

도토리추출물이 흰쥐의 체내 항산화효소계에 미치는 영향

성인숙 · 박은미 · 이미경 · 한은경 · 장주연 · 조수열[†]

영남대학교 식품영양학과

Effect of Acorn Extracts on the Antioxidative Enzyme System

In-Suk Sung, Eun-Mi Park, Mi-Kyung Lee, Eun-Kyung Han, Joo-Yeun Jang and Soo-Yeal Cho[†]

Dept. of Food and Nutrition, Yeungnam University, Kyongsan 712-749, Korea

Abstract

This study was conducted to investigate the effect of acorn extracts on the antioxidative enzyme system. Male Sprague-Dawley rats ($110 \pm 10g$) were fed on containing normal and high fat diets. They were orally administrated ($0.02g/100g$ B.W) of acorn ethylacetate-extract and water-extract at the same time once a day, respectively. Net weight gain and feed efficiency ratio were increased in high fat diet groups and decreased by acorn extracts administration. The effect of acorn extracts on hepatic glutathione peroxidase(GSH-Px), glutathione S-transferase(GST) and catalase activities did not show significance in normal fat diet groups. GST and catalase activities and lipid peroxidation content(LPO) were significantly increased in high fat diet groups and this increment were decreased by acorn extracts administration. However GSH-Px activity and GSH content were decreased in high fat diet groups but increased by acorn extracts administration. The activities of lactate dehydrogenase(LDH), alkaline phosphatase(ALP) and aminotransferase in serum were significantly increased in high fat diet group but these increment reduced in acorn extracts administration groups. These results indicate that acorn extracts could improve the liver function and prevent the metabolic diseases by hyperlipidemia.

Key words: high fat diet, acorn extracts antioxidative enzyme system

서 론

지질의 산화는 주로 유리라디칼에 의한 연쇄반응으로 생성되는 과산화물과 과산화물이 산화-분해되어 카르보닐 화합물 및 중합물을 생성하며(1), 지질과산화 반응은 여러가지 독성화합물이나 약물에 의한 간손상 발생의 기전으로 인정된다. 기전은 세포내 산화적 스트레스의 증가 즉, 유리라디칼 생성 증가와 항산화적 방어력 감소로 인해 야기될 수 있다(2). 반응성이 큰 과산화물들의 유리는 생체내 단백질 또는 아미노산과 반응하여 기능기를 파괴시키거나 다른 물질들과 가교결합을 형성하여(3,4) 여러 조직에서 세포막의 변화를 일으킬 뿐만 아니라 효소활성의 감소 및 DNA 손상과 퇴행성 장애를 일으켜 생리적인 변화를 초래한다(5). 생체내에는 superoxide dismutase, catalase, glutathione peroxidase, non protein bound-SH와 glutathione, 비타민 등의 항산화제가 존재하여 생성되는 유리를 제

거하여 체내 항상성을 유지한다(3).

도토리는 참나무속에 속하는 열매로서 우리나라 전국 산야에 약 28종이 자생하고 있으며, 옛부터 도토리묵의 재료로 이용되어 왔다. 도토리 성분은 전분이 약 65~69%, 조단백 7%, 조지방 3%, 조섬유 4%, 조회분 3%, 탄닌 7%. 수분이 11% 내외 함유되어 있다(6,7). 도토리에 관한 연구로는 안 등(8)의 도토리 전분의 이화학적 특성에 관한 보고와 유기용매에 의한 탄닌의 추출에 관한 연구가 있다(9-11).

도토리는 천연 항산화 성분인 gallic acid, digallic acid, gallocatannin 등을 함유하고 있으며(7,9,12,13), 다른 천연 항산화성분들처럼 각종 유지에 대해 항산화작용을 나타내고(14-16), gallic acid를 함유하고 있으므로 천연 항산화제로서 이용 가치가 있으나(7) 도토리의 *in vivo* 연구는 아직 미비한 실정이다.

그러므로 본 연구는 도토리추출물이 체내 항산화효소계에 미치는 영향을 구명하고자 고지방식이를 섭취

[†]To whom all correspondence should be addressed

사킨 흰쥐에게 도토리추출물을 급여하여 과산화지질 함량 및 이와 관련된 여러 효소들의 활성을 비교·관찰하였다.

재료 및 방법

도토리의 추출 및 분리

본 실험에 사용된 도토리는 경북 상주군 노악산에서 채집한 것을 풍건하여 탈피·분쇄한 후 25mesh체로 사별해 시료로 사용하였다. 도토리의 Water extraction는 분쇄한 도토리분말 100g에 증류수를 가하여 4°C에서 2일간 방치한 후 상층액을 제거한 다음 500ml의 증류수를 가하여 수욕상에서 진탕·추출하였다. 이 추출액의 탄닌성분을 확인 후(17) 여과하여 전액이 100ml 되도록 감압농축해 사용하였다. Ethylacetate extraction는 분쇄한 도토리분말 100g에 4배량의 acetone-H₂O(1:1)를 가하고 4°C에서 7시간 추출하여 잔사를 3~4회 반복 추출하고, 전액을 여과한 후 40°C에서 감압농축하였다. 이 농축액에 2배량의 ethylacetate를 첨가하여 진탕하고 water layer과 ethylacetate layer로 분리하였다. 이 조작을 3~4회 반복해 40°C에서 감압농축하여 ethylacetate extract로 사용하였다(Fig. 1).

실험동물 및 식이

실험동물은 Sprague Dawley종의 이유한 음성 흰쥐 48마리를 10일간 기본식으로 적응시킨 후, 평균 체중이 100±20g인 것을 난피법에 의하여 각 군당 8마리씩 6군으로 나누어 stainless steel cage에 한마리씩 분리하여 6주간 사육하였다(Table 1). 실험식은 lard를 첨가하여 식이지방이 총 열량의 30%가 되도록 공급하였다(Table 2). 도토리추출물은 사람이 섭취하는 양과 흰쥐의 식이 섭취량을 고려하여 체중 100g당 0.02g을 매일 일정시각 경구투여하였으며, 대조군은 생리식염수를 투여하였다.

시료채취

실험식을 6주간 사육한 흰쥐를 12시간 절식시킨 후 에테르로 마취시켜 복부대동맥으로부터 채혈하여 실온에서 30분간 방치한 후 600×g에서 10분간 원심분리하여 혈청을 얻어 분석실험에 사용하였다. 체중은 측정 10시간 전에 식이급여를 중단하여 매주 1회 일정시각에 측정하였고, 최종 체중에서 실험 개시전의 체중을 감하여 실험기간중의 증체량으로 하였다. 식이 섭취량은 매일 일정 시각에 급여량에서 잔량을 감하여 계산하였고, 식이 효율은 실험기간중의 증체량을 식이 섭취량

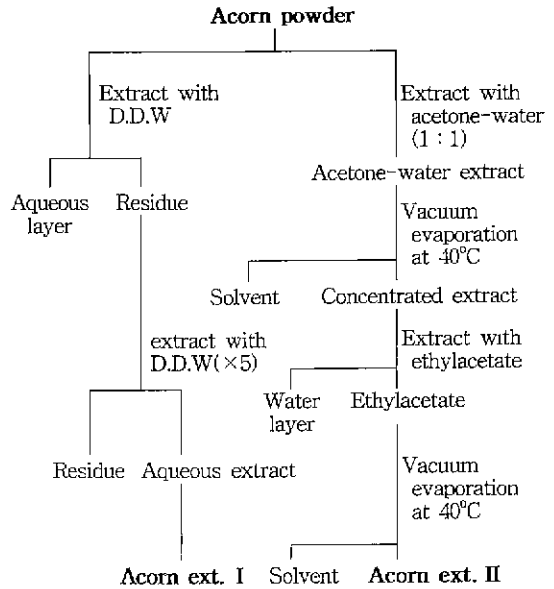


Fig. 1. Extraction of acorn extracts I, II.

Table 1. Experimental groups

Group	Diet
B	Basal diet
BW	Basal diet+Water extract ¹⁾
BE	Basal diet+Ethylacetate extract ²⁾
BL	Basal diet+Lard
BLW	Basal diet+Lard+Water extract ¹⁾
BLE	Basal diet+Lard+Ethylacetate extract ²⁾

¹⁾Rats were administrated oral intubation with water ext. (0.02g/100g body weight) at the same time once a day
²⁾Rats were administrated oral intubation with ethylacetate extract(0.02g/100g body weight) at the same time once a day

Table 2. Composition of experimental diet

Ingredients	Content(%)	
	Basal diet	High fat diet
Casein	20.0	20.0
Corn starch	50.0	40.9
Sucrose	15.0	15.0
Cellulose ¹⁾	5.0	5.0
Corn oil	5.0	5.0
AIN-mineral mixture ²⁾	3.5	3.5
AIN-vitamin mixture ²⁾	1.0	1.0
DL-Methionine	0.3	0.3
Choline chloride	0.2	0.2
Lard	-	9.1

¹⁾Cellulose: Sigma Co.

²⁾Mineral and vitamin mixture(g/kg mix.) according to AIN-76

으로 나누어 산출하였다. 적출한 간조직은 0.25M sucrose 용액을 가하여 빙냉하에서 마쇄한 균질액(20w/v%)을 600×g, 10,000×g 및 105,000×g에서 원심분리해 각 분획을 취한 다음 효소원으로 사용하였다. 효소활성은 bovine serum albumin을 표준품으로 하여 Lowry법(18)에 준해 측정된 단백질 mg당 specific activity로 나타내었다.

생화학적 분석

Glutathione peroxidase 활성은 Paglia와 Valentine의 방법(19)으로, catalase의 활성은 Aebi방법(20), glutathione S-transferase 활성은 Habig 등의 방법(21), 과산화지질 함량은 Ohkawa의 방법(22), glutathione 함량은 Ellman의 방법(23)을 사용하여 측정하였다. Lactate dehydrogenase 활성도는 Berga-Broid의 방법(24)에 의해 조제된 Kit(Eiken Co.)로, alkaline phosphatase 활성은 Kind-King의 방법(25)으로 조제된 Kit(Eiken Co.)를 사용하였고, 혈청 중의 alanine 및 aspartate aminotransferase의 활성은 Reitman과 Frankel의 방법(26)에 준하여 조제된 Kit(Eiken Co.)를 사용하여 측정하였다.

통계처리

실험 성적은 SAS package를 이용하여 실험군당 평균±표준편차로 표시하였고, 각 군간의 평균치의 통계적 유의성은 $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple test(27)에 의해 검정하였다.

결과 및 고찰

체중증가량, 식이섭취량 및 식이효율

Table 3은 6주간 사육한 흰쥐의 일일 평균 체중 증가량, 식이 섭취량 및 식이 효율을 나타내었다.

1일 평균 체중 증가량은 BL군이 B군 보다 유의적으로 증가하였다. 이는 고지방 섭취시 체중이 증가하여 과체중 내지는 비만을 유발한다는 보고(28-33)와 일치한다. Water extract와 ethylacetate extract 투여시 고지방 섭취로 인한 체중 증가는 유의적으로 억제되었는데, 이 결과는 Mehansho 등(28)의 탄닌 투여시 탄닌에 대한 신체적응이 일어나기 전에는 체중이 감소된다는 보고로써 뒷받침된다.

식이 섭취량은 B군에 비해 BL군이 유의적으로 감소되었다. 즉 식이지방은 체내에서 gastric emptying을 지연시켜 식이 섭취량을 감소시키며(29), 또 열량이 높은 식이일수록 식이 섭취량은 감소된다는 보고(28,29,34)와 일치하는 결과이다. 도토리추출물 투여시 정상

Table 3. Effect of water extracts and ethylacetate extracts on net weight gain, feed intake and feed efficiency ratio in rats (g/day)

Group	Net weight gain	Feed intake	Feed efficiency ratio
B	5.70±0.26 ^c	26.94±1.06 ^a	0.22±0.01 ^f
BW	5.55±0.19 ^{cd}	24.34±1.00 ^{bc}	0.23±0.01 ^f
BE	5.54±0.11 ^{cd}	24.69±1.18 ^b	0.22±0.20 ^f
BL	6.28±0.08 ^a	22.97±2.35 ^{cd}	0.27±0.02 ^a
BLW	5.94±0.12 ^b	22.44±1.04 ^{cd}	0.26±0.02 ^{ab}
BLE	5.87±0.21 ^b	21.09±1.10 ^e	0.28±0.02 ^a

Values are mean±S.D.(n=8)

Values with a common superscript letter within the same column are significantly different($p < 0.05$)

식이군과 고지방 식이군 모두 식이 섭취량이 감소하였다. 이는 도토리추출물의 탄닌과 gallic acid는 동물의 식이섭취를 억제하는데 특히 gallic acid는 입맛에 영향을 미치기도 하지만 gallic acid를 장관내로 주입시에도 식이 섭취량이 감소되는 것(35)으로 보아, 본 실험에서도 도토리추출물 투여는 식이 섭취량을 감소시킨 것을 확인할 수 있었다.

식이 효율은 BL군이 가장 높았으며 고지방섭취시 식이 섭취량은 정상군에 비하여 감소하나 식이 효율은 증가하였고, water extract와 ethylacetate extract 투여에 따른 차이는 나타나지 않았다.

간조직 중의 glutathione peroxidase, glutathione S-transferase 및 catalase 활성

실험식이와 도토리추출물 투여로 6주간 사육한 흰쥐의 glutathione peroxidase(GSH-Px), glutathione S-transferase(GST) 및 catalase 활성 변화를 Table 4에 나타내었다.

도토리추출물 투여시 간조직 중의 GSH-Px 활성 변화가 유의적이지 않으므로써 도토리추출물의 무독성을

Table 4. Effect of water extracts and ethylacetate extracts on hepatic GSH-Px, GST and catalase activities in rats

Group	GSH - Px	GST	Catalase
	decreased NADPH n moles/mg protein/min	n moles DNCB/mg protein/min	decreased H ₂ O ₂ n moles/mg protein/min
B	8.47±0.39 ^b	14.84±1.43 ^b	51.94±5.14 ^b
BW	8.15±0.60 ^b	14.20±1.49 ^b	49.66±1.38 ^b
BE	7.85±1.40 ^b	14.71±1.43 ^b	51.10±2.64 ^b
BL	6.70±0.32 ^c	16.92±0.96 ^a	55.90±4.06 ^a
BLW	9.67±0.76 ^a	15.25±1.51 ^b	52.39±1.34 ^b
BLE	10.45±2.06 ^a	15.10±1.51 ^b	50.18±3.50 ^b

Values are mean±S.D.(n=8)

Values with a common superscript letter within the same column are significantly different($p < 0.05$)

확인할 수 있었다. 반면 고지방섭취시 GSH-Px의 활성은 정상군에 비하여 유의적으로 감소되었으며, 도토리추출물 투여시 유의적인 활성 증가를 나타내었다. BL군의 GSH-Px 활성 감소는 이 효소가 Se 의존성 항산화 효소로서 지질과산화와 과산화수소의 무독화 과정을 촉매한다는 Geeta 등(36)의 보고와 Connye와 Barbara 등(37)의 GSH-Px 활성은 식이 지방산의 조성 보다 총식이지방 섭취량에 더 영향을 받는다는 보고로 미루어 볼 때, 본 실험에서 고지방섭취로 인해 상승된 지질과산화물의 분해에 GSH-Px가 소모되므로써 그 활성이 감소된 것으로 생각된다.

GST의 활성은 고지방을 섭취한 BL군이 정상인 B군에 비해 유의적으로 증가하였다. GST는 셀레늄 비의존성 GSH-Px로서 친전자성 물질을 무독화시키는 과정을 촉매하는 효소이며, 친전자성 물질 등에 환원형 GSH를 포함시켜 glutathione thioester(R-S-G)를 형성하는 반응을 촉매한다(19,38). 고지방섭취로 인한 GST의 활성 증가는 Connye와 Barbara(37) 및 Miao와 Al(39)의 보고와 일치하며, 도토리추출물 투여시 GST 활성이 유의적으로 감소된 것은 도토리추출물의 성분이 GSH-Px의 활성을 촉진하므로써 지질과산화를 억제한 때문으로 생각된다.

Catalase 활성은 BL군이 B군에 비해 유의적으로 증가되었고, BLW군과 BLE군은 고지방 섭취로 인해 증가된 활성을 유의적으로 감소시켰다. Catalase는 대사과정중 발생하는 활성산소종의 유리기를 제거할 뿐만 아니라 이들 활성산소에 의해 그 활성이 비가역적으로 불활성화될 수 있으며, 지방산화에 의해 생성된 유리기도 제거하는 것으로 보고(40)되어 있다. 따라서 본 실험의 결과는 간에 다량 존재(36)하는 catalase가 지방의 자동산화 및 유기물의 산화로 생긴 H₂O₂를 분해하기 위하여 활성이 높아진 것으로 생각된다. 도토리추출물 투여에 따른 catalase 활성 감소는 탄닌이 H₂O₂의 생성을 억제한다는 Perchellet 등(41)의 보고와 H₂O₂에 의한 손상에 gallic acid 주입시 보호작용이 있으며, gallic acid ester가 H₂O₂로 인한 세포손상에 항산화제로 작용한다는 Tsutomu 등(42)의 보고로 미루어 볼 때 도토리추출물이 H₂O₂의 생성을 억제하므로써 나타난 결과로 사료된다.

간조직 중의 glutathione과 과산화지질 함량

Glutathione(GSH)과 과산화지질(LPO) 함량은 Table 5에 나타내었다.

간조직 중의 GSH 함량은 도토리추출물 투여시 유의적으로 감소되었는데, Nakagawa와 Tayama(43)는

Table 5. Effect of water extracts and ethylacetate extracts on hepatic GSH and LPO contents in rats

Group	GSH	LPO
	μ moles/g of tissue	MAD n moles/g of tissue
B	3.04±0.12 ^a	10.86±0.96 ^d
BW	2.67±0.17 ^b	11.90±1.01 ^c
BE	2.73±0.22 ^b	11.51±0.84 ^c
BL	2.75±0.12 ^b	15.52±1.07 ^a
BLW	2.44±0.16 ^c	13.37±1.00 ^b
BLE	2.46±0.20 ^c	13.40±0.99 ^b

Values are mean±S.D (n=8)

Values with a common superscript letter within the same column are significantly different(p<0.05)

propyl gallate, gallic acid 등을 투여시 투여 농도에 비례하여 GSH 함량이 감소된다는 보고와 일치하는 결과이다. 고지방 섭취군인 BL군이 정상인 B군에 비하여 유의적으로 감소되었으며, 도토리추출물 투여시 감소가 가중되었다. 즉, 동물조직 중 nonprotein thiol의 대부분을 차지하는 GSH는 자유라디칼 제거제 역할과 H₂O₂ 및 과산화지질을 대사시키는 GSH-Px의 기질이 되므로써 세포내 항산화제 중 중요한 역할을 담당하고 있다. 따라서 간조직의 GSH 감소는 GSH이 자유라디칼의 직접적인 제거제로서 또는 H₂O₂ 및 lipoperoxidase로부터 세포를 보호하기 위해 GSH-Px의 기질로서 그리고 단백질의 -SH기를 환원상태로 유지하기 위해 thiol transferase의 기질로 소모되었음을 반영한다(7).

간조직 중의 LPO 함량은 정상군에 비해 고지방 섭취시 유의적으로 증가되었고, 도토리추출물 투여시 고지방섭취로 증가된 LPO 함량이 유의적으로 감소되었으나 도토리추출물 사이의 유의적 차이는 관찰되지 않았다. 고지방섭취군에서 도토리추출물 투여시 LPO 함량이 감소된 것은 gallic acid, digallic acid, propyl gallate 같은 phenol계통의 화합물들은 -OH기가 유리기의 수용체로서 이들 유리기들과 안정된 공명혼성물을 형성하므로써 산화억제 작용을 하였으며, LPO 생성을 자극하는 H₂O₂의 생성을 억제한 때문(42)으로 사료된다.

혈청 중의 lactate dehydrogenase와 alkaline phosphatase 활성

6주간 사육한 흰쥐의 혈청 중 lactate dehydrogenase(LDH)와 alkaline phosphatase(ALP) 활성은 Table 6에 나타내었다.

고지방식을 섭취한 BL군의 LDH 활성은 정상식이군인 B군 보다 유의적으로 증가되었다. 즉, BL군의

Table 6. Effect of water extracts and ethylacetate extracts on serum lactate dehydrogenase and alkaline phosphatase in rats

Group	LDH	ALP
	Wroblewski unit	Wroblewski unit
B	56.43±4.99 ^b	20.40±1.65 ^{bc}
BW	54.22±7.11 ^{bc}	20.50±1.73 ^{bc}
BE	40.25±3.76 ^d	23.06±2.46 ^c
BL	82.89±7.67 ^a	28.63±4.09 ^a
BLW	60.14±6.36 ^b	22.79±2.45 ^b
BLE	48.80±4.58 ^c	19.37±2.00 ^c

Values are mean±S.D.(n=8)

Values with a common superscript letter within the same column are significantly different(p<0.05)

LDH 활성 상승은 고지방 섭취로 인한 고지혈증 발생(38)과 간에 지질 축적으로 인한 담즙폐색에 기인되어 혈청 LDH가 증가한 것으로 생각된다. 도토리추출물을 투여군에 있어서 LDH 활성은 유의적으로 감소하였는데, 특히 ethylacetate extract의 억제 효과가 뚜렷하게 나타났다. ALP 활성 역시 B군에 비해 BL군이 유의적으로 증가하였다. 도토리추출물 투여시 고지방 섭취로 인해 증가된 ALP 활성은 유의적으로 감소되었는데, ALP 활성 역시 BLW군 보다 BLE군에서 효과가 현저하게 나타났다. 이는 tannin 투여시 혈중 ALP 활성이 유의적이지는 않으나 감소되었다는 Mitjaviła(44)의 보고로써 뒷받침된다.

혈청 중의 aminotransferase 활성

Table 7에는 도토리추출물을 투여한 흰쥐의 혈청 aspartate aminotransferase(AST)와 alanine aminotransferase(ALT)의 활성 변화를 나타내었다.

AST는 B군에 비하여 BL군에서 유의적으로 증가하였으며, ALT도 같은 결과를 나타내었다. 고지방 식이로 인한 ALT, AST의 활성 증가는 지방간 등 간의 실질세포 장애로 인하여 이 효소들의 간의 방출이 항진되어 나타난 것으로 생각되며, ALT, AST 활성은 필수지방산 결핍식이 섭취시 높은 반면 n-3계 다가불포화지방산을 섭취할 경우 활성이 낮아진다(45). 또한 홍(45)은 유의적이지는 않으나 성인남자에게 유지첨가식을 섭취시켰을 경우 ALT, AST의 활성 증가가 나타난다고 보고하였으며, 최 등(46)도 고지방 섭취군은 ALT 활성이 증가되었다고 보고하여 본 실험결과와 일치하였다. 본 실험에서 도토리추출물 투여한 군의 AST, ALT 활성이 감소된 것은 tannin이 antihepatotoxic effects를 나타내며, 특히 축합형 tannin 보다 수용성 tannin에 있어 ALT 활성 억제 효과가 크다는 Hikino 등(47)의

Table 7. Effect of water extracts and ethylacetate extracts on serum aspartate and alanine aminotransferase activities in rats

Group	AST	ALT
	Karmen unit	Karmen unit
B	28.26±3.38 ^c	24.58±1.68 ^b
BW	30.51±3.44 ^{bc}	20.97±2.79 ^c
BE	30.74±3.28 ^{bc}	19.11±2.38 ^c
BL	40.35±5.91 ^a	29.92±4.49 ^a
BLW	33.50±4.22 ^b	26.60±2.93 ^b
BLE	34.62±2.40 ^b	26.80±1.53 ^b

Values are mean±S.D.(n=8)

Values with a common superscript letter within the same column are significantly different(p<0.05)

보고와 일치하는 결과이다.

요 약

본 연구는 도토리추출물이 고지방식을 섭취한 흰쥐의 체내 항산화효소에 미치는 영향을 구명하고자 실시되었다. 실험동물은 Sprague-Dawley종 수컷 흰쥐를 사용하여 고지혈증을 유발코자 lard를 9.1% 첨가한 실험식을 급여하였고, 도토리추출물은 체중 100g 당 0.02g을 매일 일정시각 경구투여하였으며 대조군은 생리식염수를 투여하여 6주간 실험에 임하였다. 증체량 및 식이 효율은 고지방섭취로 증가하였으며, 도토리추출물 투여시 식이 섭취량이 감소된 반면 식이효율에는 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 도토리추출물 투여시 glutathione peroxidase, glutathione S-transferase 및 catalase의 활성 변화가 유의적이지 않으므로 도토리추출물의 무독성을 확인할 수 있었다. 반면 도토리추출물 사이의 유의성은 관찰되지 않았으나 고지방 섭취시 낮아진 glutathione peroxidase 활성을 유의적으로 촉진시켰으며, 증가된 glutathione S-transferase와 catalase 활성을 정상수준으로 회복시키므로써, 도토리추출물 투여는 고지방식이로 인한 항산화효소 활성 변화를 예방할 수 있을 것으로 사료된다. 고지방섭취시 도토리추출물 투여는 glutathione과 지질과산화물의 함량을 유의적으로 감소시켰다. Glutathione 함량 감소는 glutathione peroxidase 활성 증가에 따른 기질로서의 소모와 지질과산화물의 직접적인 제거제로 작용한 때문으로 생각된다. 또한 지질과산화물 함량이 감소된 것은 도토리추출물 성분에 의한 항산화효소의 활성 증가와 glutathione의 비효소적 항산화작용에 기인된 것으로 사료된다. 혈청 중의 lactate dehydrogenase, alkaline phosphatase 및 aminotransferase 활성

은 모두 고지방섭취시 증가되었으며 도토리추출물 투여시 유의적으로 감소되므로써 간손상 정도가 억제됨을 확인할 수 있었다. 이상의 결과에서 고지방섭취로 증가된 체지방으로 인하여 체내 항산화효소계는 변화되며 도토리추출물 투여는 이러한 변화가 완화되는 것으로 보아 도토리추출물 섭취는 고지방식이로 인해 야기될 수 있는 지방간 및 간장해를 예방할 수 있을 것으로 사료된다.

문헌

1. 여생규, 박영범, 김인수, 김선봉, 박영호 : 녹차, 오롱차 및 홍차 추출물의 xanthine oxidase 억제 작용. 한국영양식량학회지, **24**, 154(1995)
2. 이정원 : 에탄올 공급이 흰쥐의 조직 중 glutathione 및 지질산화 수준에 미치는 영향. 한국영양식량학회지, **20**, 285(1991)
3. 권명자, 전영수, 송영옥 : 과산화지질의 투여가 흰쥐 간의 산화와 항산화계에 미치는 영향. 한국영양식량학회지, **23**, 899(1994)
4. Gardner, H. W. : Lipid hydroperoxides reactivity with protein and acids. A review. *J. Agric. Food Chem.*, **27**, 220(1979)
5. Kobatake, Y. : Dietary effect of 6-3 type polyunsaturated fatty acids on serum and liver lipid levels in rat. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, **29**, 11(1983)
6. 임광식, 손미정, 이시강 : 도토리에서 분리한 Dotorioside I, II의 구조. 약학회지, **38**, 223(1994)
7. 이미현, 정재홍, 오만진 : 도토리 gallic acid의 항산화성. 한국영양식량학회지, **21**, 693(1992)
8. 안호경, 김훈배, 유희의, 오두환 : 지방함량 변화에 따른 도토리 전분의 이화학적 특성. 한국농화학회지, **33**, 293(1990)
9. 안호경, 최형백, 김병용, 오두환 : 탄닌 함량에 따른 도토리 전분의 물리화학적 특성. 한국농화학회지, **33**, 301(1990)
10. 권미라 : 목 형성 전분의 특성에 대한 연구. 한국농화학회지, **35**, 92(1992)
11. 박재영, 구성자 : 도토리 전분의 tannin 성분과 물리적 특성에 관한 연구. 한국영양학회지, **17**, 41(1984)
12. 채소규, 유태정 : 미생물 tannase에 의한 식품의 tannin 성분 분해에 관한 연구. 한국식품과학회지, **5**, 258(1973)
13. 김기현 : 도토리의 tannin 성분에 관한 화학적 연구. 약학연구지, **16**, 1(1982)
14. 김동훈, 김영희 : 대두유 및 대두유-물 에멀젼 기질에서 각종 페놀화합물의 항산화작용. 고려대농림논집, **24**, 93(1984)
15. Dziezic, S. Z. and Hudson, B. J. F. : Phenolic acids and related compounds as antioxidants for edible oils. *Food Chemistry*, **14**, 45(1984)
16. 조미자, 권태봉, 오성기 : 식용 대두유에 대한 phenolics의 항산화 효과. 한국농화학회지, **32**, 37(1989)
17. Butler, L. G., Price, M. L. and Brotherton, J. E. : Vanillin assay for proanthocyanidins(condensed tannins) : Modification of the solvent for estimation of the degree of polymerization. *J. Agric. Food Chem.*, **30**, 1087(1982)
18. Lowry, O. H., Rosebrough, N. J., Farr, A. L. and Randall, R. J. : Protein measurement with folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.*, **193**, 265(1951)
19. Paglia, E. D. and Valentine, W. N. : Studies on the quantitative and qualitative characterization of erythrocytes glutathione peroxidase. *J. Lab. Clin. Med.*, **70**, 158(1967)
20. Aebi, H. : Catalase. In "Methods of enzymatic analysis" Vergmeyer, H. U.(ed.), Academic Press, New York, Vol. 2, p.673(1974)
21. Habig, W. H., Pabist, M. J. and Jakoby, W. B. : Glutathione S-transferase : The first enzymatic step in mercapturic acid formation. *J. Biol. Chem.*, **249**, 7130(1974)
22. Ohkawa, H. : Assay for lipid peroxidase in animal tissues by thioarbituric acid reaction. *Anal. Biochem.*, **95**, 51(1979)
23. Ellman, G. L. : Tissue sulfhydryl group. *Arch. Biochem. Biophys.*, **82**, 70(1959)
24. Berga, L. and Broida, D. : *Sigma Tech. Bull.*, **500**. 60(1960)
25. Kind, P. R. N. and King, E. T. : Estimation of plasma phosphatase by determination of hydrolyzed with amino antipyrine. *J. Clin. Pathol.*, **7**, 332(1954)
26. Reitman, S. and Frankel, S. : A colorimetric method for the determination of serum glutamic oxaloacetic and glutamic pyruvic transaminase. *Am. J. Clin. Pathol.*, **28**, 8(1957)
27. Snedecor, G. W. and Cochran, W. G. : *Statistical method*. 6th., Iowa State University Press. Iowa, p.1(1967)
28. Mehansho, H., Hagerman, A., Clements, S., Butler, L., Rogler, J. and Mearlson, D. : Modulation of proline-rich protein biosynthesis in rat parotid glands by sorghum with high tannin levels. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, **80**, 3948(1983)
29. Dodge, J. A. : Dietary fats and gastrointestinal function. *Eur. J. Clin. Nutr.*, **48**, S8(1994)
30. Barry, T. N., Manley, T. R. and Duncan, S. J. : The role of condensed tannins in the nutritional value of Lotus pedunculatus for sheep. *British J. Nutr.*, **55**, 123(1986)
31. Ahmed, A. E. : Activities of enzymes of the pancreas and the lumens and mucosa of the small in growing broiler cockerels fed on tannin-containing diet. *J. Nutr.*, **65**, 189(1979)
32. Wursch, P. : Influence of Tannin-rich Carob Pod fiber on the cholesterol metabolism in the rat. *J. Nutr.*, **109**, 685(1979)
33. Mitjavila, S., Lacombe, C., Larrera, G. and Derache, R. : Tannic acid and oxidized tannin acid on the functional state rat intestinal epithelium. *J. Nutr.*, **107**, 2113(1977)
34. Martijn, B. K., Peter, L. Z. and Ronald, P. M. : Effect of fats and fatty acids on blood lipid in humans : an overview. *Am. J. Clin. Nutr.*, **60**, 1017S(1994)
35. Glick, Z. : Modes of action of gallic acid in suppressing food intake of rats. *J. Nutr.*, **111**, 1910(1981)
36. Geeta, S., Ravindra, N. and Kiran, D. G. : Effect of ethanol on Cd-induced lipid peroxidation and antioxidant enzymes in rat liver. *Biochem. Pharmacology*, **42**, S9(1991)
37. Connye, K. and Barbara, C. P. : Changes in colonic antioxidant status in rats during long-term feeding of

- different high fat diets. *J. Nutr.*, **121**, 1562(1991)
38. Akerboom, T. P. M. and Sies, H. : Assay of glutathione, glutathione disulfide and glutathione mixed disulfides in biological samples. *Methods in Enzymology.*, **77**, 373(1981)
39. Miao, L. H. and Al, L. T. : Glutathione and antioxidants protect microsomes against lipid peroxidation and enzyme inactivation. *Lipids*, **27**, 42(1992)
40. Fritche, K. and Johnston, P. V. : Rapid autooxidation of fish oil in diets without added antioxidants. *J. Nutr.*, **118**, 425(1988)
41. Perchellet, J. P., Gao, X. M., Perchellet, E. M., Gali, H. U., Newell, S. W., Chen, G. and Bottari, V. : Characterization of the tumor-promoting activity of thapsigargin in Sencar mouse skin and its modulation by gallotannin. *Proceedings of the American association for cancer research*, **36**, 123(1995)
42. Tsutomu, N., Hiramitsu, M., Osawa, T. and Kawakishi, S. : The protective role of gallic acid ester in bacterial cytotoxicity and SOS responses induced by hydrogen peroxide. *Mutation Res.*, **303**, 29(1993)
43. Nakagawa, Y. and Tayama, S. : Cytotoxicity of propyl gallate and related compounds in rat hepatocytes. *Arch Toxicol.*, **69**, 204(1995)
44. Mitjavila, S. : Tannic acid and oxidized tannic acid on the functional state of rat intestinal epithelium. *J. Nutr.*, **107**, 2113(1977)
45. 홍윤식 : 유지첨가 급식이 체내대사에 미치는 영향. *고려대논집*, **25**, 829(1988)
46. 최명신, 정경희, 조성희 : 알콜과 식이지방량이 흰쥐의 성장, 간기능 및 혈액의 생화학적 특성에 미치는 영향. *한국영양학회지*, **20**, 432(1987)
47. Hikino, H., Kiso, Y., Hatano, T., Yoshida, T. and Okuda, T. : Antihepatotoxic actions of tannins. *J. Ethnopharmacol.*, **14**, 19(1985)

(1997년 2월 10일 접수)