

식용버섯 추출물의 식중독균 및 암세포 증식에 대한 저해 효과

김현정 · 배준태¹ · 이인선[†]

계명대학교 전통 미생물자원 개발 및 산업화 연구센터, ¹아시아대학교 한방식품영양학과

Inhibitive Effects of Edible Mushrooms Extracts on Pathogenic Bacteria and Proliferation of Cancer Cells

Hyun Jeong Kim, Joon-Tae Bae¹ and In-Seon Lee[†]

The Center for Traditional Microorganism Resources, Keimyung University, Daegu 704-701, Korea

¹Department of Oriental Medical Food and Nutrition, Asia University, Kyungsan 712-220, Korea

Abstract

The antibacterial effect of methanol and water extracts from edible mushrooms on the growth of pathogenic bacteria (*Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* O-157, *Listeria monocytogenes*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella typhi*) were investigated. The *Lyophyllum cinerascens* and *Pleurotus ostreatus* methanol extracts treated with 5.0 mg/disc showed the highest antimicrobial activity against 7 kinds of pathogenic bacteria. And methanol extracts of edible mushrooms showed higher antimicrobial activity against gram positive and gram negative microorganisms than water extracts. The methanol extracts of mushrooms revealed high inhibitive activities in cytotoxicity on human cancer HepG2 and HT-29 cells. The growth of cancer HepG2 and HT-29 cells which treated with 1 mg/mL of *Cordyceps militaris* and *Sarcodon aspratus* methanol extracts were strongly inhibited to 67% and 81%, respectively. And most of the methanol extracts exhibited the stronger effects against these cells, at the same concentration, comparing with water extracts. Particularly, the methanol and water extracts of *Cordyceps militaris*, *Agaricus blazei*, *Lyophyllum ulmarium*, *Ganoderma lucidum* and *Sarcodon aspratus* have the strongest antitumoral effects on HepG2 and HT-29 cells. From these results, it is considered that wild mushrooms have stronger antimicrobial and *in vitro* cytotoxic effects.

Key words : edible mushroom, antibacterial activity, anticancer activity

서 론

최근 소득수준의 향상과 식생활 소비패턴의 변화로 각종 성인병과 암 등이 증가하면서 건강에 대한 관심이 높아져, 일상 섭취하고 있는 식품이 가지는 기능성과 함께 식용 및 약용으로 쓰이는 야생 자원류로부터 건강지향적인 생리 활성과 약리효과를 찾으려는 연구도 활발히 진행되고 있다 (1,2).

그중 버섯은 우리나라 산야에 널리 분포하여 자생하고 있으며, 미세하고 실 같은 균사가 모여 균사체를 형성하고, 이들이 모여서 자실체를 형성하며 이 자실체를 흔히 식용으

로 이용한다. 예로부터 버섯류는 독특한 향미성분과 약리 효과 때문에 널리 이용하고 있으며, 버섯은 전세계적으로 약 1만여 종이 분포되어 있으며 그중 약 700여종이 식용으로 추정되고 있으나, *Agaricus*, *Auricularia*, *Flammulina*, *Lentinula*, *Pleurotus* 및 *Volvariella*의 6개 속의 버섯이 전세계 버섯 생산량의 90%를 차지하고 있다(3). 우리나라에서는 1,150여종의 버섯이 자생하는 것으로 알려져 있고, 그중 330여종이 식용 및 약용버섯으로 활용 가능하고, 약 20여종 이상이 인공재배 되어 대부분 식용으로 사용되고 있다(4,5).

버섯의 자실체, 균사체 및 대사산물에서 다양한 생리활성이 국내외적으로 이루어져 *Fistulina hepatica*으로부터 항균활성을 가지는 cinnatriacetins이 보고 되었고, *Russula subnigricans*로부터 항암활성 물질인 russuphenol이 보고 되었으며, *Pleurotus cornucopia*로부터 혈중 콜레스테롤 저해

[†]Corresponding author. E-mail : inseon@kmu.ac.kr,
Phone : 82-53-580-6440, Fax : 82-53-580-6447

능이 밝혀졌다(6-8). 또한 화경버섯, 망태버섯, 영지버섯, 표고버섯 등의 항균작용(6,9)과 느타리버섯, 영지버섯, 양송이버섯, 동충하초, 버들송이버섯 등에서 항산화 작용 및 아질산염 소거능 등이 보고되었으며(10), 특히 *Paxillus* sp. 에서 항산화 물질인 leuconentin-5,6과 curtsians A-D 등이 밝혀졌다(11). 또한 아가리쿠스, 표고버섯, 구름버섯, 차가버섯 등의 항암작용 그리고 이외에 버섯의 생체기능조절, 성인병에 대한 예방 및 개선효과 등도 보고 되었다(12-14).

이처럼 버섯류의 다양한 약리효과가 입증되고 있어 버섯을 의약품 및 기능성식품 등에 이용하려는 연구도 주로 이루어지고 있다. 이에 본 연구자도 한국인이 일상생활에서 흔히 식용 또는 약용으로 이용되고 있는 12종의 버섯 추출물의 항산화능 검색과 함께 인간 유래의 혈액암세포주에 미치는 영향을 검토하여, 그중 번데기동충하초, 아가리쿠스, 만가닥버섯, 영지버섯, 향버섯 추출물에서 높은 항산화 활성 및 혈액암세포주에 대한 증식 억제 활성을 확인한 바 있다(15).

따라서 본 연구에서는 식용 또는 약용으로 이용되고 있는 이들 버섯류를 이용하여 7종의 식중독균에 대한 저해 활성과 함께 우리나라 사람들에게 문제가 되고 있는 간암 및 결장암 세포주의 증식에 미치는 영향을 조사하여 이들 버섯의 생리활성의 확인 및 그 효용가치를 높일 수 있는 기초 자료를 얻고자 하였다.

재료 및 방법

재 료

본 실험에 사용된 버섯은 양송이버섯(*Agaricus bisporus*), 아가리쿠스(*Agaricus blazei*), 목이버섯(*Auricularia auricula-judae*), 그물버섯(*Boletus edulis*), 번데기동충하초(*Cordyceps militaris*), 영지버섯(*Ganoderma lucidum*), 표고버섯(*Lentinus edodes*), 만가닥버섯(*Lyophyllum ulmarium*), 새송이버섯(*Pleurotus eryngii*), 애느타리버섯(*Pleurotus ostreatus*1), 느타리버섯(*Pleurotus ostreatus*2) 그리고 향버섯(*Sarcodon aspratus*) 등 12종으로 강원도 홍천, 경북 김천, 대구의 약령시장 및 백화점에서 구입하여 사용하였다.

시료 제조

먼저 구입한 버섯을 건조하여 각각 분쇄기를 사용하여 분말로 만든 후, 10배의 80% methanol을 첨가하여 37°C에서 1,500 rpm에서 10시간 동안 3회 반복 추출하여 상등액을 모으고, 이 액을 rotary evaporator(R-3000, Buchi, Germany)로 농축한 후 동결건조하여 버섯 메탄올추출물을 제조하였다. 그리고 버섯 열수 추출물의 경우는 건조된 각각의 버섯에 10배의 증류수를 첨가하여 100°C에서 4시간씩 3회 열탕 추출한 다음, 여과하여 상등액을 모아 감압농축, 동결건조

한 후 분말화하여 사용하였다.

균주 및 배지

본 실험에 사용된 균주는 KCTC 및 ATCC로부터 분양 받았으며, 그람양성균인 *Bacillus cereus* ATCC 27348, *Bacillus subtilis* KCTC 1219, *Listeria monocytogenes* ATCC 15313, *Staphylococcus aureus* KCTC 1927와 그람음성균인 *Escherichia coli* O157:H7 ATCC 43888, *Pseudomonas aeruginosa* KCTC 1930, *Salmonella typhi* KCTC 2424 등 총 7균주를 사용하였다. 성장 배지는 tryptic soy broth(TSB; Difco, USA) 및 agar(TSA; Difco, USA)를 사용하였으며 37°C에서 24시간 3회 계대 배양하여 사용하였다.

항균력 검색

버섯 추출물의 항균효과는 inhibition zone diameter test로 조사하였다. 이때 12종의 버섯중 항균력이 보고된 동충하초, 아가리쿠스, 영지버섯, 표고버섯(9,13)을 제외한 8종의 식용버섯 추출물을 10% 농도로 조제하여 membrane filter(0.45 μ m)로 제균한 후 처리하였다. 각 식중독균의 경우 log phase 상태에 도달한 균을 $10^8 \sim 10^9$ CFU/mL의 농도로 한천배지에 도말한 후 멸균된 paper disc (diameter 8 mm)를 올려놓은 다음, 버섯 추출물을 paper disc에 50 μ L씩 첨가하여 37°C의 incubator에서 48시간 배양 후 paper disc 주위에 생성된 clear zone의 유무 확인 및 직경을 측정하여 항균력을 검색하였다.

세포주 배양

암세포주중 인간유래의 간암 세포주인 HepG2와 결장암 세포주인 HT29는 한국 세포주 은행으로부터 분양받아 사용하였다. 암세포주는 각각 RPMI-1640배지에 10% FBS (fetal bovine serum)와 1% antibiotics(penicillin/streptomycin)을 첨가하여 37°C의 5% CO₂ incubator에서 배양하면서, 2~3일에 한번씩 계대배양 하였다.

암세포 성장 저해 효과

암세포주에 대한 세포증식 억제효과는 MTT assay(16)로 조사하였다. 배양된 cell에 RPMI-1640 배지를 첨가하고 잘 혼합하여 cell수를 1×10^5 cells/mL로 조정 한 다음, 96-well microtiter plate에 준비된 cell을 100 μ L씩 첨가하고, 각 농도의 버섯 메탄올추출물을 10 μ L씩 well에 첨가한 후 37°C의 5% CO₂하에서 48시간 배양하였으며, 이때 대조군은 시료 대신 DMSO를 동량 첨가하여 동일한 조건으로 배양하였다. 배양후 5 mg/mL의 MTT[3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyltetrazolium-bromide] 시약 10 μ L를 각 well에 첨가한 후 다시 4시간 더 배양하였다. 배양종료 후 1,500 rpm에서 15분간 원심분리하여 생성된 formazan 결정을 DMSO로 용해시켜 cell plate reader로 550 nm에서 흡광도를 측정하였

다. 세포증식 억제 효과는 다음과 같이 계산하였다.

$$\text{Cytotoxicity(\%)} = \frac{\text{대조군의 흡광도} - \text{시료처리군의 흡광도}}{\text{대조군의 흡광도}} \times 100$$

결과 및 고찰

버섯류의 식중독균에 대한 생육억제 효과

일반 식용버섯의 항균활성은 그람양성균 4종과 그람음성균 3종에 대해 실험하였으며, 시중에서 주로 유통되고 있는 8종의 버섯 추출물의 항균 활성을 조사하였다.

먼저 그람양성균에 대한 버섯 메탄올추출물의 항균 활성은 Table 1과 같이, 그람양성균중 *Bacillus cereus* ATCC 27348에 대해 양송이버섯 메탄올 추출물이 가장 강한 항균 활성을 보였고, 새송이버섯, 목이버섯, 그물버섯, 만가닥버섯, 느타리버섯 메탄올추출물에서도 강한 항균력을 보였고, 애느타리버섯, 향버섯 메탄올 추출물에서도 약한 항균력을 나타내었다. *Bacillus subtilis* KCTC 1219에 대해서는 향버섯을 제외한 나머지 버섯추출물에서 항균활성이 있었고, 특히 양송이버섯, 만가닥버섯 메탄올 추출물에서 뚜렷한 항균력을 나타내었다.

그리고 *Listeria monocytogenes* ATCC 15313는 열 저항성과 산성 저항성이 있으며 낮은 온도에서도 생육이 가능하며 (17) 육가공품을 비롯하여 냉장, 냉동 식품의 소비가 급증하면서 새로운 식중독 세균으로서 인식되고 있으며, 특히

치사율이 가장 높은 식중독균으로 알려져 있다(18,19). *Listeria monocytogenes*에서는 양송이버섯, 느타리버섯 메탄올추출물에서 높은 생육억제를 보였고, 만가닥버섯, 새송이버섯, 애느타리버섯, 그물버섯 메탄올추출물에서도 약한 생육억제를 보였다. 또한 우리나라의 대표적인 식중독균인 *Staphylococcus aureus* KCTC 1927에 대해서는 목이버섯 추출물을 제외한 나머지 버섯추출물에서 생육 억제를 보였고, 특히 만가닥버섯과 느타리버섯 메탄올 추출물에서 가장 높은 저해 활성을 보였다.

그러나 대부분의 버섯 열수추출물은 이들 4종의 그람양성균에 대한 저해능을 보이지 않았다. 다만 만가닥버섯과 새송이버섯 열수추출물에서 *Bacillus cereus*와 *Bacillus subtilis*에 대해 약한 저해 활성을 보였고, 향버섯 열수추출물은 *Bacillus cereus*와 *Staphylococcus aureus*에서, 느타리버섯 열수추출물은 *Bacillus subtilis*에서 약한 저해 활성을 보였다. 이는 국내 약용식물 추출물의 항균 활성이 열수보다는 80% 에탄올추출물에서 보다 더 높았다는 결과와 유사한 경향이었다(1,20).

한편 버섯 추출물의 그람음성균에 대한 저해 효과는 먼저 다양한 식품에서 분리되며 저온내성, 내산성이 강하고 일본에서 1만 명이상의 환자를 발생시킨 대표적인 식중독균주인(17) *E. coli* O157:H7 ATCC 43888에 대해서 목이버섯, 새송이버섯, 만가닥버섯, 느타리버섯 메탄올추출물에서만 약한 항균력을 보였고 그중 만가닥버섯 메탄올추출물이 가장 뚜렷한 항균력을 나타내었다.

Table 1. Antibacterial activity of methanol and water extracts from edible mushrooms against pathogenic bacteria

Treatment	Inhibition zone (mm) ¹⁾							
	Gram positive				Gram negative			
	<i>Bacillus cereus</i>	<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Listeria monocytogenes</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>E. coli</i> O157:H7	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	<i>Salmonella typhimurium</i>	
<i>Agaricus bisporus</i>	MeOH ext.	14 ¹⁾	13	12	11	-	10	10
	Water ext.	- ²⁾	-	-	-	-	-	-
<i>Auricularia auricula-judae</i>	MeOH ext.	12	10	-	-	11	-	-
	Water ext.	-	-	-	-	-	-	-
<i>Boletus edulis</i>	MeOH ext.	12	9	9	9	-	-	-
	Water ext.	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lyophyllum cinerascens</i>	MeOH ext.	12	12	10	13	13	10	10
	Water ext.	11	10	-	-	-	9	-
<i>Pleurotus eryngii</i>	MeOH ext.	13	9	9	10	11	10	-
	Water ext.	10	10	-	-	-	9	-
<i>Pleurotus ostreatus</i> 1	MeOH ext.	12	11	11	13	10	10	9
	Water ext.	-	10	-	-	-	-	-
<i>Pleurotus ostreatus</i> 2	MeOH ext.	11	11	9	11	-	9	11
	Water ext.	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sarcodon aspratus</i>	MeOH ext.	11	-	-	10	-	-	-
	Water ext.	10	-	-	10	-	9	9

¹⁾Extracts of mushrooms were adsorbed into paper disk (8 mm, diameter) and the diameter of clear zone was confirmed around the colony.

²⁾No inhibition.

또한 *Pseudomonas aeruginosa* KCTC1930에 대해서는 양송이버섯, 만가닥버섯, 새송이버섯, 느타리버섯, 애느타리버섯 메탄올추출물에서 약한 항균효과를 보였고, 대형 식중독사건의 대표적 원인세균인 *Salmonella typhi* KCTC 2424에서는 애느타리버섯, 양송이버섯, 만가닥버섯, 느타리버섯 메탄올추출물에서만 약한 균 생육억제를 나타내었다. 그러나 버섯 열수추출물의 경우, 그람음성균에 대해서도 대부분의 버섯추출물에서 균 생육억제효과를 볼 수 없었으며, *Pseudomonas aeruginosa*에 대해 만가닥버섯, 새송이, 향버섯에서, *Salmonella typhi* KCTC2424에 대해 향버섯에서 다소 약한 항균력을 볼 수 있었다.

따라서 식용버섯중 만가닥버섯과 느타리버섯 추출물은 특히 7종의 식중독균에 대해 항균 활성을 보였고, 양송이버섯, 새송이버섯, 애느타리버섯도 6종의 식중독균에 대해 항균 활성을 보였다. 이들 버섯의 경우 항균성이 알려진 표고버섯과 유사한 항균력(9)을 가지는 것으로 보아, 천연 항균제로서 식품첨가 재료로의 이용도 가능하리라 생각된다.

버섯 추출물의 암세포주 생육 저해 효과

인간 유래의 간암세포인 HepG2와 결장암세포인 HT-29를 사용하여 버섯 메탄올추출물의 이들 세포주에 대한 세포 증식 억제효과를 살펴보았다.

먼저 12종의 버섯 메탄올추출물의 HepG2에 대한 저해율은 Fig. 1과 같이, 시료농도 0.5 mg/mL에서는 아가리쿠스, 번데기동충하초, 표고버섯, 만가닥버섯, 향버섯 메탄올추출물이 50~63%의 높은 저해율을 나타내었고, 시료농도 1 mg/mL에서는 목이버섯을 제외한 대부분의 시료에서 30~67%의 저해율을 보였다. 그 중에서 아가리쿠스, 표고버섯, 만가닥버섯, 향버섯 메탄올추출물 등도 50% 이상의 높은 저해율을 보였고, 번데기동충하초 메탄올추출물이 67%의 가장 높은 성장 저해율을 나타내었다. 특히 번데기동충하초의 경우 번데기동충하초 메탄올추출물 1 mg/mL 처리시에도 간암세포인 Hep3B 세포에 대해 73%의 저해율을 가졌다는 보고(21)와 유사하게 본 실험에서도 높은 성장 저해율을 나타내는 우수한 항암 활성소재로 생각되었다. 또한 표고버섯과 느타리버섯이 주로 면역기능을 촉진 또는 부활시킴으로써 항종양 활성을 가진다는 보고(22)처럼 이들 버섯에서도 간암 세포에 대한 저해 활성을 있음을 알 수 있었다.

인간 유래의 결장암 세포인 HT-29에 대한 버섯 메탄올추출물의 저해 활성은 Fig. 2와 같이, 시료농도 0.5 mg/mL 처리시에는 그물버섯, 번데기동충하초, 향버섯, 아가리쿠스 그리고 만가닥버섯 메탄올 추출물에서 44~72% 정도의 높은 저해율을, 시료농도를 1.0 mg/mL 처리시에는 그물버섯, 번데기동충하초, 향버섯, 아가리쿠스 그리고 만가닥버섯 메탄올 추출물에서 57~81% 이상의 높은 성장 저해율을 보였다. 이는 시료농도 증가로 인해 저해 활성이 더 증가하였는데, 표고버섯 첨가량이 증가할수록 암세포 저지율이

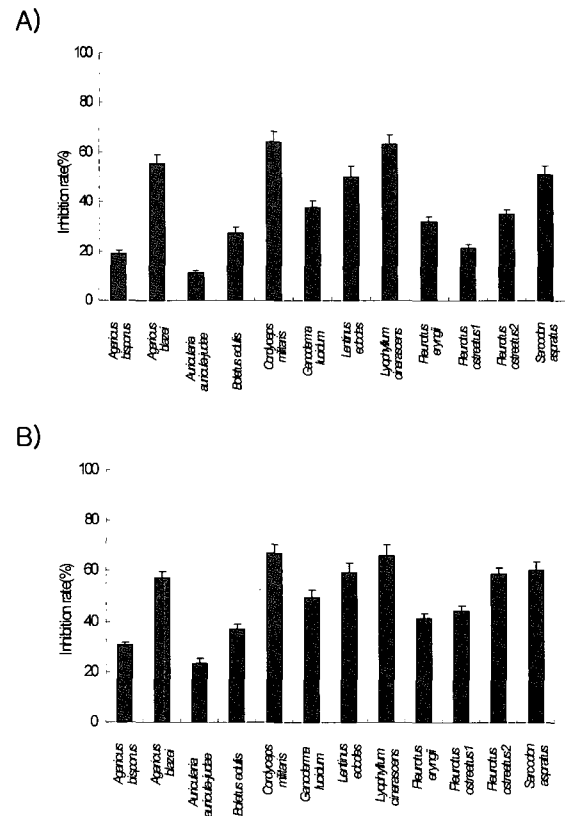


Fig. 1. Inhibitory effect of methanol extracts(A: 0.5 mg/mL, B: 1 mg/mL) of edible mushrooms on the growth of human hepatoma cell (HepG2).

더 증가하였다는 보고(23)와 유사한 경향이었다. 그리고 향버섯 메탄올 추출물이 HT-29에 대해 81.1%의 가장 높은 저해율을 나타내었다. 이와 같이 버섯 메탄올추출물의 HepG와 HT-29에 대한 저해율의 차이는 암세포주의 종류에 따른 저해율의 차이로 생각되었다.

한편 버섯 열수추출물의 경우 Fig. 3과 같이, HepG2에서 대부분의 시료에서 저해활성을 볼 수 없었으며, 번데기동충하초, 아가리쿠스, 영지버섯, 향버섯 열수추출물에서 50% 정도의 억제 활성을 볼 수 있었다. 그리고 HT-29에 대한 저해효과는 Fig. 4와 같이, 대부분의 시료에서 저해 활성을 볼 수 없었으나, 향버섯 및 아가리쿠스 열수추출물에서 약 40% 정도의 낮은 억제 활성을 확인하였다. 따라서 번데기동충하초, 아가리쿠스, 만가닥버섯, 영지버섯, 향버섯 메탄올 및 열수추출물은 이들 암세포주에 대한 증식 억제 활성이 높음을 확인할 수 있었다.

요 약

일상생활에서 식용 및 약용으로 유통되는 12종의 버섯류의 추출물을 제조하여 7종의 식중독균에 대한 항균 활성과 함께 인간유래의 간암 및 결장암 세포주의 증식에 미치는

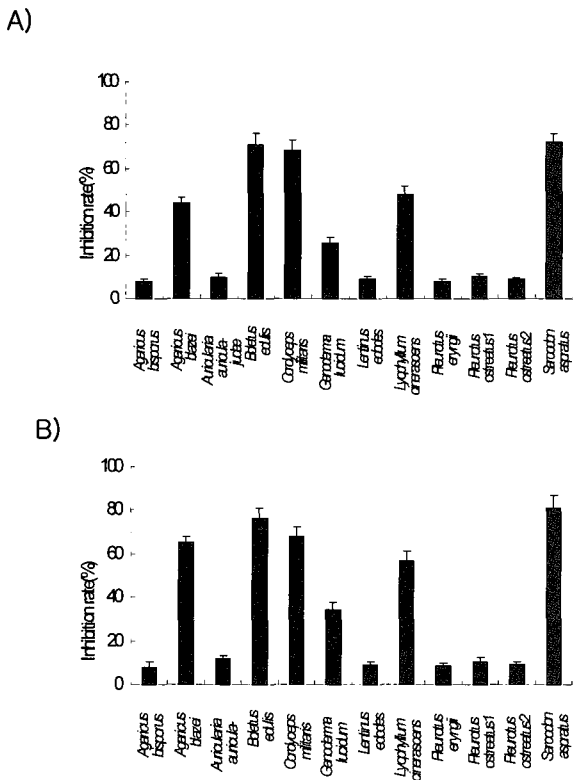


Fig. 2. Inhibitory effect of methanol extracts(A: 0.5 mg/mL, B: 1 mg/mL) of edible mushrooms on the growth of human colon carcinoma cell (HT29).

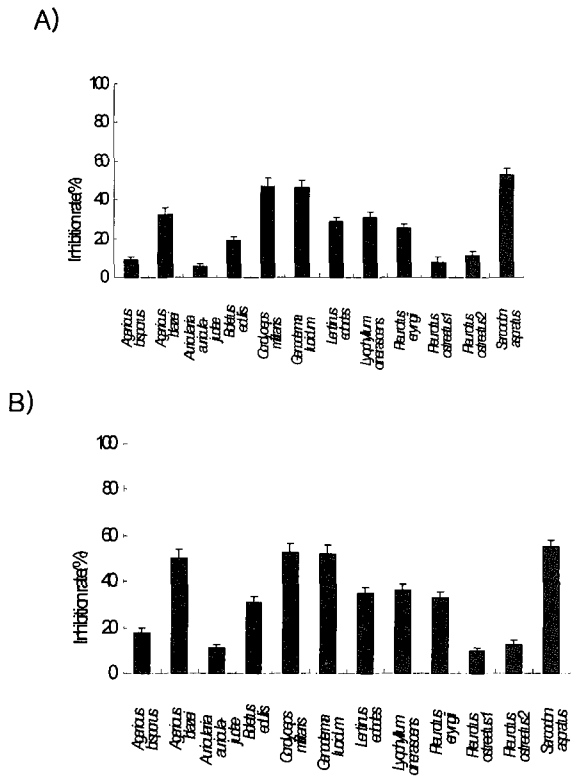


Fig. 3. Inhibitory effect of water extracts(A: 0.5 mg/mL, B: 1 mg/mL) of edible mushrooms on the growth of human hepatoma cell (HepG2).

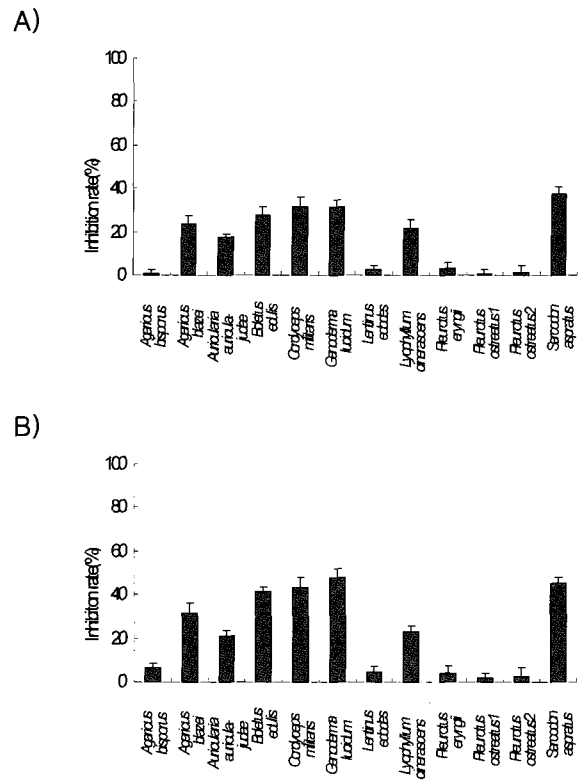


Fig. 4. Inhibitory effect of water extracts(A: 0.5 mg/mL, B: 1 mg/mL) of edible mushrooms on the growth of human colon carcinoma cell (HT29).

영향을 조사하였다. 먼저 버섯 메탄올추출물은 7종의 식중독균에 대해 항균활성을 보였으나, 버섯 열수추출물은 이들 균에 대해 생육 억제활성이 없거나 약한 억제 활성을 보였다. 만가닥버섯과 느타리버섯 메탄올추출물은 7종의 식중독균에 대해 항균 활성을 보였고, 양송이버섯, 새송이버섯, 애느타리버섯도 6종의 식중독균에 대해 항균 활성을 보였다. 또한 버섯 메탄올추출물은 인간유래 결장암세포인 HT-29보다는 간암세포인 HepG2에 대해 더 높은 성장 저해능을 보였다. HepG2에 대해 번데기동충하초 메탄올추출물이 67%의 가장 높은 성장 저해율을 나타내었고, HT-29에 대해서는 향버섯 메탄올추출물이 81.1%의 가장 높은 저해율을 보였다. 그리고 번데기동충하초, 아카리쿠스, 영지버섯, 향버섯 열수추출물에서 HepG2 및 HT-29에 대해 50% 정도의 억제 활성을 볼 수 있었고, 다른 버섯 열수추출물은 억제활성을 볼 수 없었다. 특히 번데기동충하초, 아카리쿠스, 만가닥버섯, 영지버섯, 향버섯 메탄올 및 열수추출물은 이들 암세포주에 대해 높은 증식 억제 활성을 보였다.

감사의 글

이 논문은 정부(교육인적자원부)의 재원으로 한국학술

진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구(R03-2002-000-00019-0)이며, 또한 산업자원부 지원 계명대학교 전통미생물자원개발 및 산업화연구센터의 지원으로 수행되었음에 감사드립니다.

참고문헌

- Lee, Y.C., Oh, S.W. and Hong, H.D. (2002) Antimicrobial characteristics of edible medicinal herbs extracts. Korean J. Food Sci. Technol., 34, 700-709
- Kim, H.J. and Lee, I.S. (2004) Antimutagenic and cytotoxic effects of Korean wild mushrooms extracts. Korean J. Food Sci. Technol., 36, 662-668
- Miles, P.G. and Chang, S.T. (1997) Medicinal components of mushrooms. In: Mushroom Biology. World Scientific. River, Edge. p.107-118
- Sung, J.M., Yoo, Y.B. and Cha, D.Y. (1998) Mushrooms. Kyohaksa, Seoul, Korea. p.3
- Kim, S.S. and Kim, Y.S. (1990) Korean mushrooms. Yupoong Publishing Co., Seoul, Korea. p.251
- Kim, S.H. and Park, C.S. (2001) Antibacterial and antioxidative activities of various extracts from basidiomycetes. Korean J. Postharvest Sci. Technol., 8, 118-124
- Lew, J.W., Chaung C.H., Jeong H.J. and Lee K.H. (1996) Anticomplementary and antitumor activities of the alkali extract from the mycelia of *Lentinus edodes* IY-105. Kor. J. Appl. Microbiol. Biotechnol., 18, 571-577
- Lee, H.K., Kim, J.S., Kim, N.Y., Kim, M.J., Park, S.U. and Yu, C.Y. (2003) Antioxidant, antimutagenicity and anticancer activities of extracts from *Cirsium japonicum* var. *ussuriense* KITAMURA. Korean J. Medicinal Crop. Sci. 11, 53-61
- Kim, Y.D., Kim, K.J. and Cho, D. B. (2003) Antimicrobial activity of *Lentinus edodes* extract. Korean J. Food Preserv. 10, 89-93
- Park, C.S., Kwon, C.J., Choi, M.A., Park, G.S. and Choi, K.H. (2002) Antioxidative and nitrite-scavenging activities of *Cordyceps militaris* extracts. Korean. J. Food Preserv. 9, 109-113
- Lee, J.W. and Bang, K.W. (2001) Biological activity of *Phellinus* spp. Food Industry and Nutrition, 6, 25-33
- Cho, H.J., Shim, M.J., Choi, E.C., See, Y.N. and Kim, B.K. (1988) Studies on constituents of higher fungi of Korea(LXVII); comparison of various antitumor components of *Coriolus versicolor*. Kor. J. Mycol., 16, 162-169
- Hwang, J.S. (1994) Studies on the chemical structure and biological activities of a novel lipid peroxidation inhibitor from *Polyozellus multiplex*. Ph. D Thesis, Pusan National University
- Kim, S.W., Kim, E.S. and Kim, Y.S. (1995) Studies on the polysaccharide extracted from *Ganoderma Lucidum*. J. Korea Soc. Food Nutr., 24, 147-153
- Kim, H.J., Bae, J.T., Lee, J.W., Hwang Bo, M.H., Im, H. G. and Lee, I.S. (2005) Antioxidative and inhibitive effects on human leukemia cells of edible mushrooms extracts. Korean. J. Food Preserv. 12, 80-85
- Green, L.M., Reade, J.L. and Ware, C.F. (1984) Rapid colorimetric assay for cell viability : Application to the quantitation of cytotoxic and growth inhibitory lymphokines. J. Immunological Methods., 70, 257-263
- Kong, Y.J., Hong, G.P., Kwon, H.J., Hong, J.K., Park, B.K. and Oh, D.H. (2001) Antimicrobial activity of *Quercus* spp. leaf ethanol extract against food-borne microorganism. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 30, 415-420
- Doyle, M.P. (1988) Effect of environmental and processing conditions on *Listeria monocytogenes*. Food Technol., 42, 169-172
- Erickson, J.P. and Jenkins, P. (1992) Behavior of psychrotrophic pathogens *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica* and *Aeromonas hydrophila* in commercially pasteurized eggs held at 2, 6.7 and 12.8°C. J. Food Prot. 55, 8-12
- Oh, D.H., Ham, S.S., Park, B.K., Ahn, C. and Yu, J.Y. (1998) Antimicrobial activities of natural medicinal herbs on the food spoilage or food-borne microorganisms. Korean J. Food Sci. Technol., 30, 957-963
- Kim, M.N., Cui, C.B., Lee, D.S., and Ham, S.S. (2001) Cytotoxicity and antigenotoxic effects of *Cordyceps militaris* extracts. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 30, 921-927
- Hwang, Y.J., Nam, H.K., Chang, M.J., Noh, G.W. and Kim, S.H. (2003) Effect of *Lentinus edodes* and *Pleurotus eryngii* extracts on proliferation and apoptosis in human colon cancer cell lines. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 32, 217-222
- Choi, M.Y., Jung, T. Y. and Hahm, K.J.(1995) Cytotoxic effects of hot water soluble polysaccharides from mushroom, *Lentinus edodes* and vitamin A and E supplementation against P388 cells. Korean J. Nutr. 28, 1091-1099

(접수 2005년 9월 1일, 채택 2005년 11월 29일)