

더덕 부위별, 첨가수준이 실험쥐의 항산화활성과 지질조성에 미치는 효과

원향례[†]·오혜숙

상지대학교 식품영양학과

Antioxidative Activity and Lipid Composition from Different Part and Supplement of *Codonopsis lanceolata* in Rat

Hyang-Rye Won[†] and HaeSook Oh

Dept. of Food and Nutrition, Sangji University, Wonju 220-702, Korea

Abstract

This study was conducted to examine antioxidative activity and lipid composition from different parts and supplement flesh and skin of *Codonopsis lanceolata in vivo*. Forty six-week-old white Sprague Dawley rats were divided into 5 groups and fed with experimental diet for six weeks to measure antioxidant enzymes activities and lipid composition in blood and liver microsome. The activity of glutathione peroxidase in blood was high in all groups supplemented with *Codonopsis lanceolata* and the difference was observed in accordance with the supplemented part rather than the supplemented level. However, glutathione reductase activity and the content of malondialdehyde (MDA) in blood showed difference depending on the level of supplementation rather than the supplemented part. The content of liver MDA in all groups supplemented with *Codonopsis lanceolata* was lower than that in the control group. As the level of skin supplementation increased, an increase in glutathione peroxidase activity was also observed. Only in the group that 5% of *Codonopsis lanceolata* skin was supplemented, the glutathione reductase activity was higher than in the control group. Total cholesterol and LDL-cholesterol of blood in the group supplemented with *Codonopsis lanceolata* flesh or skin were significantly lower than those in control group. HDL-cholesterol in blood was high when the flesh of *Codonopsis lanceolata* was supplemented. Total cholesterol and triglyceride in liver of the group supplemented with *Codonopsis lanceolata* flesh or skin were significantly lower than those in control group. In summary, this animal test showed that the supplementation of *Codonopsis lanceolata*, flesh or skin, generally improved the antioxidative effect of diet and lipid composition.

Key words: *Codonopsis lanceolata*, antioxidative activity, lipid composition

서 론

민간의학에서 약효가 알려진 식물의 생체기능 물질은 의약품이나 기능성식품 개발 소재로 사용하는 것은 세계적인 추세이다(1-10). 식물은 다양한 생리활성 성분을 함유하고 있어 식용 또는 질병 치료에도 사용되고 있다(11-13).

일명 사삼, 양유, 산해 혹은 백삼이라 불리워지는 더덕(*Codonopsis lanceolata*)은 심산의 활엽수목 하에서 자라는 덩굴성 다년초로서 봄, 가을에 뿌리를 채취하여 사용한다. 또한 강장, 해열, 거담, 해독용으로 그리고 인후염, 인과선염, 종기 등의 치료에 효과적인 약용식물로 알려져 있다(14). 그 밖의 면역, 항산화 등의 생리활성에 관한 연구도 활발히 진행되어 왔다(15-20). 더덕은 이러한 생약학적 가치 외에 칼슘과 식이섬유가 풍부하여 최근의 식생활 양상에 따른 건강 위해 요인을 수정하기에 적합한 식재료이다. 예로부터 고급

식재료로서 구이, 절임, 부침 등으로 이용하였으며, 사포닌(Saponin), 이눌린(Inulin), Phytoderin, Leoithin, Pentosan 등의 약효 성분이 함유된 더덕은 건강식품을 선호하는 현대인의 요구에 부합되는 자원으로서, 최근 들어 벵타, 술, 차, 드링크 등의 가공제품이 개발되는 등 건강식품의 소재로 활용하기 위한 연구도 진행되고 있다(21).

더덕 물 추출물과 더덕 에탄올 추출물의 실험동물에서의 항산화 효과와 지질대사에 미치는 효과(22-24)에 관한 연구와 도라지 및 더덕 첨가식이 실험동물의 지질대사에 미치는 영향(25,26)에 관한 연구는 있으나 더덕 껍질의 실험동물에서의 항산화 효과와 지질대사에 관한 보고는 아직 없는 실정이다. 이에 본 연구는 더덕을 이용한 식품학적, 약리학적 연구를 바탕으로 하여 더덕 육질과 더덕 껍질의 항산화 효과와 지질대사에 미치는 효과를 동물실험을 통해 확인하여 그동안 농가에서 폐기물로 처리되어 왔던 더덕 껍질을

[†]Corresponding author. E-mail: hrwon@sangji.ac.kr
Phone: 82-33-730-0496, Fax: 82-33-738-7652

식품 내 첨가물로서, 혹은 다른 약용으로의 활용 가능성을 제시하고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료

경기도 양평군 서종면 문호리 야산에서 재배한 더덕을 2005년 5월 28일 채취하여, 더덕 표면에 붙어 있는 흙을 충분히 털어낸 후 증류수로 세척하여 풍건한 후 껍질과 육질을 분리한 후 120 mesh 이하로 마쇄하여 사료배합에 사용하였다. 더덕시료의 일반성분은 AOAC(27) method로 분석하였으며, 무기질은 EPA 3050A method(28)로 전 처리한 후 ICP-S7510(Shimadzu, Japan)로 분석하여 사료 조성 시 이용하였다.

실험동물 및 식이

실험동물은 바이오링크(충북 음성, 대한민국)에서 6주령의 Sprague Dawley 흰쥐 숫컷을 공급받아 체중에 따라 각 실험군 당 8마리씩 완전 임의 배치하였다. 환경 조절된 실험동물 사육실(온도 22±2°C, 상대습도 60±5%, 조명 06:00 AM~18:00 PM)에서 스테인레스 망 사육상자에 한 마리씩 분리 사육하였으며 대조군(CO), 더덕 육질 2.5% 첨가군(LF), 더덕 육질 5% 첨가군(HF), 더덕 껍질 2.5% 첨가군(LS), 더덕 껍질 5% 첨가군(HS)의 5군으로 나누어 6주간 사육하였다.

실험식은 AIN-93M을 기본식으로 하여 식이 지방을 10% 수준으로 조정하고 더덕 육질 및 더덕 껍질을 사료 중

량의 2.5%, 5.0% 첨가하여 조성하였다(Table 1).

시료수집 및 분석방법

6주간 실험식이를 급여하고 사육기간 중 섭취량, 체중증가율, 식이효율은 이틀에 한번씩 측정하였다. 6주간 실험식이로 사육 후에 18시간 절식시킨 후 ether로 마취하여 경동맥혈을 채취하였고, 채취한 혈액은 냉장고에서 하룻 동안 방치한 후 3,000 rpm에서 20분간 원심 분리하였다. 혈청을 분리한 후 HDL-cholesterol을 즉시 분석하였고 혈청과 간조직은 분석 전까지 -70°C에서 냉동 보관하였다.

혈액과 간의 triglyceride, total cholesterol, HDL-cholesterol은 효소법을 이용한 kit(Wako Co., Japan)를 사용하여 측정하였고, 혈청 LDL-cholesterol은 Friedwald식(29)을 이용하여 산출하였다. 간의 총 지방은 Folch의 방법(30)으로 측정하였다.

항산화 효소와 과산화물 측정을 위해 냉동 보관한 간은 얼음 위에서 살짝 조각 낸 다음 homogenize용 관에 넣어 buffer용액(154 mM KCl, 50 mM Tris-HCl, 1 mM EDTA buffer, pH 7.4)으로 homogenize한 후 4°C, 3,000 rpm에서 20분 원심분리 후 상층액을 취해 MDA(malondialdehyde)를 측정하였고, 4°C 15,000 rpm에서 30분 2차 원심 분리 후 상층액으로 glutathione peroxidase와 glutathione reductase activity를 측정하였다. 혈액 및 간조직의 단백질 함량은 Bradford method를 이용한 protein quantification kit(PQO1-12, Dojindo Co., Japan)를 사용하여 BSA(bovine serum albumin)를 표준으로 600 nm에서 microplate reader(Bio-Rad, USA)를 사용하여 측정하였고, 혈액 및 간조직의 glutathione peroxidase 활성은 spectrophotometric assay용 kit(Oxford Biomedical Research, Inc.; FR17, USA) glutathione reductase 활성은 spectrophotometric assay kit(Oxford Biomedical Research, Inc.; FR19, USA), MDA의 생성량은 lipid peroxidation assay용 kit(Oxford Biomedical Research, Inc.; FR12, USA)를 사용하였다.

통계처리

모든 자료는 SPSS 통계 프로그램을 이용하여 분석하였으며, 실험군 간의 유의성 차이 여부는 ANOVA test와 Tukey의 다범위 검사법을 이용하였다.

결과 및 고찰

더덕의 일반성분

본 실험에 사용한 더덕의 일반성분과 무기질 조성은 Table 2, 3과 같다. 분석 결과 일반성분은 Kim 등(31)과 Lee

Table 1. Composition of experimental diet

Ingredient (g)	CO ¹⁾	LF	HF	LS	HS
Corn starch	550.62	530.02	509.42	533.62	516.62
Casein	140.0	140.0	140.0	140.0	140.0
Sucrose	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Beef tallow	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Cellulose	50	45.6	41.2	42.0	34.0
Dodok flesh	0	25	50	0	0
Dodok skin	0	0	0	25	50
Mineral mix	35	35	35	35	35
Vitamin mix	10	10	10	10	10
L-cystine	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
Cholesterol	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Choline bitartrate	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
BHQ	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008
Total	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0

¹⁾CO: Control group, LF: Low *Codonopsis lanceolata* flesh (2.5%), HF: High *Codonopsis lanceolata* flesh (5%), LS: Low *Codonopsis lanceolata* skin (2.5%), HS: High *Codonopsis lanceolata* skin (5%).

Table 2. Chemical composition of *Codonopsis lanceolata* flesh and skin

Part	Energy (kcal/100 g)	Moisture (%)	Crude protein (%)	Crude lipid (%)	Carbohydrate (%)	Crude fiber (%)	Ash (%)
Flesh	390.9	8.09	5.35	2.49	63.00	17.72	2.95
Skin	411.3	7.76	4.25	2.53	53.00	31.96	4.00

Table 3. Mineral composition of *Codonopsis lanceolata* flesh and skin (mg/kg)

Part	Mg	Si	Ca	P	K
Flesh	0.95	0.29	2.10	0.72	3.84
Skin	1.11	0.82	2.53	0.47	4.67

(32)의 분석 결과와 약간의 차이를 나타냈다. Kim 등(31)의 분석치와 비교하여 볼 때 본 실험의 분석치가 수분의 함량은 높았고, 조단백질의 함량과 탄수화물의 함량은 낮았으며, 조지방과 조회분의 함량은 비슷하였다. Lee(32)는 네 곳의 재배지에서 채취하여 균일한 양을 섞어 수분의 함량이 10% 내외가 되도록 50°C에서 건조하여 분석한 결과였다. 채취시기도 Kim 등(31)은 10월, 본 실험에 사용한 더덕은 채취시기가 5월이었다. 재배기간도 Lee(32)는 4년, 본 실험에 사용한 더덕은 3~4년 근이었다. 따라서 이 결과는 채취시기, 경작장소, 재배기간, 건조과정 등에 따른 차이로 여겨진다. 더덕 껍질과 육질의 성분 차이는 육질이 수분, 조단백질, 탄수화물의 함량이 높았고, 에너지, 조섬유질, 조회분의 함량은 더덕 껍질이 높게 나타났다.

체중증가량, 사료섭취량, 사료효율

실험군의 최종체중, 체중증가량, 식이섭취량 및 식이효율은 Table 4와 같다. 체중증가량, 사료섭취량, 사료효율은 실험군 간의 유의차가 없었다. 이 결과는 실험식이 조성 시 더덕의 일반성분을 분석하여 실험식이 조성을 거의 동일하게 맞춘 결과로 보여진다.

혈액과 간의 항산화효소

혈액과 간의 glutathione peroxidase와 glutathione reductase의 활성은 Table 5와 같다. 혈액의 경우 glutathione peroxidase 활성은 더덕 육질이나 껍질을 첨가한 군이 대조

군보다 유의하게 높게 나타났다. 더덕 첨가의 수준에 따른 차이는 볼 수 없었으나 더덕 부위에 따른 차이, 즉 껍질보다는 육질을 첨가했을 때 glutathione peroxidase 활성이 더 높게 나타났다.

혈액 glutathione reductase의 경우 낮은 수준의 더덕 육질이나 껍질을 첨가했을 때는 대조군과 차이가 없었으나 5%의 더덕 육질이나 껍질을 첨가했을 때는 대조군보다 유의하게 높게 나타났다. 5%의 껍질보다는 5%의 육질을 첨가했을 때 glutathione reductase의 활성이 가장 높게 나타났다. 즉, 혈액의 glutathione peroxidase 활성은 더덕 첨가군이 모두 높았으며 더덕 첨가 수준보다는 부위에 따른 차이를 보였고, 혈액 glutathione reductase 활성은 더덕 부위보다는 첨가 수준에 따른 차이를 보여 주었다.

간의 경우 더덕 육질이나 껍질을 첨가한 군의 glutathione peroxidase 활성이 대조군보다 모두 유의하게 높게 나타났다. 육질 첨가군은 첨가된 수준에 따라 glutathione peroxidase 활성의 차이가 없었고, 껍질 첨가군의 경우는 5% 첨가군이 2.5% 첨가군보다 glutathione peroxidase 활성이 더 높았다. Han 등(23)은 더덕 물 추출물을 경구 투여한 실험에서 glutathione peroxidase의 활성이 대조군과 비슷하였고 glutathione-S-transferase의 활성은 에탄올 추출물을 경구 투여한 군에서만 다소 높게 나타났다고 보고하고 있다.

간의 glutathione reductase 활성은 더덕 육질 첨가군이 모두 대조군과 차이를 보이지 않았으나 더덕 껍질 첨가군은 5% 첨가군이 대조군에 비해 높게 나타났다. 즉, 간의 glutathione peroxidase 활성은 더덕 첨가 여부에 따라 항산화 활성의 차이를 보였으며 껍질의 경우 5% 첨가군이 더 높은 활성을 나타냈고, glutathione reductase 활성은 더덕 육질 첨가군이 모두 대조군과 차이를 보이지 않았으나 더덕 껍질

Table 4. Final body weight, weight gain, food intake and FER

Groups ¹⁾	Initial body weight (g)	Weight gain (g)	Food intake (g)	FER ²⁾
CO	203.68±3.40 ^{3)NS4)}	117.93±3.8	459.73±15.30	0.26±0.007
LCF	203.56±3.95	121.94±4.12	426.49±10.64	0.29±0.006
HCF	203.73±2.34	121.98±6.12	425.48±17.07	0.29±0.010
LCS	203.44±3.26	114.29±9.20	432.84±8.96	0.26±0.002
HCS	203.36±2.04	117.59±3.67	443.56±6.01	0.27±0.009

¹⁾Groups are the same as in Table 1. ²⁾FER: weight gain/food intake.

³⁾All values are mean±SE. ⁴⁾NS: not significant.

Table 5. Antioxidant enzymes activities in blood and liver

Groups ¹⁾	Blood		Liver	
	GPx (mU/mg protein) ²⁾	GR (mU/mgprotein) ³⁾	GPx (mU/mg protein)	GR (mU/mg protein)
CO	65.01±5.64 ^{4)a5)}	1.74±0.03 ^a	10.55±0.56 ^a	25.94±1.49 ^{ab}
LF	95.75±4.99 ^{bc}	2.08±0.12 ^a	19.43±0.70 ^b	29.50±1.93 ^b
HF	107.13±2.72 ^c	3.93±0.27 ^c	20.78±1.18 ^b	22.62±0.63 ^a
LS	85.31±6.70 ^b	2.09±0.33 ^{ab}	22.27±1.55 ^b	35.97±3.13 ^{bc}
HS	87.48±5.70 ^b	2.57±0.80 ^b	29.02±1.30 ^c	36.53±1.32 ^c

¹⁾Groups are the same as in Table 1. ²⁾GPx: Glutathione peroxidase. ³⁾GR: Glutathione reductase.

⁴⁾All values are mean±SE. ⁵⁾Values with different superscript letters in the same column are significantly different at $p < 0.05$ as analyzed by Tukey's HSD post hoc test.

첨가군은 5% 첨가군이 대조군에 비해 높게 나타났다.

Glutathione peroxidase는 Se를 함유하는 항산화제 효소로서 과산화지질과 H₂O₂의 무독화를 촉매하며 철분, 비타민 E, 필수지방산의 결핍 시 활성이 감소되고 산화적 스트레스 시 활성이 증가하는 것으로 알려져 있다(33-35). 본 실험에서 혈액과 간의 glutathione peroxidase의 활성이 증가한 것은 더덕의 항산화 작용 효과로 보인다.

Han과 Cho(22)는 사염화탄소를 투여한 흰쥐에 더덕 열수 추출물을 투여함으로써 사염화탄소를 투여한 흰쥐 간조직 중의 glutathione peroxidase의 활성이 유의적으로 증가한 것은 사염화탄소의 간 독성작용에 의해 형성된 과산화수소와 과산화 지질을 무독화하기 위한 것으로 설명하고 있다. 본 실험에서는 더덕 자체를 고지혈증 유발 식이에 섞어 주어 혈중 지질을 감소시키는 효과를 본 것으로, 더덕이 질병 상태에서의 해독작용(22) 뿐만 아니라 고지혈증 상태에서도 항산화 능력을 통해 지질 수준을 저하시킬 수 있음을 알 수 있었다.

혈액과 간의 과산화물생성

혈액과 간의 지질 과산화산물인 MDA 생성결과는 Table 6과 같다. 혈액의 MDA 생성량은 대조군에 비해 더덕 첨가군이 모두 낮았고, 특히 높은 수준의 더덕 첨가군의 경우 MDA 생성량이 가장 낮게 나타났다. 더덕 육질보다는 더덕 껍질을 첨가했을 때 MDA 생성량이 낮은 것으로 나타났다. 간의 MDA 생성량은 대조군에 비해 더덕 첨가군에서 더덕 부위와 첨가 수준에 관계없이 모두 낮게 나타났다.

흰쥐에 더덕 열수 추출물을 투여함으로써 사염화탄소를 투여로 인한 간조직 중의 과산화 지질의 증가를 감소시켰다는 Han과 Cho(22)의 연구 결과와 비교하여 볼 때 이 결과 역시 질병 상태나 정상 상태 모두에서 더덕의 과산화 지질의 감소 효과가 있다는 사실을 나타내고 있다. Maeng과 Park(24)

은 더덕 에탄올 추출물의 항산화 효과를 *in vitro* 상태에서 수소 공여능과 TBA(thiobarbituric acid)가를 검토한 결과 더덕 에탄올 추출물이 상당한 항산화 효과가 있다고 보고하였다. Han 등(18)은 생쥐에 더덕 물 추출물을 투여한 결과 적혈구와 뇌의 지질 과산화물이 감소하였으며 혈액의 SOD (superoxide dismutase) 활성이 증가하였음을 보고하였다.

혈액과 간의 지질성분

혈액과 간의 지질 조성은 Table 7과 같다. 혈액의 총 콜레스테롤과 LDL-콜레스테롤은 더덕 육질이나 껍질을 첨가한 군이 대조군보다 유의하게 낮게 나타났다. 더덕 첨가의 수준과 더덕 부위에 따른 차이는 없었다. 혈액 HDL-콜레스테롤도 더덕 첨가의 수준에 따른 차이는 볼 수 없었으나 더덕 부위에 따른 차이, 즉 껍질보다는 육질을 첨가했을 때 HDL-콜레스테롤이 더 높게 나타났다. 이 결과로 볼 때 총 콜레스테롤의 감소는 주로 LDL-콜레스테롤의 감소에 기인한 것으로 이는 더덕이 고지혈증의 개선 효과가 있는 식품의 이용 가능성을 시사해 주고 있다. Han 등(23)과 Kang과 Joo(36)는 더덕과 인삼의 혈청 콜레스테롤 강하 효과를 더덕과 인삼의 성분 중 사포닌의 작용으로 설명하고 있다. 본 실험에서는 더덕 추출물이 아니라 더덕 자체의 분말을 식이에 섞어 주었기 때문에 사포닌의 효과뿐 아니라 다른 성분 즉 식이섬유소나 광물질의 복합적인 효과로 여겨진다. Cohen 등(37)과 Han과 Cho(22)는 고지방식이에 더덕 물 추출물을 투여하였을 때 혈청의 총 콜레스테롤, 중성지방의 농도가 낮다고 보고하였다. Han 등(23)은 HDL-콜레스테롤이 더덕 투여군에서 높다고 하였다. 본 실험 결과는 더덕 첨가 시 총 콜레스테롤, LDL-콜레스테롤, HDL-콜레스테롤의 변화와는 일치하였으나 중성지방의 변화는 더덕 공급에 따른 차이를 볼 수 없었다. Oakenfull 등(38)과 Sidhu와 Oakenfull(39)에 의하면 사포닌이 소장에서 담즙산의 재흡수를 억제하고 분변

Table 6. MDA in blood and liver

Group ¹⁾	CO	LF	HF	LS	HS
Blood MDA (μmol/mg)	6.40±1.09 ^{2)c3)}	4.27±1.02 ^b	2.70±0.53 ^a	3.64±0.79 ^{ab}	2.41±0.45 ^a
Liver MDA (μmol/mg)	17.77±3.08 ^b	4.85±0.53 ^a	3.91±1.26 ^a	5.22±1.14 ^a	5.77±0.52 ^a

¹⁾Groups are the same as in Table 1. ²⁾All values are mean±SE.

³⁾Values with different superscript letters in the same row are significantly different at p<0.05 as analyzed by Tukey's HSD post hoc test.

Table 7. Composition of blood and liver lipid

Groups ¹⁾	Blood (mg/dL)				Liver (mg/g of dry liver)		
	Triglyceride	Total cholesterol	HDL-cholesterol	LDL-cholesterol	Total lipid	Triglyceride	Total cholesterol
CO	70.22±12.15 ²⁾	256.65±16.95 ^{b2)}	48.81±3.44 ^a	193.76±15.58 ^b	621.45±14.48	52.99±5.40 ^{b1)}	48.70±1.12 ^a
LF	81.42±20.49	180.78±11.21 ^a	64.84±5.75 ^c	101.62±12.36 ^a	545.98±26.15	42.30±1.28 ^{ab}	41.66±2.23 ^b
HF	77.24±10.74	176.25±19.65 ^a	63.63±4.58 ^{bc}	104.04±20.86 ^a	616.25±13.11	34.17±3.72 ^a	41.12±0.89 ^b
LS	83.82±21.63	182.93±6.32 ^a	50.02±5.22 ^{ab}	136.14±26.75 ^a	529.40±38.12	44.93±3.14 ^{ab}	40.63±0.70 ^b
HS	106.76±15.35	185.22±9.64 ^a	55.60±3.06 ^{abc}	105.48±13.06 ^a	471.04±79.55	41.89±2.86 ^{ab}	38.62±1.82 ^b

¹⁾Groups are the same as in Table 1. ²⁾All values are mean±SE.

³⁾Values with different superscript letters in the same column are significantly different at p<0.05 as analyzed by Tukey's HSD post hoc test.

으로의 배설을 증가시킴으로 혈중 콜레스테롤 농도를 저하시킨다고 보고하였는데 더덕도 사포닌을 다량 함유한 식품(31)이므로 같은 효과를 나타낸 것으로 보인다.

간의 총 지질은 실험군 간의 유의차가 없었다. 간의 총 콜레스테롤도 더덕 육질이나 껍질을 첨가한 군이 대조군보다 유의하게 낮게 나타났다. 더덕 첨가의 수준과 더덕 부위에 따른 차이는 없었다. 간의 중성지방은 높은 수준의 더덕 육질을 첨가한 군이 대조군보다 유의하게 낮게 나타났다. 이 결과는 Kim 등(25)의 결과와 일치하였다.

요 약

본 연구는 더덕 육질과 더덕 껍질의 항산화 효과와 지질대사를 동물실험을 통해 확인하고자 6주령 된 Sprague Dawley 중 흰쥐 40마리를 대조군, 더덕 육질 2.5% 첨가군(LF), 더덕 육질 5% 첨가군(HF), 더덕 껍질 2.5% 첨가군(LS), 더덕 껍질 5% 첨가군(HS)의 총 5군으로 나누어 실험식으로 6주간 사육 후 혈액 및 간 microsome 내의 항산화효소 활성, 지질 과산화물과 지질 조성을 측정하여 혈액의 glutathione peroxidase 활성은 더덕 첨가군이 모두 높았으며 첨가 수준보다는 부위에 따른 차이를 보였고 혈액 glutathione reductase의 활성과 MDA(malondialdehyde) 생성량은 더덕 부위보다는 첨가 수준에 따른 차이를 보여 주었다. 간의 glutathione peroxidase 활성은 더덕 첨가 여부에 따라 항산화 활성의 차이를 보였으며 껍질의 경우 5% 첨가군이 더 높은 활성을 나타냈다. Glutathione reductase 활성은 더덕 육질 첨가군은 모두 대조군과 차이를 보이지 않았으나 더덕 껍질 첨가군은 5% 첨가군이 대조군에 비해 높게 나타났다. MDA 생성량은 대조군에 비해 더덕 첨가군에서 더덕 부위와 첨가 수준에 관계없이 모두 낮게 나타났다. 혈액의 총 콜레스테롤과 LDL-콜레스테롤은 더덕 육질이나 껍질을 첨가한 군이 대조군보다 유의하게 낮게 나타났다. 더덕 첨가의 수준과 더덕 부위에 따른 차이는 없었다. 혈액 HDL-콜레스테롤도 더덕 첨가의 수준에 따른 차이는 볼 수 없었으나 더덕 부위에 따른 차이, 즉 껍질보다는 육질을 첨가했을 때 HDL-콜레스테롤이 더 높게 나타났다. 간의 총콜레스테롤도 더덕 육질이나 껍질을 첨가한 군이 대조군보다 유의하게 낮게 나타났다. 더덕 첨가의 수준과 더덕 부위에 따른 차이는 없었다. 간의 중성지방은 5% 더덕 육질을 첨가한 군이 대조군보다 유의하게 낮게 나타났다. 이 결과를 요약해 볼 때 흰쥐에서 더덕 껍질이나 더덕 육질 첨가 식이의 항산화 효과와 지질 조성의 개선 효과를 볼 수 있었다. 따라서 더덕 육질은 물론 껍질도 식품 내 첨가물로서, 혹은 다른 약용으로의 활용 가능성을 제시하고 있다.

감사의 글

이 논문은 2005년도 상지대학교 학술연구비지원에 의해

수행된 것으로 이에 감사드립니다.

문 헌

- Ju JC, Shin JH, Lee SJ, Cho HS, Sung NT. 2006. Antioxidative activity of hot water extracts from medicinal plants. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 25: 7-14.
- Jung SJ, Lee JH, Song HN, Seong NS, Lee SE, Baek NI. 2004. Screening for antioxidant activity of plant medicinal extracts. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 47: 135-140.
- Kim HK, Na KM, Ye SH, Han HS. 2004. Extraction characteristics and antioxidative activity of *Lycium chinense* extracts. *Korean J Food Preservation* 11: 352-357.
- Kim KD. 2004. Research of oriental medicine plant on anti-oxidation and ultraviolet rays absorption. *J Kor Soc Cosm* 10: 145-153.
- Lee E, Choi MY, Oh HS. 2000. Effects of powdered Siho (*Bupleuri Radix*) on serum and liver lipid composition and antioxidative capacity in rat fed high oxidized fat. *Korean J Nutrition* 33: 502-506.
- Lee SE, Seong NS, Bang JK, Park CG, Seong JS, Song J. 2003. Antioxidative activity of Korean medicinal plant. *Korean J Medicinal Crop Sci* 11: 127-134.
- Lee YS. 2007. Physiological activities of ethanol extract from different parts of *Ailanthus altissima*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 389-394.
- Nam SH, Kang MY. 2000. Screening of antioxidative activity of hot-water extracts from medicinal plants. *J Korean Soc Agric Chem Biotechnol* 43: 141-147.
- Shin SR, Hong JY, Nam YS, Yoon KY, Kim KS. 2006. Anti-oxidative effects of extracts of Korean herbal materials. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35: 187-191.
- Song JC, Park NK, Hur HS, Bang MH, Beak NI. 2000. Examination and isolation of natural antioxidants from Korean medicinal plants. *Korean J Medical Crop Sci* 8: 94-101.
- Perry LM. 1980. *Medicinal Plants of East and Southeast Asia: Attributed Properties and Uses*. MIT Press, London. p 431.
- Frei B. 1994. *Natural antioxidants in human health and disease*. Academic Press, New York. p 25-55.
- Nguyen MT, Awale S, Tezuka Y, Tran QL, Watanabe H, Kadota S. 2004. Xanthine oxidase inhibitory activity of Vietnamese medicinal plants. *Biol Pharm Bull* 27: 1414-1421.
- 辛民教. 1986. 原色臨床本草學. 남산당, 서울. p 239.
- Lee YG, Kim JY, Lee JY, Byeon SE, Hong EK, Lee J, Rhee MH, Park HJ, Cho JY. 2007. Regulatory effects of *Codonopsis lanceolata* on macrophage-mediated immune responses. *J Ethnopharmacol* 112: 180-188.
- Guo WL, Gong L, Ding ZF, Li YD, Li FX, Zhao SP, Liu B. 2006. Genomic instability in phenotypically normal regenerants of medicinal plant *Codonopsis lanceolata* Benth. et Hook. f., as revealed by ISSR and RAPD markers. *Plant Cell Rep* 25: 896-906.
- Lee KW, Jung HJ, Park HJ, Kim DG, Lee JY, Lee KT. 2005. Related articles, links beta-D-xylopyranosyl-(1->3)-beta-D-glucuronopyranosyl echinocystic acid isolated from the roots of *Codonopsis lanceolata* induces caspase-dependent apoptosis in human acute promyelocytic leukemia HL-60 cells. *Biol Pharm Bull* 28: 854-859.
- Han C, Li L, Piao K, Shen Y, Piao Y. 1999. Experimental study on anti-oxygen and promoting intelligence development of *Codonopsis lanceolata* in old mice. *Zhong Yao Cai*

- 22: 136-138.
19. Lee KT, Choi J, Jung WT, Nam JH, Jung HJ, Park HJ. 2002. Structure of a new echinocystic acid bisdesmoside isolated from *Codonopsis lanceolata* roots and the cytotoxic activity of prosapogenins. *J Agric Food Chem* 50: 4190-4193.
 20. Suh JS. 1996. Effect of *Codonopsis lanceolata* Radix water extract on immuneocytes. *Korean J Food & Nutr* 9: 379-384.
 21. Hong WS, Lee JS, Kim EJ, Choi YS. 2006. A study on the perception of *Codonopsis lanceolata* Dishes and development of *Codonopsis lanceolata* Dishes. *Korean J Food Cookery Sci* 22: 181-192.
 22. Han EG, Cho SY. 1997. Effect of *Codonopsis lanceolata* water extract on the activities of antioxidative enzyme in carbon tetrachloride treated rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26: 1181-1186.
 23. Han EG, Sung IS, Moon HK, Cho SY. 1998. Effect of *Codonopsis lanceolata* water extract on the level of lipid in rats fed high fat diet. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27: 940-944.
 24. Maeng YS, Park HK. 1991. Antioxidant activity of ethanol extract from Dodok (*Codonopsis lanceolata*). *Korean J Food Sci Technol* 23: 311-316.
 25. Kim SY, Kim HS, Su IS, Yi HS, Kim HS, Chung SY. 1993. Effect of the feeding *Platycodon grandiflorum* and *Codonopsis lanceolata* on the lipid composition of serum and liver in rats. *J Korean Soc Food Nutr* 22: 517-523.
 26. Kim SY, Kim HS, Kim SH, Kim HS, Su IS, Chung SY. 1993. Effect of the feeding *Platycodon grandiflorum* and *Codonopsis lanceolata* on the fatty acid composition of serum and liver in rats. *J Korean Soc Food Nutr* 22: 524-530.
 27. AOAC. 1990. *Official Method of Analysis*. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists,
 28. Saver RH. 1996. Aerosolization as a means of sample preparation of geological-materials for XRF analysis and its validity compared to EPA method 3050A digestion. *J Air & Waste Manag Assoc* 46: 234-240.
 29. Friewald Wi, Levy RI, Fredrisko D. 1972. Estimation of the concentration of low density lipoprotein cholesterol with use of the preparation ultracentrifuge. *Clin Chem* 18: 499-502.
 30. Folch J, Lees M, Stanley GHS. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipid from animal tissues. *J Biol Chem* 226: 497-509.
 31. Kim EH, Kim JY, Park CK, Maeng YS. 1992. Determination of dietary fiber contents in Dodok (*Codonopsis lanceolata* trauf (Beneth et Hook) and ginseng (*Panax ginseng* C.A. Meyer). *Korean J Soc Food Sci* 8: 257-253.
 32. Lee SK. 1984. Chemical composition of dried wild and cultivated *Codonopsis lanceolata*. *J Korean Agric Chem Soc* 27: 225-230.
 33. Huh K, Park JM, Lee SI. 1985. Garlic effect on the glutathione S-transferase and glutathione peroxidase. *Arch Pharm Res* 8: 197-203.
 34. Brenot A, King KY, Janowiak B, Griffith O, Caparon MG. 2004. Contribution of glutathione peroxidase to the virulence of *Streptococcus pyogenes*. *Infect Immun* 72: 408-413.
 35. Park MN. 2005. Effect of iron overload during pregnancy and lactation on iron metabolism and oxidative stress in maternal, fetal and neonatal rats. *PhD Dissertation*. Seoul National University.
 36. Kang BH, Joo CN. 1986. Biochemical studies on ginseng saponin (XXVII). The effects of ginseng saponin fraction on LDL-receptor of rat and rabbit livers. *Korean Biochem J* 19: 173-178.
 37. Cohen JC, Noakes TD, Benade AJS. 1988. Serum triglyceride responses to fatty meals: effect of meal fat content. *Am J Clin Nutr* 47: 825-827.
 38. Oakenfull DG, Fenwick DE, Hood RL, Topping DL, Illman RL, Storer GB. 1979. Effects of saponins on bile acids and plasma lipids in the rat. *Br J Nutr* 42: 209-216.
 39. Sidhu GS, Oakenfull DG. 1986. A mechanism for the hypocholesterolaemic activity of saponins. *Br J Nutr* 55: 643-649.

(2007년 6월 1일 접수; 2007년 8월 29일 채택)