medicinal mushrooms. *PhM Thesis*. Incheon Univ.
28. Ohino N, Miura NN, Nakajima N, Yadomae T. 2000. Antitumor 1,3-glucan from cultured fruit body of *Sparassia crispa*. *Bio Pharm Bull* 23: 866-872.
29. Pare JRJ, Belanger JMR, Stafford MR. 1994. Microwave-

- assisted process; a new tool for the analytical laboratory. *Trends in Analytical Chemistry* 13: 176-184.
30. Kim HK, Kwon YJ, Kwak HJ, Kwon JH. 1999. Oleoresin content and functional characteristic of fresh garlic. *Korean J Food Sci Technol* 31: 329-335.
 31. Lee SB, Lee GD, Kwon JH. 1999. Optimization of extraction conditions for soluble ginseng compounds using microwave extraction system under pressure. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 409-416.
 32. Green LM, Reade JL, Ware CF. 1984. Rapid colometric assay for cell viability: Application to the quantitation of cytotoxic and growth inhibitory lymphokines. *J Immunol Meth* 70: 257-268.
 33. Yang KH, Yang JH, Ryu BH. 1997. Antitumor effects of extracts obtained from *Daedalea dickinsii*. *Kor J Appl Microbiol Biotechnol* 25: 178-182.
 34. Yoon SH, Lim JH, Kim YS, Kim CH, Jo JH, Hwang YS. 1998. Pharmacological effects of proteoglycans extracted from fruiting bodies of *Fomitella fraxinea*. *Korea J Mycol* 26: 511-518.
 35. Kim HJ, Han J, Yang EJ, Lee KR, Lee IS. 2000. Chemoprevention effect of *Polyozellus multiplex*, a wild and edible mushroom. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29: 161-167.
 36. Ji JH, Kim MN, Choi KP, Chung CK, Ham SS. 2000. Antimutagenic and cytotoxicity effects of *Agaricus blazei* Murill extracts. *Korean J Food Sci Technol* 32: 1371-1378.

(2004년 10월 18일 접수; 2005년 2월 17일 채택)