한 국 가 정 과 학 회 지 7(2) : 31~46. 2004
Korean J. of Human Ecology 7(2) : 31~46. 2004

구름버섯과 영지버섯의 기능성에 관한 연구

차 은 정† · 황 영 정 · 김 성 훈
영산대학교 조리학부 교수 · 진주국제대학교 식품과학부 교수 · 동부산대학 식품영양과 강사

Studies on physiological functionality proposal of *Coriolus versicolor(Fr.)Quel* and *Ganoderma Lucidum (Fr.)Karst*

Eun-Jung Cha† · Young-Jeong Hwang · Sung-Hun Kim
School of Culinary Arts & Food Management, Youngsan University
Division of Food Science, Jinju International University
Dept.of Food and Nutrition , Dong Busan College

Abstract

The purpose of this study was to investigate the physiological functionality of *Coriolus versicolor* Quel (CV) and *Ganoderma lucidum* (Fr.)Karst (GL) by estimate the proximate composition and content of antioxidant components.

1. In the physicochemical property, the content of proximate composition of GL was higher (18.28% of moisture, 10.3% of crude protein, 78.4% of crude fiber) than that of CV, but the content of crude lipid and ashes of GL was higher than that of CV.

2. CV had relatively higher content of antioxidant components such as total phenol, carotenoids and vitamin C, than GL did. Antioxidant mineral components such as magnesium and zinc also had relatively higher in CV than in GL.

3. TBA value, conjugated diene production, LDL oxidation, DPPH of methanol extracts in CV and GL were as high as α-Tocopherol.

Key Words : *Coriolus versicolor* (Fr.)Quel, *Ganoderma lucidum* (Fr.)Karst, antioxidant components, TBA

† Corresponding author : H.P : 010-9206-9436, e-mail : resinacha@ysu.ac.kr

I. 서 론

버섯의 일반성분은 일반 과채류와 같이 단백질 및 지질의 함량이 낮은 반면 섬유질, 무기질 및 비타민류 등 특수영양소가 다량 함유되어 있다. 당질은 주로 trehalose 등의 당류와 mannitol등 당알콜로서 에너지원이 아닌 정미성분이며 무기질의 조성은 인함량이 낮고 칼륨의 양이 많아 알칼리성 무기질 조성을 나타내고 있으며 또한 미량 필수 영양소 아연의 함량이 높다. 비타민류는 과채류와 달리 프로비타민 A인 카로틴과 비타민 C가 함유되어 있지 않으나 비타민 B_1,B_2 및 나이아신이 다량 함유되어 있으며 특히 나이아신은 과채류의 약 9배에 달하고 있으며 프로비타민 D인 ergosterol이 다량 함유되어 있다.

버섯은 여러 영양소가 함유되어 있고 특유한 풍미가 있기 때문에 식품으로 널리 이용되어 왔으며(1,2), 최근에는 버섯의 항균성(3), 항암효과(4), 및 효소(5,6) 등에 대한 연구가 활발해지면서 버섯에 대한 관심도가 높아지고 있다. 최근에는 버섯의 유효성분 중 성분 중(7) 항암효과를 지니는 물질에 관한 특성을 규명하고자 하는 연구가 활발히 진행되어 왔으며(8), 이외에도 버섯의 유효한 생리활성으로 면역증강 활성(9), 항보체 활성(10, 11), 혈압 상승 억제 및 혈장과 간의 cholesterol 수준 저하 효과(12), 항산화 효과(13), 혈당 강하 작용(14), 혈소판 응집 저해 작용(15), 심혈관계 질환예방(16) 등이 보고되었다. Toth 등(17)은 영지버섯으로부터 암세포 증식을 억제하는 terpenoid류의 물질을 발견하는 등 버섯은 생리활성 물질도 풍부하다.

그러나 우리나라의 식용 가능한 버섯은 다양한 종이 있는데 비해 버섯에 대한 연구는 몇몇 버섯에만 국한적으로 연구가 진행되어 왔다.

따라서 본 연구는 비교적 효능이 잘 알려진 영지버섯과 함께 구름버섯의 항산화성 및 생리활성을 검토하여 우리나라 버섯의 우수성을 밝힘과 동시에 기능성 식품으로 개발하여 국민의 건강 증진은 물론 질병 예방 및 치료에 기초 자료를 마련하고자 한다.

II. 재료 및 방법

1. 재료

구름버섯(*Coriolus versicolor* (Fr.) Quel)과 영지(*Ganoderma lucidum* (Fr.) Karst은 부산 영주동에서 구입하였다.

2. 일반성분분석

일반성분은 A.O.A.C.의 표준분석법(18)에 준하여 분석하였다. 수분은 상압가열 건조법(19, 20)에 의하여 105~110℃의 건조기에서 항량이 될 때까지 건조시킨 후에 측정하였다.

조섬유는 H_2SO_4-NaOH 분해법(19)으로 분석하였다. 조단백은 Kjeldahl식 질소정량법(21)으로 kjeldahl flask 시료를 취해 분해 촉진제를 넣어 3~4시간 맑은 청색이 될 때까지 분해 후 BUCHI 증류장치에 증류하여 그 증류된 액을 0.1N 황산으로 적가하여 포집된 암모니아를 정량하고, 그 값에 6.25를 곱하여 계산하였다. 조지방은 에틸 에테르 용매로 하여 급속지방추출기를 이용하여 Soxhlet 추출법(21, 22)에 의해 정량하였다.

조회분은 직접회화법(20)으로 회화 용기에 시료를 취해 회화로에 넣은 후 250~300℃에서 4~6시간 정도 회백색이 될 때까지 회화시키고 방냉한 후 칭량해서 항량이 될 때까지 계속 반복하여 잔존량을 중량 백분율로 계산하였다.

3. 항산화성 성분 분석

1) 총페놀 함량 측정

Total phenol 함량은 Folin-Denis(23)을 사용하였다. 즉, 마쇄한 동결건조된 5g의 시료를 50㎖ 메탄올에 하루밤 침지시켰다. 침지된 시료를 2분 동안 균질화 한 뒤 water bath에서 5분 동안 끓인 다음 Whatman No. 42여과지로 여과하고 그 잔여물은 뜨거운 메탄올로 씻어 계속 여과 시켰다. 이것을 회전

진공 증발기로 농축시킨 뒤 메탄올에 녹여 100㎖로 정용하였다. 이 여과액 0.3㎖와 2% Na_2CO_3 2㎖를 섞고, 2분 뒤 50% Folin-Ciocalteau reagent 0.1㎖를 혼합하여 30분 incubation시킨 뒤 750nm에서 흡광도를 측정하였다. 기준물질로 chlorogenic acid를 사용하여 함량을 계산하였다.

2) Carotenoids 함량 측정

Carotenoids는 시료 20g을 100㎖ acetone으로 추출하여 흡입 여과한 다음 60% KOH로 24시간 검화시킨 후 petroleum ether(PE)로 재추출 하였다. 총 carotenoids의 정량은 PE 중에서의 가시부 흡수 spectrum의 λ max의 흡광도에 의하여 A.O.A.C.법(24)에 따라 흡광계수 $E^{1\%}_{1cm}$ 250nm로 계산하였다.

3) 비타민 C 함량 측정

비타민C는 hydrazine 비색법을 사용하여 정량하였다.(25). 즉, 산화형 비타민C가 2,4-dinitro phenylhydrazine(DNP)와 작용하여 적색의 osazone을 형성되도록 한 후 흡광광도계(Shimadzu UV-2100, Kyoto, Japan)를 이용하여 540nm에서 비색 정량하였다. 시료용액의 제조는 약 5g의 구름버섯과 영지버섯 시료를 취하여 5배의 5% metaphosphoric acid액을 가하고 해사를 넣어 마쇄한 뒤 5,000rpm에서 15분간 원심 분리한 상등액 2㎖ 씩을 시험관에 취하여 oxidation, osazone형성, osazone용해의 순으로 행하였으며 L-ascorbic acid 표준용액으로 검량선을 작성하였다(Fig 1).

4) 무기질 함량 측정

구름버섯과 영지버섯 중의 Mg, Zn, Se함량은 동결건조된 시료 0.1g을 H_2O_2(35%) 2㎖과 HNO_3(61%) 3㎖을 혼합산과 함께 비이커에 넣어 150℃에서 반응시켰다. 이것을 증발건조하여 2% HNO_3로 정용하여 Mg, Zn 함량은ICP/AES (Inductively Coupled Plasma/Atomic Emission Spectrometer: ICP-IRIS model, U.S.A.)를 이용하여 분석하였으며, Se함량은 ICP/MS(Inductively Coupled Plasma/Mass Spectrometer : ELAN 6100 model, U.S.A.)로 분석하였다.

5) 지방산 함량 측정

구름버섯과 영지버섯의 조지질을 Bligh & Dyer(26)법으로 추출한 후 BF_3-methanol법으로 그 구성 지방산을 메칠에스테르화 하였다. 표준용액은 지방산 혼합 표준용액(F.A.M.E Mix C4-C24, Supelco., PA, USA) 34㎎를 dichloromethane 2㎖에 녹여 사용하였다. 시료(운지 104.5㎎,영지 79.2㎎)를 환저플라스크에 취하고 0.5N 메탄올성 수산화나트륨용액 4㎖을 가하였다. 플라스크위에 환류냉각기를 설치하고 10분간 수욕상에서 균질한 용액이 얻어질 때까지 가열한 후 14% boron trifluoride methanol(BF_3-methanol, Sigma Co.) 5㎖를 환류냉각기를 통해 가하고 2분동안 계속 가열하였다. 마지막으로 n-heptane(Sigma Co.) 2㎖를 냉각기를 통해 가하고 1분간 더 가열하여, 수욕조와 냉각기를 제거하고 염화나트륨 포화용액을 가하여 플라스크를 휘저은 후 염화나트륨 포화용액을 더 가하여 heptane 층이 플라스크의 목부분까지 올라오게 하였다. 상층에서 약 1㎖의 heptane를 취한 후 이에 소량의 무수환상나트륨을 가하여 탈수시킨 것을 시험용액으로 하였다.

분석은 기체크로마토그래피(Gas Chromatography, GC)로 분석하였다. 지방산 분석에 쓰인 GC의 분석조건은 Table 1과 같다.

6) 아미노산 함량 측정

표준용액은 아미노산 표준용액(amino acid standard solution)은 Sigma사의 것을 구입하여 사용하였고, 시료(운지 0.0710g, 영지 0.167g)를 lithium citrate loading buffer(pH 2.20, 0.20M)에 1㎖에 녹여 syringe filter(0.2㎛)로 여과하여 분석하였다. 생체액 분석법에 의해 아미노산 분석용 시료를 조제한 후 Table 2의 조건에 따라 자동 아미노산 분석기로 유리 아미노산을 정량하였다(27).

4. 항산화성 실험

1) Linoleic acid 자동산화 방지효과

시료를 linoleic acid-phosphate buffer system 중에서 일정 농도가 되도록 조제한 후 Haraguchi 등이 사용한 ferrithiocyanate 법(28)에 준해 실험하였다. 준비한 시료 120㎕를 0.04M-phosphate buffer 9㎖와 99.9%의 메탄올에 녹인 2.51% linoleic acid 2.88㎖와 함께 혼합하여 반응 혼합물을 만든 후 뚜껑을 하여 40℃의 암소에서 반응시켰다. 이 반응 혼합물 0.1㎖를 취하여 75% 에탄올 9.7㎖와 30% ammonium thiocyanate 0.1㎖을 혼합한 다음 3.5% HCl에 녹인 0.02M ferrous chloride를 0.1㎖ 가하고 정확히 3분 후에 500nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조구는 시료대신 시료를 녹이는 데 사용한 용매를, blank는 99.9% 에탄올에 녹인 2.51% linoleic acid 대신 99.9% 에탄올을 사용하였으며 결과는 대조구와 처리구의 흡광도의 차를 대조구의 흡광도로 나눈 값을 백분율로 하여 나타내었다.

2) Conjugated diene 생성 저해 효과

Haraguchi 등의 방법(28)에 의해 반응물을 조제한 다음 Farag 등의 방법(29)에 따라 일정한 시간 간격으로 이 반응 혼합물 일정량을 메탄올 3㎖에 희석, 혼합한 후 232nm에서 흡광도를 측정하였다. 흡광도를 conjugated diene의 molar extinction coefficient ($2.6\times10^{-4}M^{-1}$ cm^{-1})를 사용하여 농도(μM)로 환산하였고 결과는 대조구와 처리구의 흡광도 차를 대조구의 흡광도로 나눈 값을 백분율로 나타내었다.

3) TBA 가 측정

구름버섯과 영지버섯의 TBA(thiobarbituric acid) 가 측정(30)은 다음과 같다. 시료는 에탄올에 녹인 후 120㎕를 취해 0.04M-phosphate buffer 9㎖와 99.9% 에탄올에 녹인 2.51% linoleic acid 2.88㎖와 함께 혼합하여 반응 혼합물을 만든 후 뚜껑을 하여 40℃의 암소에서 반응시켰다. 이 반응 혼합물 2㎖를 취하여 0.75% TBA 2㎖과 35% TCA 1㎖를 혼합하여 15분간 95~100℃ waterbath에서 가열 후 바로 얼음물에 냉각시킨다. 이를 3,000rpm에서 10분간 원심분리하여 상층액을 532nm에서 흡광도 측정하여 대조구와 처리구의 흡광도의 차를 대조구의 흡광도로 나눈 값을 백분율로 하여 나타내었다.

4) LDL 산화 저해 효과

Low density lipoprotein(LDL) 산화에 대한 항산화 활성측정은 Buege와 Aust(31)의 방법에 준해 실험하였고, LDL은 표품을 구입하여 사용하였다(Sigma, U.S.A.). 에탄올에 녹인 시료 100㎕에 식염수에 녹인 LDL 단백질 100㎕, 에탄올 7.5㎕, Cu^{+2}용액 5.5㎕와 함께 phosphate-buffered saline(PBS 용액을 혼합하여 총 1000㎕로 맞추어 배양액을 만든다. 0.4% TBA, 15% TCA, 2.5% HCl이 함유된 TBARS 용액을 만든다. 배양액 1㎖에 TBARS 용액 2㎖를 가하여 20분간 95~100℃ 항온수조에서 가열 후 바로 얼음물에 냉각시킨다. 이를 2,000rpm에서 10분간 원심 분리하여 상층액을 532nm에서 흡광도를 측정하였다. 그리고 tetramethoxy propane으로부터 준비된 표준물질 malondialdehyde(MDA)(0-10 nmol/250㎕ PBS)를 시료와 동일한 과정에 의해 실험하여 검량선을 얻었으며, 시료의 흡광도를 이 검량선에 적용시켜 시료의 MDA 함량을 구하였다.

5) DPPH 소거효과

산화적 스트레스의 원인이 되는 유리기에 대한 소거능은 α, α'-diphenyl β-picrylhydrazyl (DPPH)에 의해 측정하였다(32). DPPH를 에탄올에 용해한 후 1.5×10^{-4}M의 농도가 되게 조제하여 Whatman No. 42로 여과하였다. 이 DPPH 용액 2.97㎖에 시료액 30㎕를 가하고 10초간 혼합한 후 10분 후에 517nm에서 흡광도 차를 대조구의 흡광도로써 나눈 값을 백분율로 하여 나타내었다.

III. 결과 및 고찰

1. 일반성분

구름버섯과 영지버섯의 일반성분 분석 결과를 Table 3에 나타내었다. 수분 및 섬유소, 단백질 함량은 구름버섯(CV)이 영지버섯(GL)보다 조금 낮은 15.72%로, 57.3%, 7.65%로 나타났다. 반면 지방의 함량을 보면 영지버섯이 0.33%인데 비해 구름버섯이 1.17%로 다른 버섯류에 비해 비교적 높은 수치를 나타내었다. 그리고 회분함량도 높아 기능성 무기질 성분에 의한 효과가 기대된다.

2. 항산화성 성분 함량

1) 총페놀, Carotenoids, 비타민 C 함량

구름버섯과 영지버섯의 총 페놀, carotenoids, 비타민 C 함량은 Table 4와 같다. 페놀성 물질 β-carotene, α-tocopherol, ascorbate 같은 비타민류 등의 물질은 항산화, 항암, 심장질환 등의 예방효과가 있는 것으로 알려져 있다(33, 34). 구름버섯의 총 페놀함량은 0.058g으로 영지버섯의 0.097g보다 그 함량이 낮은 것으로 나타났고, carotenoids는 두 버섯 모두 함유되어 있지 않았는데 이는 김 등(33)의 보고와 일치하였다. 비타민 C는 영지버섯에 비해 운지버섯이 아주 높은 7.5g이 함유되어 있는 것으로 나타났다.

2) 무기질 함량

구름버섯과 영지버섯의 무기질 함량은 Table 5와 같은데, 영지버섯은 칼슘이 1,607.42ppm으로 가장 높은 수준을 보였고, 유황이 916.29ppm으로 주된 무기질이었다. 구름버섯은 칼슘, 마그네슘, 유황이 거의 동일한 수준으로 많은 함량을 나타내었다. 일반적으로 마그네슘, 아연, 셀레늄은 항산화성과 관련이 있는 무기질로 영지버섯과 구름버섯에서 비교적 그 함유량이 높은 것으로 나타났는데, 구름버섯의 마그네슘과 아연의 함량이 각각 814.73ppm, 33.55ppm으로 이들 성분의 항산화성 효과를 기대할 수 있을 것으로 사료된다.

3) 지방산 함량

구름버섯과 영지버섯의 지방산 함량을 보면(Table 6) 두 버섯 모두 oleic acid가 가장 많이 함유되어 있는 것으로 나타났으며, palmitic acid도 두 버섯에 많이 함유되어 있는 것을 알 수 있었다. 구름버섯의 경우 영지버섯에는 없는 arachidic acid 함량이 11,617ppm으로 아주 높고, linolenic acid 또한 영지버섯의 두배에 가까운 583ppm으로 높게 나타났는데, 이들은 혈압저하 혈전증 개선, 암세포 증식억제, 학습능력향상, 알레르기 체질의 개선, 망막 및 뇌의 발달 등의 효과가 최근에 발표(35)됨에 따라 주목을 받고 있어 구름버섯의 이들 성분으로 인한 효과가 기대된다.

4) 아미노산 함량

구름버섯과 영지버섯의 아미노산 함량을 보면(Table 7) 전반적으로 영지버섯이 구름버섯 보다 아미노산의 함류량이 높은 것으로 나타났다. 특히 구름버섯에는 함유되어 있지 않는 hydroxy-L-proline, L-phenylalanine이 영지버섯에는 각각 107.8μmol/mL, 64.6μmol/mL으로 비교적 높은 함량을 나타내었고, 필수 아미노산인 L-threonine, L-isoleucine의 함량도 영지버섯이 높았다. 반면, L-valine은 영지버섯에는 함류량이 없는데 비해 구름버섯은 5.9μ mol/mL로 나타났다.

3. 항산화성

구름버섯 및 영지버섯의 항산화성을 알아보기 위해 메탄올로 추출하고 농축한 뒤 동결건조한 시료의 수율은 Table 8과 같다. 전반적으로 추출물의 수율은 낮게 측정되었으며, 영지버섯보다는 구름버섯의 수율은 2.69%로 아주 낮았다. 항산화성을 검증하기 위해 linolenic acid 자동산화 방지효과, conjugated diene 생성 억제효과, LDL 산화 저해효과, TBA가, DPPH 소거효과에 대한 실험을 수행하였고, 항산화성 물질로 잘 알려진 vitamin E(α-tocopherol)(36)와 비교 분석하였다.

1) Linolenic acid 자동산화 방지 및 Conjugated diene 생성저해 효과

구름버섯 및 영지버섯 메탄올 추출물의 linolenic

acid 자동 산화 저해 효과와 conjugated diene 생성 저해 효과를 조사하였고, 그 결과를 Fig. 2과 Fig. 3에 나타내었다. linolenic acid 자동 산화 저해 효과는 α-tocopherol의 86.6%와 유사하게 구름버섯은 81.6%, 영지버섯은 82.55%로 두 버섯 모두 linolenic acid 자동산화 방지효과가 높은 것으로 나타났다. 또한 conjugated diene 생성 억제효과는 구름버섯 84.46%, 영지버섯80.58%로 α-tocopherol 보다 높은 효과를 나타내었다. 따라서 이들 버섯의 높은 항산화성으로 인한 체내의 산화방지는 물론 과산화로 인해 야기되는 심혈관계 질환의 예방 및 개선에 도움이 되리라 사료된다(37).

2) TBA 가, LDL 산화저해 효과, DPPH 소거 효과

구름버섯과 영지버섯의 TBA(thiobarbituric acid) 가, LDL 산화저해 효과, DPPH 소거효과를 Fig. 4, 5, 6에 각각 나타내었다. TBA가를 보면 구름버섯 77.97%, 영지버섯 74.54%로 차이는 미미하나 구름버섯이 영지버섯 보다 높은 TBA 항산화 효과를 나타냈었다. 또한 LDL 산화저해 효과에서도 구름버섯이 72.35%로 영지버섯이 66.65% 보다 높은 효과를 나타내었으며, 이는 항산화성 물질로 알려진 α-tocopherol의 73.65% 저해율과 거의 유사한 높은 수준이다. DPPH 소거효과 역시 구름버섯이 81.40%로 α-tocopherol과 거의 유사하게 높은 효과를 나타내어 전반적으로 구름버섯과 영지버섯 모두 높은 항산화성을 나타내는 것으로 나타났으며, 특히 구름버섯의 항산화성이 높아 항산화력을 이용한 기능성 식품으로서의 효과가 기대된다.

Ⅳ. 요약 및 결론

본 연구는 비교적 효능이 잘 알려진 영지버섯과 함께 구름버섯의 항산화성 및 항암성, 항균성 등의 생리활성을 검토하기 위해 총 페놀, carotenoid, 비타민 C 등의 항산화성 성분 분석과 항산화성 실험에 관한 실험을 수행하였다.

1. 일반성분에서 영지버섯의 수분, 조단백 그리고 조섬유의 함량은 각각 18.28%, 10.3%, 78.4%로 구름버섯의 그것보다 높았으나 구름버섯의 조지방과 회분은 1.17%와 2.33%로 구름버섯이 영지버섯의 0.33%와 0.33%보다 다소 높은 함량을 나타내었다.

2. 항산화성 성분을 알아보는 실험에서는 구름버섯이 총 페놀과 비타민 C의 항산화성 성분이 비교적 높게 나타났고 구름버섯이 총 페놀, 비타민 C 의 항산화성 성분이 비교적 높고, 항산화 무기질인 마그네슘과 아연의 함량도 영지버섯보다 높은 것으로 나타났다.

아미노산 함량 또한 영지버섯이 높게 나타났다.

3.. TBA 가, DPPH 소거 효과, linolenic acid 자동산화 억제작용, conjugated diene 생성저해 효과, LDL 산화 저해 효과 등의 항산화성 실험에서 효과가 잘 알려진 영지버섯보다도 높은 항산화성을 나타내었으며, 이는 α-tocopherol와 거의 유사한 수준이었다.

따라서 구름버섯의 높은 항산화성을 검증함으로서 기능성 식품으로서의 개발에 대한 가능성을 제시하였다고 하겠다.

■ 투고일 : 2004년 5월 24일

참고문헌

1. Tasuziro, I.(1978). Morphology and classification, In biology and cultivation of edible mushroom. Academic Press, New York. pp3.
2. Holts, RB.(1972). Quality and quantitative analysis of free neutral cabohydrates in mushroom tissue by gas-liquid chromatography and mass spectromety. J.Arg.Food Chem,. 19,1272.
3. Vogel FS, Mcgarry SJ, Kemyer LAK, Graham DG.(1974). Bacteriological properties of a class

quinoid compound related to sporulation in the mushroom, Agaricus bisporus. Am J. Pathol,. 76,165-174.

4. Ikekawa T, Uehara N, Maeda Y, Nakamishi M, Fukouka F.(1969). Antitumor activity of aqueous extracts of some edible mushroom. Cancer Res 29,734-738.
5. Eun JS, Yang JH, Cho DY, Lee TK, Park LH.(1989). Studies on higher fung in Korea (Ⅱ). Proteolytic enzyme of Agaricus bisporus Sing. J. Kor Pharm Sci,.19,9-14.
6. Impoolsup A, Bhumiralana A, Flegel T.(1982). Isolation of alkaline and neutral proteases from Aspergillus flavus var columnaris, a soysauce koji mold. Appl Environ Microbio. 42. 619-625.
7. Yang QY, Jong SC.(1987). Medical mushroom in China, mushroom science Ⅻ(part Ⅰ) Proceeding of the twelfth international congress on the science and cultivation of edible fungi. Braunschweig Germany(FRG).
8. 백성진.(2002). 영지 균사체(Ganoderma lucidum IY009) 유래 단백 다당체의 항암 면역 증강 및 항암 활성 연구, 경희대 대학원 박사학위논문.
9. Wang HX, Liu WK, Ng TB, Ooi VEC, Chang ST.(1995). Immun-omodulatory and antitumor activity of a polysaccharide-peptide complex from a mycelia culture of Trichoroma sp., a local edible mushroom. Life Science. 57, 269-281.
10. Wang YY, Khoo KH, Chen ST, Lin CC, Wong CH, Lin CH.(2002). Studies on the immuno-Modulating and antitumor activities of Ganoderma lucidum (Reishi) polysaccharides:functional and proteomic analysis of a fucose-Containing glycoprotein fraction responsible for the activities, Bioorganic & Medicinal Chemistry. 10, 1057-1062.
11. 이준우, 정훈, 정천희, 이권행.(1990). 영지 균사체의 추출물이 보체계와 망내계에 미치는 영향. Korean J. Mycol., 18,137-144.
12. Yearul K, Shuichi K, Tsutomu T.(1988). Dietary effect of Ganoderma lucidum mushroom on blood pressure and lipid levels in spontaneously hypertensive rats(SHR). J. Nutr Sci Vitaminal. 34, 433-438.
13. 이인경, 송경식, 김창진, 김환묵, 오구택, 유익동. (1994). 꾸지 뽕나무로부터 분리한 flavonoid계 화합물인 암세포성장 저해 및 항산화 활성. 한국농화학회지. 37,105-109.
14. Hikono H, M Ishiyama Y, Suzuki, Konno C.(1989). Mechanism of hypoglycemic activity of ganoderma B. Aglycan of Ganoderma lucidum fruit bodies. Planta medica. 55, 423-428.
15. Michinori K, Hideaki M, Mari N, Shigeru A, Takeshi T.(1983). Studies Ganoderma lucidum Ⅳ. Effects on the Disseminated intravascular coagulation. Yakugaku zasshi. 103, 871-877.
16. Rhee HM, Lee SY. (1990). Cardiovascular effect of mycelium extract of Ganoderma lucidum:inhibition of sympathetic efferent nerve activity, European Journal of Pharmacology. 183, 1010-1011.
17. Toth JO, Luu B, Ourisson G.(1983). Les acides ganoderiques: triterpenes cytotoxiques de Ganoderma lucidum (Polyporacee). 24, 1081-1084.
18. A.O.A.C.(1990). Official methods of analysis of the association of official agricultural chemists(15th ed.). A.O.A.O.
19. 신효선. (1983). 식품분석(이론과 실험), 신광출판사.
20. A.O.C.S.(1974). Dfficial and tentative methods of the American Oil Chemist's Society. V. 3. American Oil Chemist's Society.
21. 정진환, 신평균, 류진창, 장대식, 조성환.(1997). 도라지 일반성분. 한국농화학회지. 40, 148-151.
22. 황진봉, 양미옥, 신현경. (1997). 양초 중의 일반성분 및 무기질 함량 조사. 한국식품과학회지. 29, 671-679.

23. Hammerschmidt, PA, Pratt DE.(1978). Phenolic antioxidants of dried soybeans. J. Food Science. 43, 556-559.
24. A.O.A.C.(1990). Official methods of analysis, 15th ed., Association of official analytical chemist. Washington, D.C., 942.4.
25. Shin HS. (1983). Theory and investigation of food analysis. Shinkwang Publishing
Corporation, Seoul, p166-250.
26. Bligh EG, Dyer WJ.(1959). Can, J. Biochem, Physiol,. 37, 911.
27. 오삼룡, 김성수, 민병용, 정동효. (1990). 구기자, 당귀, 오미자, 오갈피 추출물의 유리당, 유리아미노산, 유기산 및 타닌의 조성. 한국식품과학회지. 22, 76-81.
28. Haraguchi H, Hashimoto K, Yagi A. 1992. Antioxidative substances in leaves of Polygonum hydropiper. J. Agric Food Chem,. 40, 1349-1351.
29. Farag RS, Badei AZMA, Hewedi FM, El-baroty GSA. (1989). Antioxidant activity of some spice essential oils on linoleic acid oxidation in aqueous media. JAOCS. 66, 792-799.
30. Esterbauer H, Lang J, Zadravec S, Slater TF.(1981). Methods in Enzymology. Academic Press, New York .105, 319-328.
31. Buege JA, Aust SD. (1978). Microsomal lipid peroxidation Methods in Enzymol. 52, 302-310.
32. Blois MS. (1958). Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. Nature. 25, 1199-1120.
33. 김미혜, 김명철, 박종석, 박은지, 이종옥.(1999). 다른 소재 식품류중 항산화 물질 함량 분석. 한국식품과학회지. 31, 273-279.
34. Tsuchiya M, Kagan VE, Freisleben HJ, Manabe M, Packer L.(1994). Antioxidant activity of alpha-tocopherol, beta-carotene, and ubiquinol in membranes: cis-parinaric acid-incorporated liposomes. Methods in Enzymol,. 234, 371-382.
35. 신경아, 고영수, 이영철. (1998). 볶음 시간에 따른 들기름 메탄올 추출물의 항산화 효과와 특성. 한국식품과학회지. 31, 273-279.
36. Rhee SJ, Choe WK, Ha TY. 1995. The effect of vitamin E on the antioxidative defense mechanism in streptozotocin-induced diabetic rats. J.Japanese Soc Nutr and Food Sci,. 48, 451-457.
37. Rimm EB, Stampfer MJ, Ascherio A. 1993. vitamin consumption and the risk of coronary heart disease in men. N Engl J Med,. 328, 1450-1456.

Table 1. Condition of gas chromatography for quantitative analysis of fatty acids.

Parameters	Condition
Instrument	GC,HP 5890 series II plus
Injector	HP 7673 autosampler
Detector	Flame Ionization Detector (FID)
Column	HP-FFAP capillary column (50m ×0.32mm×0.50㎛)
Injection volume	1㎕
Injection type	split mode
Split ratio	20:1
Carrier	N_2
Flow	1.0㎖/min
Injector temp	220℃
Detector temp	230℃
Oven temp	230℃

Table 2. Conditions for analysis of free amino acid

Instrument	Biochrom 20(pharmacia Biotech)
Column	High resolution column (Bio 20 PEEK Lithium, 250㎜×4.6㎜
Detector	UV(570㎚)
Flow rate	20㎖/hr
Moble phase&temp. progarm	1. 10min, 32℃, buffer 1 (Lithium citrate buffer, pH 2.80, 0.20M) 2. 42min, 32℃, buffer 2 (Lithium citrate buffer, pH 3.00, 0.30M) 3. 14min, 32℃, buffer 3 (Lithium citrate buffer, pH 3.15, 0.50M) 4. 11min, 78℃, buffer 3 (Lithium citrate buffer, pH 3.15, 0.50M) 5. 26min, 78℃, buffer 4 (Lithium citrate buffer, pH 3.50, 0.90M) 6. 35min, 78℃, buffer 5 (Lithium citrate buffer, pH 3.55, 1.65M) 7. 24min, 82℃, buffer 5 (Lithium citrate buffer, pH 3.55, 1.65M) 8. 6min, 82℃, buffer 6 (Lithium hydroxide solution 0.30M)

Table 3. Proxitmate compositions of *Coriolus versicolor* (Fr.) Quel and *Ganoderma Lncidum* (Fr.) Karst

(%)

Compositions	CV	GL
Moisture	15.72±0.151)	18.28±0.25
Crude Lipid	1.17±0.24	0.33±0.00
Crude Protein	7.65±0.28	10.3±0.00
Ash	2.33±0.02	0.33±0.01
Crude Fiber	57.3±0.57	78.4±0.20

CV : *Coriolus versicolor* (Fr.) Quel
GL : *Ganoderma Lncidum* (Fr) Karst
1)mean ±S.D

Table 4. Total phenol carotenoids and ascorbic acid contents of *Coriolus versicolor* (Fr.) Quel and *Ganoderma Lncidum* (Fr.) Karst

(per 100g)

Sanple	Attribute		
	Total phenol(g)	Carotenoids	Ascorbic acid
CV	0.058±0.011)	N.D.2)	7.50±0.10
GL	0.097±0.00	N.D	0.81±0.07

CV : *Coriolus versicolor* (Fr.) Quel
GL : *Ganoderma Lncidum* (Fr.) Karst
1)mean ±S.D
2)N.D. : Not detected.

Table 5. Content of mineral quantified from the *Coriolus versicolor* (Fr.) Quel and *Ganoderma lucidum* (Fr.) Karst

(ppm)

Components	CV	GL
Ca	828.32	1607.42
Cu	12.90	6.22
Mg	814.73	497.19
S	799.81	916.29
Ze	33.55	11.66
Se	0.0314	0.0097

CV : Coriolus versicolor (Fr.) Quel
GL : Ganoderma lucidum (Fr.) Karst

Table 6. Fatty acid composition of *Coriolus versicolor* (Fr.) Quel and *Ganoderma lucidum* (Fr.) Karst

Fatty acid	Contents(ppm, mg/L)	
	CV	GL
Caproic acid	325	-
Myristic acid	1,559	1,279
Pentadecanoic acid	760	398
cis-10-pentadecenoic acid	10,7678	10,778
Palmitic acid	6,907	753
Pamitoleic acid	-	267
cis-10-heptadecenoic acid	-	422
Stearic acid	948	810
Elaidic acid	1,948	10,595
Oleic acid	64,675	54,690
Arachidic acid	11,617	-
Linolenic acid	583	356
Erucic acid	-	140
Tricosanoic acid	1,051	-
cis-13,16-docosadienoic acid	-	483
Lignoceric acid	-	295
cis-5,8,11,14,17-eicosapentaenoic acid	648	-

CV : *Coriolus versicolor* (Fr.) Quel
GL : *Canoderma lucidum* (Fr.) Karst

Table 7. Content of amino acid determined from the powder of Coriolus versicolor (Fr.) Quel and Gonoderma Lucidum (Fr.) Karst

Amino acid	Contents(μ mol/mL)	
	CV	GL
O-Phospho-L-serine	3.5	3.5
Urea	3.7	-
L-Aspartic acid	1.7	7.0
Hydroxy-L-proline	-	107.8
L-Threonine	1.7	14.7
L-serine	2.2	14.7
L-Asparagine	-	5.0
L-Glutamic acid	-	0.7
Glycine	6.4	7.9
L-Alanine	30.3	26.1
L-Valine	5.9	-
Cystathionine	3.5	17.5
L-Isoleucine	2.8	17.2
L-Leucine	3.8	5.5
β-Alanine	-	8.3
L-phenylaianine	-	64.6
L-β-Aminoisobutyric acid	131.0	113.3

CV : *Coriolus versicolor* (Fr.) Quel

GL : *Ganoderma lucidum* (Fr.) Karst

Table 8. Methanol extraction yield of *Coriolus versicolor* (Fr.)Quel and *Ganoderma Lucidum* (Fr.) Karst (%)

Sample	Methanol extraction yield
CV	2.69
GL	4.71

CV : *Coriolus versicolor* (Fr.) Quel

GL : *Ganoderma Lucidum* (Fr.) Karst

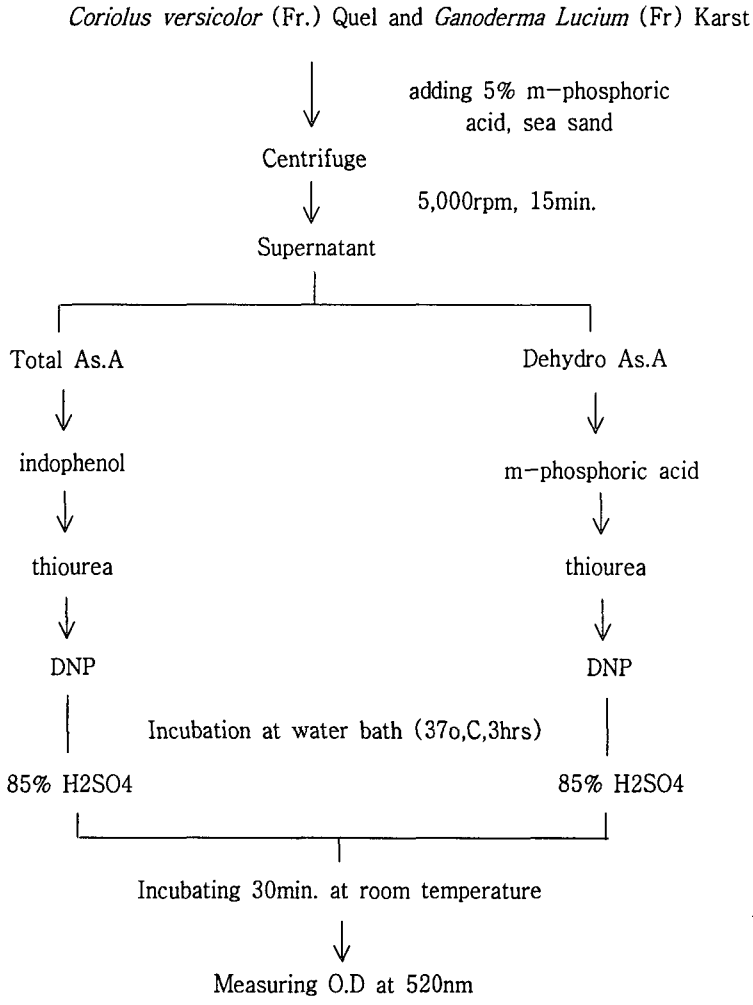

Fig. 1. A schematic diagram of ascorbic acid determination

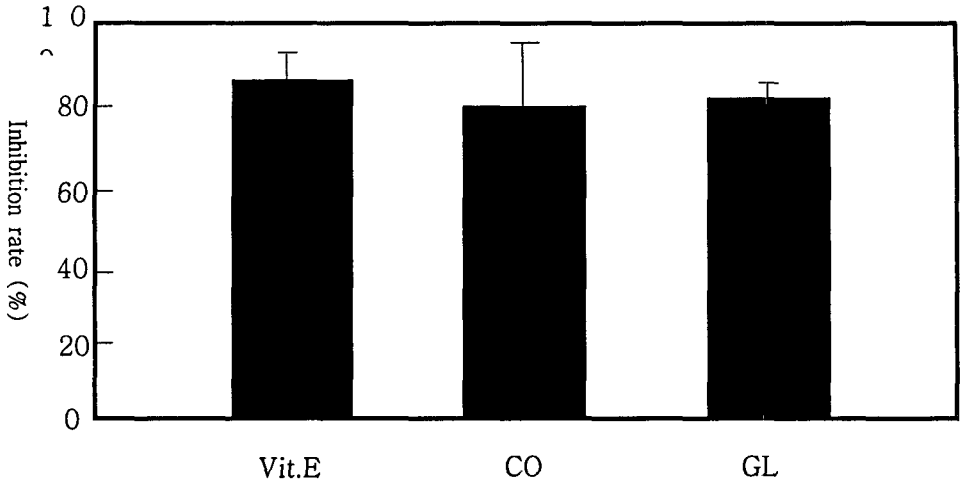

Fig. 2. Inhibition effect of methanol extracts prepared form *Coriolus versicolor* (Fr.) Quel and *Ganoderma Lucidum* (Fr.) Karst on linoleic acid autoxidation
Vit. E : Vitamin E(α-Tocopherol)
CV : *Coriolus versicolor* (Er.) Quel
GL : *Ganoderma Lucidum* (Fr.) Karst
Concentration of each sample in reaction mixture was 100μg/mℓ.

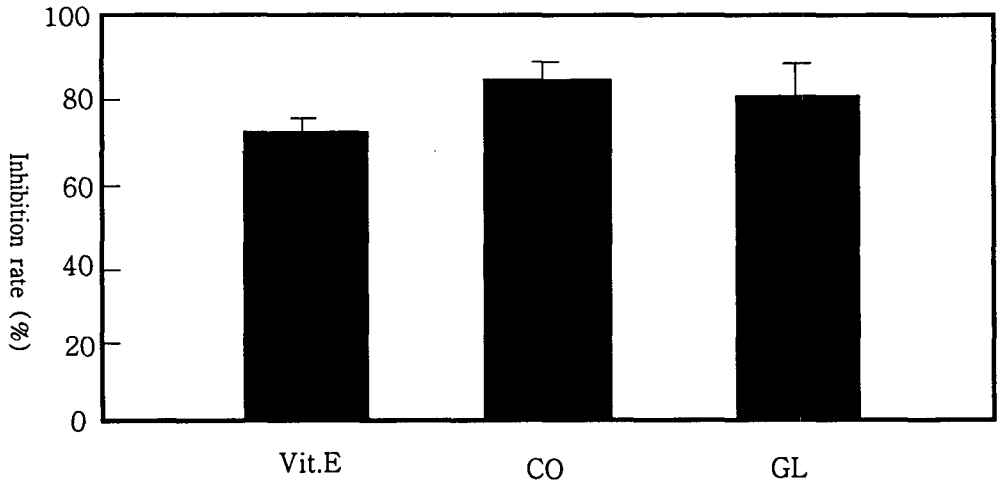

Fig. 3. Inhibition effect of methanol extracts prepared form *Coriolus versicolor* (Fr.) Quel and *Ganoderma Lucidum* (Fr.) Karst on conjugated diene production.
Vit. E : Vitamin E(α-Tocopherol)
CV : *Coriolus versicolor* (Er.) Quel
GL : *Ganoderma Lucidum* (Fr.) Karst
Concentration of each sample in reaction mixture was 100μg/mℓ.

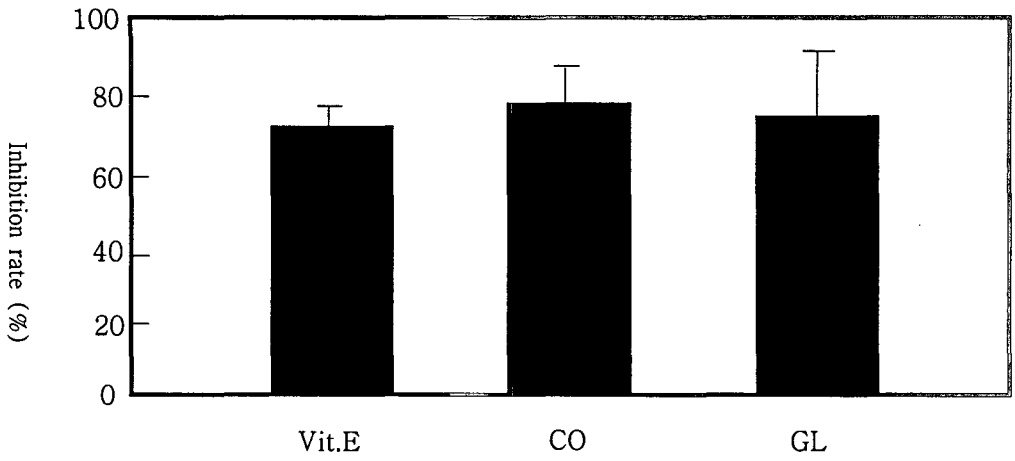

Fig. 4. Inhibition effect of methanol extracts prepared form *Coriolus versicolor* (Fr.) Quel and *Ganoderma Lucidum* (Fr.) Karst on TBA value.
Vit. E : Vitamin E(α-Tocopherol)
CV : *Coriolus versicolor* (Fr.) Quel
GL : *Ganoderma Lucidum* (Fr.) Karst
Concentration of each sample in reaction mixture was 100㎍/㎖.

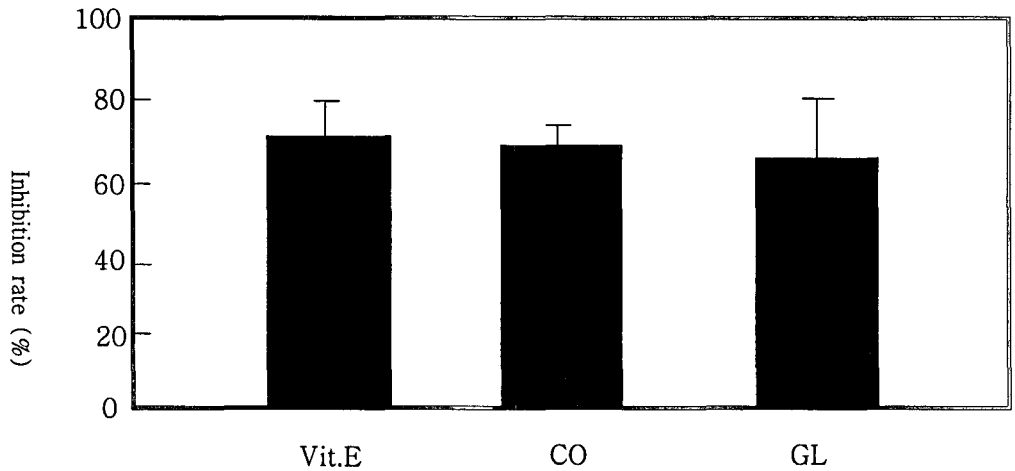

Fig. 5. Inhibition effect of methanol extracts prepared form *Coriolus versicolor* (Fr.) Quel and *Ganoderma Lucidum* (Fr.) Karst on LDL oxidation.
Vit. E : Vitamin E(α-Tocopherol)
CV : *Coriolus versicolor* (Er.) Quel
GL : *Ganoderma Lucidum* (Fr.) Karst
Concentration of each sample in reaction mixture was 100㎍/㎖.

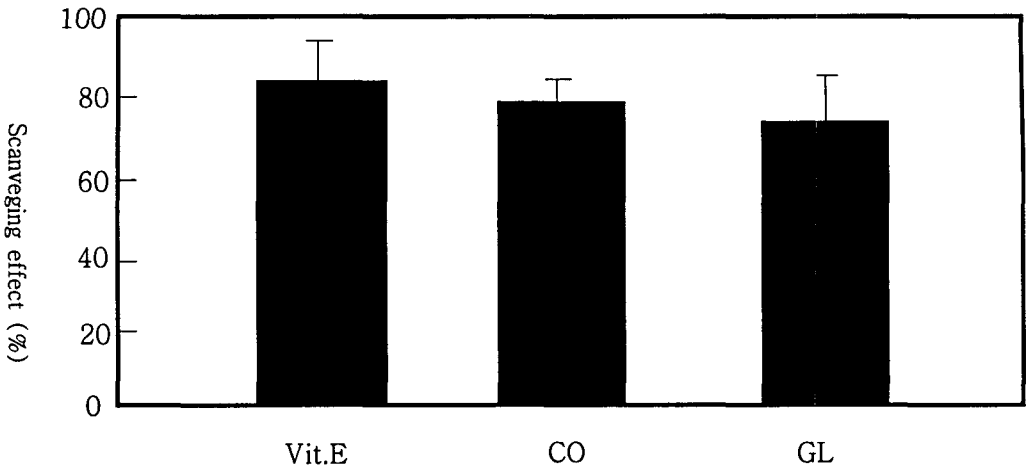

Fig. 6. Scavenging effect of methanol extracts prepared form Coriolus versicolor (Fr.) Quel and Ganoderma Lucidum (Fr.) Karst on DPPH.

Vit. E : Vitamin E(α-Tocopherol)

CV : *Coriolus versicolor* (Fr.) Quel

GL : *Ganoderma Lucidum* (Fr.) Karst

Concentration of each sample in reaction mixture was 100㎍/㎖.