

상황버섯, 차가버섯, 느타리버섯 발효식초의 항산화와 항암활성 효과

정봉환*** · 서훈석** · 김홍식* · 우선희* · 조용구*†

*충북대학교 농업생명환경대학 식물자원학과, **서원대학교 친환경 바이오소재 및 식품센터

Antioxidant and Anticancer Effects of Fermentation Vinegars with *Phellinus linteus*, *Inonotus obliquus*, and *Pleurotus ostreatus*

Bong Hwan Chung***, Hun Seok Seo**, Hong Sig Kim*, Sun Hee Woo* and Yong Gu Cho*†

*Department of Crop Science, College of Agriculture, Chungbuk National University, Cheongju 361-763, Korea.

**Seowon University Bio Organic Material & Food Center, Cheongju 361-742, Korea.

ABSTRACT : The antioxidant and anticancer activities of *Phellinus linteus*, *Inonotus obliquus*, and *Pleurotus ostreatus* according to extraction methods were measured. The contents of polyphenolic compounds were higher in fermented extracts than those in water extracts. The contents were 192.4 mg/100 ml for *Inonotus obliquus* vinegar, 186.9 mg/100 ml for *Phellinus linteus* vinegar, and 156.5 mg/100 ml for *Pleurotus ostreatus* vinegar, respectively. EDA(electron donating ability) in *Phellinus linteus* that was highest among mushrooms was 83.9% in the water extract and 96.8% in the fermented extract. The growth of stomach cancer cells, SNU-719 was inhibited 62.4%, 65.5%, and 53.0% by *Phellinus linteus* vinegar, *Inonotus obliquus* vinegar, and *Pleurotus ostreatus* vinegar, respectively and also the growth of liver cancer cells, Hep3B was inhibited 67.1%, 68.3%, and 57.6% by *Phellinus linteus* vinegar, *Inonotus obliquus* vinegar, and *Pleurotus ostreatus* vinegar, while the growth of normal cell, DC2.4 was not affected. Even though *Phellinus linteus* and *Inonotus obliquus* showed higher inhibition in cancer cell growth, *Pleurotus ostreatus* can be efficiently used for antioxidant and anticancer activities due to their cheap price in the market.

Key Words : *Phellinus linteus*, *Inonotus obliquus*, *Pleurotus ostreatus*, Antioxidant, Anticancer

서 언

버섯은 예로부터 식용 및 약용으로 널리 이용되어 왔으며 버섯의 항암작용과 생체기능 조절작용, 그리고 뇌졸중 등 성인병에 대한 예방과 개선 효과가 많이 보고됨에 따라 버섯에 대한 관심이 지속적으로 증가하고 있다.

그 중 상황버섯 (*Phellinus linteus*)은 분류학적으로 소나무 비늘버섯과, 진흙버섯속에 속하는 백색부후균으로 목질진흙버섯은 항암력이 우수한 버섯으로 관심의 대상이 되고 있으며, 소화기 계통의 암인 위암, 식도암, 십이지장암, 결장암, 직장암을 비롯하여 간암 수술 후 화학요법을 병행할 때 면역 기능을 증가시키는 것으로 보고되고 있다 (An *et al.*, 2009). 상황버섯 항암 활성에 대해 실험한 결과에 의하면 생체의 면역능력을 활성화시킴으로써 항암 효과를 발휘하는 것으로 나타났으며 (Rhee *et al.*, 2000), 상황버섯 추출물의 면역 조절 효과에 대한 연구에서도 상황버섯 추출물이 손상된 간을 보호해 줄

뿐만 아니라 우리 몸의 면역력 강화에도 영향을 미치는 것을 확인하였다 (An *et al.*, 2009). 이와 관련하여 상황버섯 추출물의 항염증 반응 (Jeoung *et al.*, 2009), 상황버섯 추출물 음료의 근육 및 혈액의 대사적 변인에 미치는 영향 (Kang *et al.*, 2008), 상황버섯 복용이 운동선수들의 혈중 면역세포와 사이토카인에 미치는 영향 등 많은 연구들이 보고되고 있다 (Seo, 2007).

차가버섯 (*Inonotus obliquus*)은 북위 45도 이상의 깊은 산에 자생하는 검은 자작나무에 덩이로 자생하는 버섯으로 러시아 시베리아와 캐나다, 일본 홋카이도 지역에서 많이 발견된다. 차가버섯은 갓을 형성하지 않고 표면은 딱딱하고 검은 광택이 있으며 내부는 딱딱한 코르크질로 되어 있어 상황버섯과 모양이 비슷하다. 끓였을 때 색깔이 상황버섯은 황금빛인데 반하여 차가버섯은 더 검은 황금빛을 띄며, 맛과 향기는 없는 편으로 담백하고, 자생지역에서는 소화기계 암과 당뇨병 환자에게 특히 우수한 치료 효능을 보인다고 알려져 있다. 차가버

†Corresponding author: (Phone) +82-43-261-2514 (E-mail) ygcho@chungbuk.ac.kr

Received 2010 March 25 / 1st Revised 2010 April 9 / 2nd Revised 2010 April 16 / Accepted 2010 April 19

섯은 소화기계 암세포, 특히 위암 세포의 증식을 억제할 뿐만 아니라 자가사멸을 유도하는 것으로 실험을 통하여 밝혀졌고 (Hwang *et al.*, 2003), 차가버섯 추출물의 산화 반응 억제 효과 (Park *et al.*, 2007), 항산화 효능, 소염 및 항암 효과 (Park *et al.*, 2007) 등이 연구되었다. 또한 차가버섯 추출물은 혈당 강하 작용에 뚜렷한 영향을 미쳐 당뇨병의 예방 및 치료에 도움이 되고 (Hong, 2007; Park *et al.*, 2009; Yang *et al.*, 2005), cytokine을 억제하므로 면역 치료에 활용될 수 있다 (Byun, 2005).

느타리버섯 (*Pleurotus ostreatus*)은 육질이 백색이고 유연하며, 영양학적으로도 우수한 식품으로 인정받고 있으며, 혈액순환 촉진, 고혈압, 당뇨병에도 효과가 있으며 특히 항암 효과 등의 약리 효과가 있는 것으로 보고되고 있다 (Kim, 1998). 또한 느타리버섯의 항암 효과 (Park *et al.*, 1998), 항산화 효과 및 열안정성 (Jung *et al.*, 1996), 혈당을 감소시키는 효과 (Kang *et al.*, 2001) 등이 밝혀졌으며, 느타리버섯을 첨가한 김치 (Han *et al.*, 2002), 고추장 (Ahn *et al.*, 2003), 생면 (Kim, 1998) 등 이용 측면에서의 연구도 이루어지고 있다.

최근 경제 성장과 더불어 생활수준의 향상으로 인한 웰빙 식문화로 소비자들의 건강에 관한 관심이 높고, 질병 예방, 노화 방지 등의 각종 생리 활성을 가진 기능성 제품들의 수요가 증가하고 있다. 활성 산소에 의한 산화를 억제하는 항산화 물질은 질병 예방 및 완화에 효과가 있는 것으로 알려져 있으며, 최근 항산화 능력을 갖는 물질의 연구가 활발히 진행되고 있다. 그 중 식초의 항산화 활성이 높다고 알려져 있어 국내에서 시판되고 있는 식초 19종 (별꽃 식초, 석류 식초, 복분자 식초, 오디 식초, 홍삼 식초, 오미자 식초, 백년초 식초, 블루베리 식초, 오곡 흑초, 매실 화이버 흑초, 감 식초, 레몬 식초, 배 식초, 사과 식초, 현미 식초, 발사믹 식초, white wine 식초, red wine 식초, 식용 빙초산)에 대한 연구 (Lee *et al.*, 2009)가 이루어지기는 했으나, 상기 언급한 상황버섯, 차가버섯, 느타리버섯 등을 이용한 버섯식초에 대한 연구는 거의 없다고 볼 수 있다.

따라서, 본 연구는 약용 작물에 있어 항산화와 항암 활성 효과를 분석한 기존 방법들 (Seo *et al.*, 2008)을 사용하여 새로 개발된 버섯 식초 3종 (상황버섯발효식초, 차가버섯발효식초, 느타리버섯발효식초)에 대하여 총 폴리페놀 함량, 전자공여능 등의 항산화 효과와 위암 및 간암세포에 대한 항암 활성 효과를 살펴보고자 하였다.

재료 및 방법

1. 실험 재료

1) 재료

실험에 사용한 버섯식초 3종은 본 연구팀에서 새로 개발한

상황버섯발효식초, 차가버섯발효식초, 느타리버섯발효식초의 샘플들을 사용하였으며, 시약은 RPMI-1640, DMEM 배지, fetal bovine serum, 2-Mercaptoethanol, penicillin/streptomycin (Biowhitaker사), DMSO (dimethyl sulfoxide) 99.9% ACS PMS, Trypsin-versene Mixture, Trypan blue stin 0.4%, XTT solution, PMS, PBS, RPMI-1640 PENOL RED FREE 등 모두 특급 또는 1급 시약을 사용하였다.

2) 분석용 시료 제조

물 추출의 경우에는 버섯을 10% (w/v)가 되도록 하여 고압 멸균기에서 121°C, 15분의 조건으로 반응시켰고, 여과지를 이용하여 걸러낸 후 추출물을 냉동 보관하여 실험에 사용하였다.

발효의 경우는 버섯 10%, 흑설탕 10%, 정제수 80%를 혼합한 후 *Acetobacter aceti*를 접종하여, 상온에서 365일간 발효시켰고, 여과지를 이용하여 걸러낸 후 추출물을 냉동 보관하여 실험에 사용하였다.

2. 실험 방법

1) 총 폴리페놀 함량 (Total Polyphenolic Content) 측정

총 폴리페놀 함량은 Folin-Ciocalteu's 방법에 의해 분광광도계 (Spectrophotometer)를 이용하여 측정하였다. 우선 검량선을 작성하기 위해 표준물 (gallic acid)을 증류수로 희석 후 농도별로 희석하였다. 각각 시험관에 넣고, 2% Na₂CO₃, 50% Folin & Ciocalteu's phenol reagent를 첨가하여 30분간 반응 후 분광광도계를 사용하여 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. 시료는 위와 동일 방법으로 실시한 다음 O.D. 값을 구하고 농도를 계산하여 시료 중의 총 폴리페놀 함량으로 역산하였다 (Slinkard and Singleton, 1977).

2) 전자공여능 (electron donating ability, EDA) 측정

전자공여능은 Blois의 방법을 변형하여 분석하였다 (Blois, 1958). 앞에서 준비한 분석용 시료중에서 100 μ l를 취하여 1 \times 10⁴ M DPPH 1400 μ l를 잘 혼합하여 4분경과 후 원심분리기에서 12,000 rpm으로 3분 동안 원심분리 하였다. 상등액만을 취하고 10분경과 후 525 nm에서 흡광도를 측정된 것을 무첨가구와 비교하여 백분율로 나타내었다.

3) 세포주 배양

실험에 사용한 세포주는 암세포로서 인간 위암세포인 SNU-719, 간암세포인 Hep3B를 한국 세포주 은행에서 분양받아 실험에 사용하였고, 시료 자체의 세포 독성을 알아보기 위하여 정상세포로서 인간의 면역력 세포인 DC2.4를 분양받아 사용하였다. 실험에 사용한 SNU-719는 RPMI-1640 배지에 10% FBS를 첨가하고 1% penicillin-streptomycin, 2-mercaptoethanol 250 μ l를 첨가하여 실험에 사용하였고, Hep3B 세포와

DC2.4 세포는 DMEM 배지에 10% FBS를 첨가하고 1% penicillin-streptomycin, 2-mercaptoethanol 250 μl 를 첨가하였다. 세포배양은 37°C, 5% CO₂ incubator에서 T-75 culture flask에 배양하였다.

4) XTT ASSAY

Hep3B 간암세포와 DC2.4 정상세포는 DMEM 배지에서 48시간 배양하여 1 × 10⁵ cell/well이 되게 농도를 조정하였고, SNU-719 위암세포는 RPMI-1640 배지에 48시간 배양하여 1 × 10⁵ cell/well이 되게 농도를 조정하여 실험하였다. 96 well plate에 배지와 세포 100 μl 씩 분주하고 100 $\mu\text{g/ml}$, 300 $\mu\text{g/ml}$, 500 $\mu\text{g/ml}$ 농도의 시료를 2 μl 씩 첨가하여 37°C, 5% CO₂ incubator에서 12시간 배양하였다. 이에 XTT 용액을 50 μl 첨가하여 3시간 동안 37°C, 5% CO₂ incubator에서 발색시킨 후 ELISA reader를 이용하여 흡광도를 450~650 nm에서 측정하였다. 대조구에는 시료 대신 2 μl 의 물을 넣어서 OD값을 구해 백분율로 나타내었다.

결과 및 고찰

1. 총 폴리페놀 함량

약용 작물이나 버섯에 존재하는 많은 phytochemical 중 폴리페놀화합물은 여러 가지 식품에 널리 분포되어 있으며 천연 항산화제로써 작용할 수 있다. 상황버섯, 차가버섯, 느타리버섯의 추출 방법에 따른 총폴리페놀 함량을 측정한 결과는 Table 1과 같다.

상황버섯, 차가버섯, 느타리버섯의 물 추출과 발효에 의한 추출의 비교에서 총폴리페놀 함량은 발효에 의한 추출에서 전체적으로 높은 함량을 나타냈으며, 차가버섯발효식초가 192.4 mg/100 ml로 가장 높았고, 상황버섯발효식초가 186.9 mg/100 ml, 느타리버섯발효식초가 156.5 mg/100 ml 순으로 높은 함량을 나타내었다. 물 추출과 발효에 의한 추출 모두에서 공통적으로 차가버섯이 제일 높은 총폴리페놀 함량을 보였으며, 상황버섯, 느타리버섯 순으로 높은 함량을 보였다. 세 종류의 버섯 모두에서 물 추출보다는 발효에 의한 추출이 훨씬 높은 총폴리페놀 함량을 보여 발효에 의한 유효 성분의 추출이 더 효과적인 것으로 사료된다.

2. 전자공여능

DPPH가 아스코르빈산 및 토코페롤, polyhydroxy 방향족화합물, 방향족 아민류에 의해 전자나 수소를 받아 불가역적으로 안정한 분자를 형성하여 환원되어짐에 따라 짙은 자색이 탈색되어지는 원리를 이용하여 측정함 상황버섯, 차가버섯, 느타리버섯의 추출 방법에 따른 추출물의 전자공여능 효과는 Table 2와 같다.

Table 1. Total polyphenolic content of extracts by water and fermentation.

Mushroom	Activity of water extracts (mg/100 ml)	Activity of fermentation extracts (mg/100 ml)
<i>Phellinus linteus</i>	84.3	186.9
<i>Inonotus obliquus</i>	88.9	192.4
<i>Pleurotus ostreatus</i>	62.8	156.5
LSD _{0.05}	2.48	4.22
C.V.(%)	15.40	9.43

Table 2. Electron donating ability of extracts by water and fermentation.

Mushroom	Activity of water extracts (%)	Activity of fermentation extracts (%)
<i>Phellinus linteus</i>	83.9	96.8
<i>Inonotus obliquus</i>	78.5	96.3
<i>Pleurotus ostreatus</i>	43.7	95.2
LSD _{0.05}	1.70	1.09
C.V.(%)	27.53	0.98

상황버섯발효식초, 차가버섯발효식초, 느타리버섯발효식초는 95.2~96.8%의 매우 높은 전자공여능 효과를 나타내었으며, 버섯의 종류에 따라서 상황버섯발효식초와 차가버섯발효식초는 같았으나 느타리버섯은 95.2%로 약간 낮은 경향을 보였다. 물 추출에서는 전자공여능이 43.7~83.9%로서 버섯의 종류에 따라서 큰 차이를 나타내었다. 버섯별 추출 방법에 따른 전자공여능 효과를 살펴보면 물 추출에서 상황버섯이 83.9%, 발효에서도 상황버섯이 96.8%로 가장 높은 전자공여능을 보였다. 물 추출에서는 버섯에 따라 전자공여능의 차이가 큰 반면에 발효에서는 버섯에 따른 차이가 별로 없이 실험에 사용한 세 종류의 버섯 모두 매우 높은 수준의 전자공여능 효과를 나타냈다. 이는 발효과정 중에 생긴 유기산 등의 추가적인 유효 성분이 전자공여능의 측정값을 향상시킨 것으로 해석된다 (Lee et al., 2009).

3. 암세포 성장 억제성 분석

위암 및 간암에 대한 항종양 효과를 검토하기 위하여 인체 유래 위암 세포주 SNU-719와 간암 세포주 Hep3B를 선택하여 XTT 분석에 의한 세포 생존율을 조사한 결과는 Table 3 및 Table 4와 같다.

상황버섯식초, 차가버섯식초, 느타리버섯식초의 위암세포주 SNU-719에 대한 암세포 생존 억제율을 분석한 결과 차가버섯식초에서 가장 높은 억제율을 보였다 (Table 3).

발효추출물 500 $\mu\text{g/ml}$ 를 첨가했을 때 버섯식초별 위암세포 생존 억제 정도는 차가버섯식초는 65.5%의 억제율을 나타냈고, 상황버섯식초는 62.4%, 느타리버섯식초는 53.0%의 억제율

Table 3. The growth inhibition of stomach cancer cells, SNU-719, after treatment by three different concentrations of *Phellinus linteus* vinegar, *Inonotus obliquus* vinegar, and *Pleurotus ostreatus* vinegar.

Mushroom fermented vinegar	Control	100 $\mu\text{g/ml}$	300 $\mu\text{g/ml}$	500 $\mu\text{g/ml}$	LSD _{0.05}	C.V.(%)
<i>Phellinus linteus</i> vinegar	3.611	11.1 [†] 3.246	38.9 2.206	62.4 1.192	0.32	40.64
<i>Inonotus obliquus</i> vinegar	3.611	17.1 2.993	31.2 2.484	65.5 1.395	0.49	32.21
<i>Pleurotus ostreatus</i> vinegar	3.611	9.3 3.275	24.9 2.712	53.0 1.587	0.41	30.31
LSD _{0.05}		0.44	0.55	0.17		
C.V.(%)		7.39	13.11	13.05		

†: Inhibition ratio (%)

Table 4. The growth inhibition of liver cancer cells, Hep3B, after treatment by three different concentrations of *Phellinus linteus* vinegar, *Inonotus obliquus* vinegar, and *Pleurotus ostreatus* vinegar.

Mushroom fermented vinegar	Control	100 $\mu\text{g/ml}$	300 $\mu\text{g/ml}$	500 $\mu\text{g/ml}$	LSD _{0.05}	C.V.(%)
<i>Phellinus linteus</i> vinegar	3.217	14.3 [†] 2.757	30.4 2.239	67.1 0.993	0.38	40.20
<i>Inonotus obliquus</i> vinegar	3.217	14.5 2.750	31.8 2.194	68.3 1.020	0.49	39.93
<i>Pleurotus ostreatus</i> vinegar	3.217	12.7 2.808	29.6 2.128	57.6 1.270	0.28	32.78
LSD _{0.05}		0.52	0.37	0.24		
C.V. (%)		8.14	7.65	15.49		

†: Inhibition ratio (%)

을 보여 차가버섯식초가 가장 높은 위암세포 생존율을 나타내었다. 버섯식초의 농도별 위암세포 생존 억제 정도는 100 $\mu\text{g/ml}$, 300 $\mu\text{g/ml}$, 500 $\mu\text{g/ml}$ 순으로 처리 농도가 높을수록 암세포 억제율이 높은 것을 알 수 있었다.

상황버섯식초, 차가버섯식초, 느타리버섯식초의 간암세포주 Hep3B에 대한 암세포 생존 억제율을 분석한 결과 차가버섯식초에서 가장 높은 억제율을 보였다 (Table 4).

발효추출물 500 $\mu\text{g/ml}$ 를 첨가했을 때 버섯식초별 Hep3B 간암세포에 대한 생존 억제 정도는 차가버섯식초는 68.3%의 억제율을 나타냈고, 상황버섯식초는 67.1%, 느타리버섯식초는 57.6%의 억제율을 보여 차가버섯식초와 상황버섯식초가 유사하게 높은 생존 억제율을 나타내었다. 버섯식초의 농도별 간암세포 생존 억제 정도는 100 $\mu\text{g/ml}$, 300 $\mu\text{g/ml}$, 500 $\mu\text{g/ml}$ 순으로 처리 농도가 높을수록 암세포 억제율이 높은 것을 알 수 있었다.

상황버섯식초, 차가버섯식초, 느타리버섯식초를 각 세포에 100 $\mu\text{g/ml}$, 300 $\mu\text{g/ml}$, 500 $\mu\text{g/ml}$ 농도별로 증가시킬 때 정상 세포인 DC2.4 세포는 생육이 크게 저해되지 않았지만, 위암 세포주 SNU-719 및 간암세포주 Hep3B는 무첨가구에 비해

각각 첨가 농도가 높을수록 살아있는 세포가 상대적으로 적은 것으로 나타나 암세포들에 대해 생육 저해가 일어났다는 것을 알 수 있다.

본 연구에 사용한 세 종류의 버섯 및 버섯발효식초 모두 실험 결과들을 통해 정상 세포에 대해서는 안전하고 암세포에 대해서는 억제 능력을 보여 주므로 바람직한 항암 활성을 보여 주었다. 상황버섯과 차가버섯이 느타리버섯에 비해 더 높은 항암 활성을 보였지만 가격이 매우 고가이므로, 가격이 저렴한 느타리버섯이 가격 대비 효과 면에서는 유리하다는 판단을 할 수 있었다. 국민 대다수가 혜택을 볼 수 있는 경제성 있는 항암 생리 활성 물질들을 개발하기 위해 본 연구 결과들을 토대로 느타리버섯, 팽이버섯, 새송이버섯 등 가격이 저렴한 버섯을 원료로 한 연구들이 좀 더 활발히 이루어졌으면 한다.

감사의 글

이 논문은 2008년도 충북대학교 학술연구지원사업 연구비의 지원을 받아 수행된 연구입니다. 이에 감사 드립니다.

LITERATURE CITED

- Ahn MR, Jeong DY, Hong SP, Song GS and Kim YS.** (2003). Quality of traditional Kochujang supplemented with mushrooms. *Journal of the Korean Society of Agricultural Chemistry and Biotechnology*. 46:229-234.
- An CS, Choi SY, Kim HL, Jeon YH, Hur SJ, Kim IH, Park GD, Jeoung YJ and Lim BO.** (2009). Immunomodulatory effects of *Phellinus linteus* extracts on liver damage induced by carbon tetrachloride in rats. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 17:217-222.
- Blois MS.** (1958). Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature*. 26:1198-1202.
- Byun BH.** (2005). Effects of *Inonotus obliquus* ethanol extract on cytokine expression in Raw 264.7 cell. *Korean Journal of Herbology*. 20:55-60.
- Han SY, Park MS and Seo KI.** (2002). Biological activities of oyster mushroom Kimchi. *Korean Journal of Food Preservation*. 9:56-60.
- Hong HO.** (2007). Effect of *Inonotus obliquus* extract on blood glucose levels in genetically diabetic mice. *The Korean Journal of Nutrition*. 40:601-605.
- Hwang YJ, Noh GW and Kim SH.** (2003). Effect of *Inonotus obliquus* extracts on proliferation and caspase-3 activity in human gastro-intestinal cancer cell lines. *The Korean Journal of Nutrition*. 36:18-23.
- Jeoung YJ, Choi SY, An CS, Jeon YH, Park DK and Lim BO.** (2009). Comparative effect on anti-inflammatory activity of the *Phellinus linteus* and *Phellinus linteus* grown in germinated brown rice extracts in murine macrophage RAW 264.7 cells. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 17:97-101.
- Jung IC, Park S, Park KS, Ha HC, Kim SH, Kwon YI and Lee JS.** (1996). Antioxidative effect of fruit body and mycelial extracts of *Pleurotus ostreatus*. *Korean Journal of Food Science and Technology*. 28:464-469.
- Kang JY, Kwon DK and Song YJ.** (2008). The effects of *Phellinus linteus* extract drink supplementation on metabolic parameters of skeletal muscle and blood in rats. *The Korean Journal of Exercise Nutrition*. 12:53-58.
- Kang TS, Kang MS, Sung JM, Kang AS, Shon HR and Lee SY.** (2001). Effect of *Pleurotus eryngii* on the blood glucose and cholesterol in diabetic rats. *The Korean Journal of Mycology*. 29:86-90.
- Kim YS.** (1998). Quality of wet noodle prepared with wheat flour and mushroom powder. *Korean Journal of Food Science and Technology*. 30:1373-1380.
- Lee SM, Choi YM, Kim YW, Kim DJ and Lee JS.** (2009). Antioxidant activities of vinegars commercially available in Korean markets. *Food Engineering Progress*. 13:221-225.
- Park KC, Han HS and Lee YJ.** (2007). The comparative study of the effects of Fructification *Inonoti obliqui* aqueous extract according to the extraction temperature(II). *Korean Journal of Herbology*. 22:187-199.
- Park KC, Kil KJ and Lee YJ.** (2007). The comparative study of the effects of Fructification *Inonoti obliqui* aqueous extract according to the extraction temperature(I). *Korean Journal of Herbology*. 22:177-185.
- Park MH, Oh KY and Lee BW.** (1998). Anti-cancer activity of *Lentinus edoeds* and *Pleurotus ostreatus*. *Korean Journal of Food Science and Technology*. 30:702-708.
- Park YK, Kim JS, Jeon EJ and Kang MH.** (2009). The improvement of Chaga mushroom (*Inonotus obliquus*) extract supplementation on the blood glucose and cellular DNA damage in streptozotocin-induced diabetic rats. *The Korean Journal of Nutrition*. 42(1):5-13.
- Rhee YK, Han MJ, Park SY and Kim DH.** (2000). In vitro and in vivo antitumor activity of the fruit body of *Phellinus linteus*. *Korean Journal of Food Science and Technology*. 32:477-480.
- Seo HS, Chung BH and Cho YG.** (2008). Antioxidant and anticancer effects of Agrimony (*Agrimonia pilosa* L.) and Chinese Lizardtail (*Saururus chinensis* Baill). *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 16:139-143.
- Seo JH.** (2007). The effects of *Phellinus linteus* administration on lymphocyte subset and cytokines of blood by athletic player. *The Korean Journal of Exercise Nutrition*. 11:109-116.
- Slinkard K and Singleton VL.** (1977). Total phenol analysis: automation and comparison with manual method. *American Journal of Enology and Viticulture*. 28:49-56.
- Yang BK, Cho KY, Wilson MA, and Song CH.** (2005). Effect of *Inonotus obliquus* mycelia on the level of plasma glucose and lipids in streptozotocin-induced diabetic rats. *The Korean Journal of Mycology*. 33:64-68.