

장기간의 부추식이 ICR 마우스의 항산화시스템에 미치는 영향

이민자 · 류복미 · 이유순* · 문갑순**†

인제대학교 식품영양학과

*경북과학대학 항장공업과

**바이오헬스 소재연구센터

Effect of Long Term *Buchu* (*Chinese chives*) Diet on Antioxidative System of ICR Mice

Min-Ja Lee, Bog-Mi Ryu, Yu-Soon Lee* and Gap-soon Moon**†

Dept. of Food Science and Nutrition, Inje University, Kimhae 621-749, Korea

*Dept. of Cosmetic Engineering, Kyongbuk College of Science, Chilgok 718-850, Korea

**Biohealth Products Research Center supported by MOST & KOSEF and College of Biomedical Science and Engineering School of Food Science, Inje University, Kimhae 621-749, Korea

Abstract

To evaluate the antioxidative and antiaging effects of *buchu in vivo* system, 2% or 5% *buchu* diets were fed to ICR mice for 13 months and lipid peroxidation, protein oxidation, activities of antioxidative enzymes and total glutathione content on liver were measured. Hepatic TBARS contents did not show differences among diet groups, while *buchu* diet suppressed the protein oxidation significantly. SOD activities of control diet group decreased slowly after 7 month, but *buchu* diet increased its activities steeply for first 3 month and continued to increase twice or three times higher than control diet during 13 month. While GSH-Px activities of control diet group were increased slightly with age, *buchu* diet increased its activities twice or three times higher than control. While catalase activities of control diet group were almost not changed with age, *buchu* diet increased its activities in both 2% and 5% diet groups. Total hepatic glutathione contents were gradually increased with age, while *buchu* diets increased its contents remarkably. According to this study, many antioxidative materials and sulfides compounds containing *buchu* seems to protect antioxidative systems on ICR mice.

Key words: *buchu* (*Chinese chives*), antioxidative, TBARS, protein carbonyl, antioxidative enzyme, glutathione

서 론

생체 내에서는 에너지 대사를 위해 끊임없이 산화 작용이 일어나며 이 과정 중 상당량의 유리기가 생성된다. 이들 유리기가 지질 과산화반응을 촉진하여 과산화물이 생성되고 이들의 산화분해 및 중합반응에 의해 다양한 2차 산물이 생성되어 단백질, DNA, 효소 및 T-cell과 같은 면역계를 손상, 각종 질환을 야기시키며, 특히 생체막의 구성성분인 불포화 지방산을 공격하여 생체 기능의 저하나 노화 및 성인병을 유발하는 것으로 알려져 있다. 생체는 이들 활성산소종으로부터 스스로를 보호하기 위해 효소적 항산화제로 superoxide dismutase(SOD), catalase, glutathione peroxidase(GSH-Px) 등의 효소들과 비효소적 항산화제로 비타민 C, 토코페롤, 셀레늄, 요산 등을 가지고 있는데 생체 내 활성산소종과 항산화 시스템 간의 균형이 깨어질 때 각종 질병이 발생된다(1-3). 이러한 유리기의 생성을 억제하거나 생성된 물질을 소거하는 식물 성분인 phytoche-

mical에 관한 관심이 전 세계적으로 높아지고 있다(4,5).

Liliaceae과에 속하는 부추(*Allium tuberosum* Rottler)는 백합과의 다년생 초본으로 원산지는 동아시아 지역이며 한국, 중국, 대만, 몽고, 일본, 동북아시아 지역에 분포하고 있다. 부추는 독특한 맛과 향기가 있어 이른 봄에 인경과 근엽을 나물로써 애용해 왔을 뿐 아니라 한방에서는 보혈, 청혈, 구충, 이뇨, 건위, 진뇌, 강심, 진통, 해독제 등의 약재로 이용되고 있으며(6) 중풍, 출혈, 치질, 당뇨, 치루, 타박상의 치료에도 이용되고 있다(7). 부추는 allyl sulfide, dimethyl disulfide, dimethyl trisulfide과 같은 함황화합물(8), 함황 아미노산의 최종 산물인 타우린, linalool, kaempferol과 같은 flavonoid를 함유하고 있다. *Allium* 속 식물의 함황화합물은 항암, 항균, 심혈관계질환 예방 활성, 항산화활성 및 독성물질에 대한 간독성 완화작용 등의 생리활성을 가지는 것으로 보고되고 있다(9-11). 한편, 녹색채소류 속에 함유되어 있는 β -카로틴, 클로로필(12), 비타민 C(13)는 강력한 항산화효과를 나타내는 것으로

†Corresponding author. E-mail: fdsnmoon@ijnc.inje.ac.kr
Phone: 82-55-320-3234. Fax: 82-55-321-0691

알려지고 있고 페놀화합물(14), β-카로틴(15,16), 클로로필(17) 등의 유해활성산소 소거 작용이 밝혀지고 있어 이들이 부추의 항산화효과에 중요한 역할을 할 것으로 추정되고 있다. 부추에 대한 우리나라의 연구결과는 주로 성분 검색에 치중되어 있으며 생리적 유용성, 활성성분의 분리, 동정 및 작용기작에 관한 연구는 극히 제한적이다(18-20). 따라서, 본 연구는 *in vitro* 실험에서 강한 항산화효과를 나타낸 부추의 *in vivo*에서의 항산화 및 항노화효과를 평가하기 위해 ICR 마우스에 부추식이를 1년 간 투여한 후 간에서의 지질 및 단백질 산화 정도를 측정하고 항산화 효소계의 활성 및 글루타치온 함량을 측정하였다.

재료 및 방법

재료

부추는 경남 김해시 대동면에서 수확된 3벌 부추를 동결건조하고 분말화한 후, -70°C에서 보관하면서 실험에 사용하였다.

실험동물의 사육

체중 19.5~21.0 g 가량의 ICR계 마우스 수컷 130여 마리를 실험동물센터에서 구입하여 대조군, 부추 2% 첨가군, 부추 5% 첨가군의 세 그룹으로 나누어 한 그룹 당 6마리씩 사육용 케이지속에 넣어 12개월 간 사육하면서 2개월마다 실험동물을 희생시켜 시료 조직을 수집하였다. 부추의 농도는 비교적 단기간(6주)의 동물실험결과 10%에서는 좋은 항산화효과를 얻었으나 20%에서는 오히려 역효과를 얻었으므로 장기간의 실험은 2%, 5% 농도로 행하였다. 대조군 및 실험군의 식이조성은 Table 1에 나타내었다. 동결건조부추는 AOAC(21)의 방법에 따라 일반성분과 총 식이섬유 함량을 분석한 후 단백질, 지질, 식이섬유량이 동일하도록 카제인, 옥수수유, 셀룰로오스의 양을 조정하였다. 사육기간동안 식수로 지하수를 주 3회 공급하였고 식이는 매일 공급하였으며 체중증가량은 주 1회 측정하였다. 사육실의 온도는 20~25°C를 유지하였으며 12시간 간격으로 점등 및 소등하였다.

실험 동물의 희생 및 시료의 채취

각 기간별로 실험식으로 사육한 마우스를 12시간 절식시킨

후 드라이 아이스 처리하여 각 조직을 적출하고 0.9% 생리 식염수로 씻은 후 무게를 측정하고 -70°C 냉동고에 보관하면서 실험을 행하였다.

간조직의 과산화정도의 측정

간조직에서의 지질과산화물 함량은 Ohkawa 등(22)의 방법에 따라 측정하였다. 이때 standard로는 1,1,3,3-tetramethoxypropane(TMP)를 사용하였으며 측정된 값을 표준곡선에 대입시켜 malondialdehyde(MDA)의 양으로 환산하였다. 조직 단백질의 산화는 Oliver 등(23)의 방법에 준하여 DNPH(2,4-dinitrophenyl hydrazine)를 이용하여 카르보닐 그룹의 함량을 측정하였다. 카르보닐 농도는 Livine 등(24)의 방법에 따라 370 nm에서 각 시료의 흡광도를 측정한 후 지방족 하이드라존 화합물의 평균분자흡광계수를 22,000으로 삼아 카르보닐 그룹의 몰수로 산정하였다.

항산화효소계의 활성측정

SOD(superoxide dismutase) 활성은 Marklund와 Marklund(25)의 방법을 이용하여 측정하였는데 SOD 1 unit는 1분 동안 pyrogallol의 자동산화를 50%까지 억제하는데 요구되는 효소의 양으로 하였다. Glutathione peroxidase(GSH-Px) 활성은 Lawrence와 Burk(26)의 방법에 의해 측정하였으며 GSH-Px 1 unit는 1분간 1 μM NADPH를 산화시키는 효소의 양으로 정의하였다. Catalase 활성은 Aebi(27)의 방법에 의해 측정하였고 효소의 활성은 1분 동안 1 μM의 H₂O₂를 분해시키는 효소의 양을 1 unit로 하였다. 효소활성측정에 필요한 단백질 함량은 Lowry 등(28)의 방법에 의해 소의 혈청 알부민을 표준단백질로 사용하여 측정하였다.

간조직의 총 글루타치온 함량의 측정

간조직 중의 총 글루타치온 함량은 Richardson과 Murphy(29)의 방법으로 측정하였다. 간 0.1 g을 1 mL의 인산 완충액으로 균질화한 것을 원심분리하여 상등액을 취한 다음 이를 시료로 사용하였다. 시료 0.5 mL을 취하여 4% sulfosalicylic acid를 0.5 mL 가한 다음 10분간 방치하였다. 이것을 2,500 rpm에서 10분 동안 원심분리시킨 다음 상등액을 0.3 mL 취하고 disulfide reagent를 2.7 mL 가하여 20분 간 방치한 후 412 nm에서 흡광도를 측정하였다.

통계처리

실험결과는 means±SEM으로 표시하였으며, 각 식이군 간의 유의성은 one-way ANOVA로 조사하여 유의성이 발견된 경우 p < 0.05 수준에서 Fisher's least significant difference test로 검정하였다.

결과 및 고찰

체중의 변화

동결건조부추를 장기간 ICR 마우스에 급여하면서 체중변

Table 1. Composition of experimental diet (%)

Ingredient	Control ¹⁾	2% <i>buchu</i> diet	5% <i>buchu</i> diet
Casein	20.00	19.56	18.90
D,L-Methionine	0.30	0.30	0.30
Corn starch	65.00	64.21	63.04
Cellulose	5.00	4.31	3.27
Corn oil	5.00	4.92	4.79
AIN-76 vitamin mixture	1.00	1.00	1.00
AIN-76 mineral mixture	3.50	3.50	3.50
Choline	0.20	0.20	0.20
<i>Buchu</i> powder	-	2.00	5.00

¹⁾Control diet was prepared following AIN-76 B-65 guidelines for mouse experiment.

화를 측정한 결과를 Table 2에 나타내었다. 3개월, 7개월 ICR 마우스는 5% 부추식이군에서 체중이 높았고 5개월, 9개월 째에는 각 군들간에 유의차가 없었는데 11개월 째에는 대조군의 체중이 부추식이군보다 유의적으로 현저하게 높았으며 13개월 째에는 부추식이군의 체중 증가율이 높았다. 특히, 2%보다 5% 부추식이군에서 유의하게 체중이 높은 것으로 나타나서 부추식이가 흰쥐의 성장에 부정적인 영향을 미친 것은 아닌 것으로 나타났다. 부추식으로 인한 장기무게의 변화를 살펴본 결과 콩팥과 비장의 무게는 식이에 따른 차이가 거의 없는 것으로 나타났는데 간의 경우 2% 부추식은 대조군과 거의 차이가 없었으나 5% 부추식은 거의 모든 실험기간 중 유의하게 무거운 것으로 나타났(결과 나타내지 않았음).

부추식이의 간조직 산화 보호효과

항산화물질이 풍부하게 함유되어 있는 부추식이가 간조직의 산화 보호효과를 나타내는지 알아 보기 위하여 13개월 간 2%, 5% 부추식을 급식한 ICR 마우스의 연령별 간조직에서의 지질과산화와 단백질 산화 정도를 측정하였다(Fig. 1). 본 실험에서 TBARS 값은 식이에 따른 차이를 크게 나타내지 않은 반면, 단백질 카르보닐 화합물의 생성량은 가령에 따라 유의하게 증가하였고, 항산화성분이 풍부한 식이로 그 생성량이 크게 억제됨을 알 수 있었다. 막이유한 ICR 마우스의 TBARS 함량은 0.44 ± 0.18 nM MDA/mg protein이었고 3개월 후 각 식이군에서 급격하게 상승하여 대조군이 1.90 ± 0.18 nM MDA/

mg protein로서 가장 높았고 2% 부추식이군은 1.88 ± 0.26 nM MDA/mg protein로서 대조군과 유사하였으나 5% 부추식이군은 1.66 ± 0.30 nM MDA/mg protein으로서 가장 낮은 TBARS 값을 나타내었다. 그러나 13개월간 부추식을 투여한 간조직의 지질과산화물질의 생성은 3개월 후 거의 일정한 값을 나타내었고 식이군 간에 유의차는 나타나지 않았다. TBARS로서 나타낸 간조직의 지질 과산화 반응은 malondialdehyde(MDA) 함량을 측정한 것으로서 TBARS 값이 높아지면 생체막의 주요 구성성분인 고도 불포화지방산의 조성이 변화되기 때문에 생체막의 기능이 저하되고 유동성이 감소될 뿐만 아니라 항상성 유지에 지장을 초래하게 된다(30-32). 과산화 지질의 함량은 간장 질환이나 당뇨병 등의 성인병 정도 뿐만 아니라 정상인의 노화 과정과도 밀접한 관계가 있는 것으로 알려져 있다(33). 즉, MDA가 축적될 경우 생체 내 조직 노화와 관계가 있는 lipofuscin의 침착을 초래하고 뇌의 균질액에서 나이에 따라 MDA의 양이 증가되며 이는 글루타치온의 양이 감소하기 때문이라고 주장되고 있다(34). 알츠하이머 환자의 뇌조직 피질획분에서 TBARS의 함량이 대조군에 비해 135%나 증가되었음이 보고되었다(35). 그러나 본 실험에서 13개월 간의 TBARS값의 변화를 측정한 결과 식이군간에 유의차는 보이지 않았고 이는 13개월이라는 기간이 마우스의 노화를 촉진할 정도의 충분한 기간이 되지 못했던 것으로 추정된다.

가령에 따른 마우스의 단백질산화를 측정한 결과 1개월령 마우스의 단백질 카르보닐 함량은 1.64 ± 0.02 nM/mg protein을 나타내었으나 연령이 증가함에 따라 대조군은 급격히 증가하여 11개월에서 가장 높은 15.50 ± 0.08 nM/mg protein을 나타낸 반면 부추식이군에서는 유의하게 단백질을 산화를 억제하여서 13개월령 마우스의 2%, 5% 부추식이군에서 각각 5.36 ± 0.06 , 3.37 ± 0.02 nM/mg protein을 나타내었고 이는 대조군에 비해 각각 76%, 63%의 단백질 산화 억제효과를 나타내었으나 2%와 5% 부추식이군 사이에서는 유의차가 나타나지 않았다. 사람의 노화한 적혈구와 조루증, Werner씨 증후군 환자의 섬유모세포에서도 카르보닐 함량이 증가됨이 보고되었다(36). 부추식은 조직 산화를 강력하게 억제하였고 이는 부추에 함유되어 있는 여러 항산화 화합물들이 작용한 것임을 알 수 있었다. 단백질산화물질의 생성은 주로 사이토솔에서 일어나고 생체막 지질과산화보다 예민한 방법으로 지적되고 있는 바 본 실험에서도 단백질 산화가 지질 산화 측정방법인 TBARS보다 더 좋은 결과를 나타내었으므로 가령에 따른 조직의 과산화를 측정하는 좋은 방법으로 여겨진다.

부추식이의 간조직 항산화 효소계에 미치는 영향

간에는 생체에서 생성되는 유리기를 소거하기 위하여 여러 항산화 효소계가 풍부하게 존재하고 있음은 주지의 사실이다. 항산화효과가 큰 식이를 장기간 섭취하였을 때 항산화 효소계에 미치는 영향에 대해서는 서로 상반된 결과들이 보고되어 있으니 항산화제의 지속적인 투여는 항산화 효소계의 활성을 낮춘다는 보고와 항산화 효소계의 활성을 높인다는 것이 그것

Table 2. Age-related body weights of mice fed buchur diet

Age of mice (months)	Body weight (g)		
	Control	2% buchur diet	5% buchur diet
1	24.10 ± 0.41^{11}	23.92 ± 0.80	23.88 ± 0.60
3	27.18 ± 1.27^{c21}	38.51 ± 3.94^b	46.11 ± 2.01^a
5	41.46 ± 4.89	43.73 ± 4.95	41.89 ± 4.80
7	47.78 ± 1.93^b	46.04 ± 8.15^{bc}	58.48 ± 7.32^a
9	58.55 ± 7.99	55.86 ± 7.23	63.43 ± 6.82
11	63.59 ± 8.18^a	52.77 ± 6.68^{bc}	54.22 ± 8.00^b
13	44.84 ± 1.56^{ab}	48.95 ± 5.91^b	59.10 ± 5.11^a

¹¹Data are expressed as means \pm SD (n = 6).

²¹Values with different letters in same row are significantly different (p < 0.05).

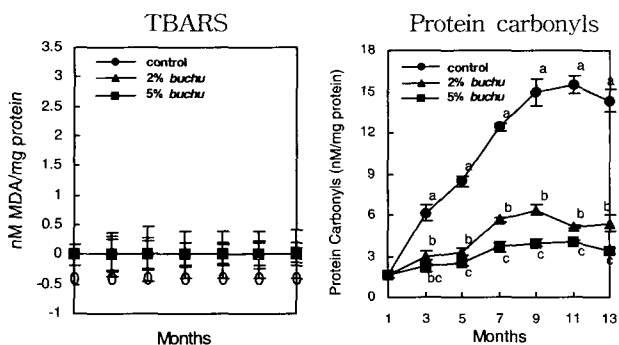


Fig. 1. Age-related TBARS and protein carbonyl contents of liver homogenate of mice fed buchur diet.

이다. 부추와 같은 항산화효과가 높은 식이를 장기간 투여하였을 때 이들 항산화 효소활성을 추적하는 것은 의미있는 일로 여겨지므로 간의 SOD, GSH-Px, catalase에 미치는 영향을 측정하였다(Fig. 2).

SOD 활성은 마우스의 이유 후 64.76 ± 5.67 unit/mg protein이었으나 가령과 더불어 활성이 증가하여 5개월령 마우스에서 가장 높은 100.46 ± 14.78 unit/mg protein을 나타내었고 그 후 점차 감소하여 13개월령에서 42.70 ± 0.89 unit/mg protein을 나타내었다. 이에 반해 부추 투여군의 경우 SOD 활성이 대조군보다 월등히 높았으며 2%, 5% 부추군 모두 7개월령에서 가장 높은 활성을 나타내었고 그 후는 약간 감소하는 것으로 나타났다. 13개월령 ICR 마우스 간조직 중 SOD 활성은 5%, 2% 부추 식이군에서 각각 189.10 ± 8.88 , 176.50 ± 10.91 unit/mg protein로 대조군(42.70 ± 3.24 unit/mg protein)에 비해 343%, 313% 유의성 있는 높은 활성을 나타내었다. 부추식이군 사이에서는 유의적인 차이가 관찰되지 않았다. SOD는 산소대사의 유해 작용에 대한 가장 중요한 방어효소의 하나로 생각되어진다. 이 효소는 superoxide radical을 제거하기 때문에 산소를 이용하는 생물의 경우 SOD 및 그에 상응하는 방어기구 없이는 살아갈 수 없다. SOD 농도가 높은 동물의 수명이 길다는 것은 잘 알려져 있고 Richardson(37)의 보고에서는 알츠하이머 질병을 가진 환자의 뇌조직 피질, 해마영역에서 SOD의 활성이 각각 25~35% 감소함이 나타났다.

또 다른 항산화 효소인 GSH-Px의 활성의 변화는 Fig. 2에 나타난 바와 같이 1개월에 32.30 ± 2.72 unit/mg protein였고 부추 식이군에서는 13개월까지 활성이 계속 증가된 반면 대조군은 9개월 이후 감소하였다. 13개월에 5%, 2% 부추식이군은 각각 169.50 ± 3.98 , 142.97 ± 9.20 unit/mg protein으로서 대조군(57.40 ± 3.96 unit/mg protein)에 비해 195%, 149% 유의성

있게 증가하였다. 이러한 결과는 멜라토닌 같은 항산화 물질 투여시 가령에 따라 뇌의 GSH-Px의 활성이 증가하였다는 Okatani 등(38)의 보고와 일치한다. 대조군에 비해 5%, 2% 부추식이군의 순으로 GSH-Px의 활성이 유의적으로 크게 증가한 것으로부터 부추식이가 2차적 방어 기작에 관여하고 있음을 알 수 있다.

Catalase의 활성의 변화는 Fig. 2에서와 같이 1개월에 13.52 ± 2.70 unit/mg protein이었고 이는 13개월까지의 가령 중 거의 변화가 없는 것으로 나타났다. 그에 비해 부추식이군은 유효하게 높은 catalase 활성을 나타내었고 5% 부추식이군은 5개월에 23.36 ± 2.79 unit/mg protein, 2% 부추 첨가군은 3개월에 20.21 ± 1.86 unit/mg protein으로 높은 활성을 나타내어 13개월까지 유사한 경향을 보였다. 13개월에 5%, 2% 부추식이군은 24.07 ± 3.62 , 20.54 ± 3.38 unit/mg protein로서 대조군(12.08 ± 0.48 unit/mg protein)에 비해 199%, 170%의 유의적인 활성증가를 나타내었다. 한편, 부추식이군 사이에서는 유의적인 차이가 관찰되지 않았다. Catalase는 SOD와 함께 중요한 활성산소 소거효소로서 거의 모든 포유동물 세포내에 존재하는 것으로 알려져 있다. 부추를 이용한 본 연구에서 SOD와 catalase의 가령에 따른 변화는 비슷한 경향을 나타내었으나 GSH-Px는 특이적으로 가령에 따라 증가하는 경향을 보였는데 이는 부추 속에 함유된 함황화합물에 의해 글루타치온의 함량이 증가되어 부추 식이군에서 지속적으로 GSH-Px의 활성이 증가된 것으로 사료된다.

간의 총 글루타치온 함량

장기간 부추식이를 급여한 마우스 간조직 중의 총 글루타치온 함량을 Table 3에 나타내었다. 간에서 총 글루타치온 함량은 1개월에 27.38 ± 5.97 μ M/mg protein이었고 가령에 따라 증가하여 13개월에 5%, 2% 부추식이군은 각각 121.18

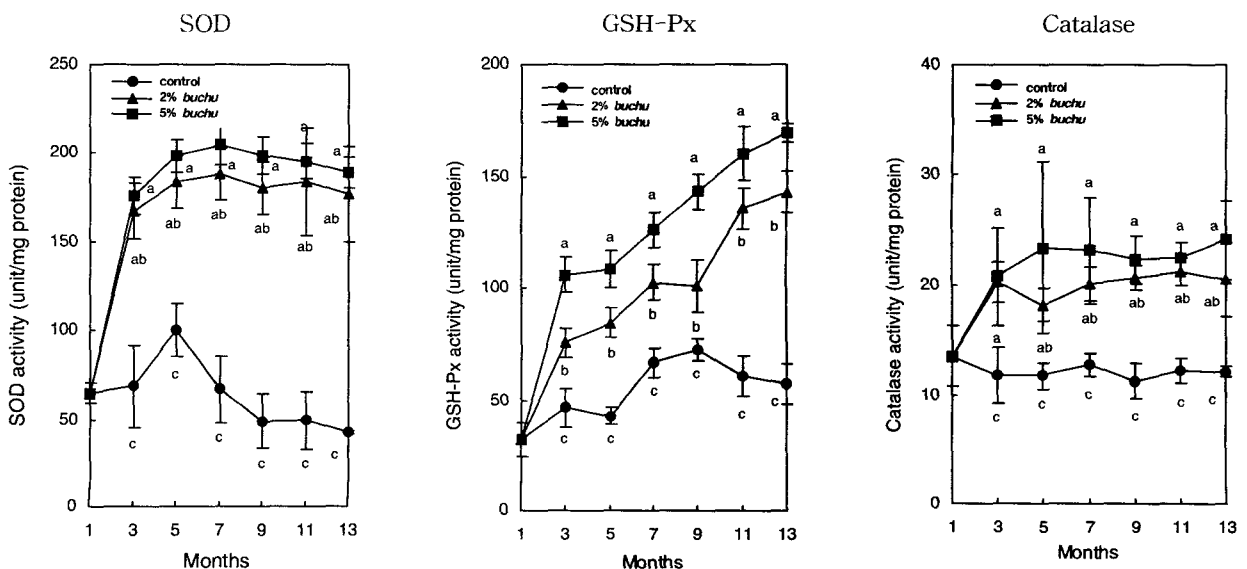


Fig. 2. Age-related SOD, GSH-Px and catalase activities on mice liver fed buchu diet.

Table 3. Total glutathione contents in liver of mice fed *buchu* diet

Age of mice (months)	Total glutathione contents ($\mu\text{M}/\text{mg}$ protein)		
	Control	2% <i>buchu</i> diet	5% <i>buchu</i> diet
1	27.38 \pm 5.97 ¹⁾	27.38 \pm 5.97	27.38 \pm 5.97
3	29.00 \pm 8.51 ⁽²⁾	53.34 \pm 8.72 ^{ab}	58.55 \pm 9.37 ^a
5	36.50 \pm 3.88 ^c	56.83 \pm 6.03 ^{ab}	62.77 \pm 2.05 ^a
7	38.89 \pm 4.11 ^c	59.73 \pm 2.50 ^{ab}	64.43 \pm 3.59 ^a
9	42.76 \pm 5.16 ^c	67.70 \pm 3.64 ^{ab}	73.08 \pm 3.89 ^a
11	48.28 \pm 2.12 ^c	74.58 \pm 4.37 ^b	96.27 \pm 4.39 ^a
13	55.50 \pm 2.03 ^c	84.65 \pm 10.00 ^b	121.18 \pm 3.57 ^a

¹⁾Data are expressed as means \pm SD (n = 6).

²⁾Values with different letters in same row are significantly different (p < 0.05).

± 3.57 , 84.65 ± 10.00 $\mu\text{M}/\text{mg}$ protein으로서 대조군(55.50 ± 2.03 $\mu\text{M}/\text{mg}$ protein)에 비해 118%, 53%나 유의적으로 높은 함량을 나타내었다. 본 실험에서 나타난 바와 같이 부추 식이군 뿐만 아니라 대조군에서도 글루타치온 함량이 실험기간 동안 가령에 따라 증가하였는데 이는 건강한 성인의 혈장 내 글루타치온 함량이 24세까지 증가하다가 이후 감소하였다는 Mine 등(39)의 보고와 흰쥐의 간에서 글루타치온 함량이 1개월령에 비해 24개월령에서 158% 유의적으로 증가하였다고 보고한 Jesus 등(40)의 결과와 일치하였다. 마우스에 *Ginkgo biloba* 추출물을 경구투여하여 간 균질액에서 글루타치온 함량을 분석한 Sasaki 등(41)에 의한 연구 결과에서도 항산화제 투여 시 글루타치온 함량이 유의적으로 증가하여 본 실험과 유사한 경향을 나타내었다. 글루타치온은 hydroxyl radical과 일중항산소의 소거제로서, GSH-Px의 기질로서 작용한다. 글루타치온은 생체 내 많은 세포에 상당량 존재함으로써 생체 방어 역할을 하고 항산화 효소들을 재생시킬 수 있다. 조직이 과량의 hydrogen peroxide 또는 hydroxyl radical에 노출되면 GSH/GSSG의 비율이 정상적인 높은 수치를 유지하지 못하고 GSSG가 축적되며 이 GSSG는 많은 효소들의 -SH와 결합하여 효소들을 불활성화시킨다. 조직 내 글루타치온 함성은 식이 아미노산 공급에 의존적인데 식이 중 함유 아미노산 함량이 많을 경우 특히 간에서 글루타치온 함량이 증가되는 것으로 알려져 있다. 따라서 부추식이군의 간에서의 총 글루타치온 함량 증가는 부추의 주요 생리 활성물질인 함유 화합물에 의한 것으로 여겨지며 이들이 항산화 효소계 활성을 증가시키고 항산화 시스템의 고갈을 막는 주요 역할에 관여하는 것으로 보여진다.

Farooqui 등(42)은 1~36개월령의 웅성 Sprague-Dawley 흰쥐 간에서 노화에 따른 환원형 글루타치온 함량이 35~60% 감소하였다고 보고한 바 있고 Perez 등(43)은 흰쥐 폐에서 노화에 따라 글루타치온 함량의 변화가 없음을 보고하였으나 장기간의 부추 식이를 투여한 본 실험에서 간조직에서의 글루타치온 함량은 12개월까지의 대조군에서도 함량이 증가하였고 부추 식이를 투여한 쥐에서는 크게 증가하여 특히 5% 부추식이군에서 대조군보다 118% 높은 증가를 나타내었다.

요 약

부추의 *in vivo*에서의 항산화 및 항노화효과를 평가하기 위해 ICR 마우스에 2%, 5% 부추식이를 13개월간 급여하면서 항산화 시스템에 미치는 영향을 조사하였다. 간에서의 지질과산화 정도를 TBARS 값으로 측정된 결과 연령 증가에 따라 지질과산화는 증가하였으나 각 군들간에 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 단백질 카르보닐 함량에 있어서는 대조군에 비해 부추식이군에서 유의적으로 낮은 값을 나타내어 부추식은 조직 단백질 산화를 강력하게 억제하였고 부추식이군 사이에서는 유의차가 나타나지 않았다. 이로써 조직의 과산화를 측정하는데 TBARS보다 단백질 카르보닐 값이 더 예민한 방법임을 알 수 있었다. 간에서의 항산화 효소계 활성을 측정된 결과 SOD 활성은 대조군에서 5개월까지 증가하다가 이후로는 감소하였으나 부추식이군에서는 7개월까지 증가하는 경향을 나타내었는데 활성이 대조군에 비해 300% 이상 현저하게 높았다. GSH-Px 활성은 대조군의 경우 9개월까지 증가하다가 감소하였으나 부추 첨가 식이군에서는 가령에 따라 계속 그 활성이 증가하였고 5% 부추첨가 식이군의 효소 활성이 가장 높아 대조군보다 약 200% 높은 활성을 나타내었다. Catalase 활성은 대조군의 경우 연령에 따라 활성의 변화가 없었고 부추식이군에서 그 활성이 대조군에 비해 유의적으로 높았다. 간 조직 내의 총 글루타치온 함량은 대조군에 비해 부추식이군에서 유의적으로 높은 값을 나타내어 13개월령에서 대조군보다 118% 정도 증가하였다. 따라서 부추 속에 함유된 항산화 물질들과 함유 화합물들이 ICR 마우스의 가령에 따른 항산화 시스템을 적극적으로 보호함을 확인하였다.

감사의 글

본 연구는 과학기술부·한국과학재단 지정 지역협력연구센터인 인제대학교 바이오헬스 소재 연구센터(Biohealth Products Research Center) 및 농림부의 연구비 지원으로 수행되었고 이에 감사 드립니다.

문 헌

- Freeman BA, Crapo JD. 1982. Biology of disease: Free radicals and tissue injury. *Laboratory Investigation; a Journal of Technical Methods and Pathology* 47: 412-426.
- Halliwell B, Gutteridge JMC. 1999. Free Radicals in Biology and Medicine. Third Edition. Oxford University Press. *The International Journal of Biochemistry and Cell Biology* 31: 1454.
- Andrew PW. 2001. Ageing and the free radical theory. *Respiration Physiology* 128: 379-391.
- Borek C. 2001. Antioxidant health effects of aged garlic extract. *The Journal of Nutrition* 131: 1010S-1015S.
- Kuresh AY, James AJ. 2001. A possible emerging role of phytochemicals in improving age-related neurological dysfunctions: A multiplicity of effects. *Free Rad Biol and Med*

- 30: 583-594.
6. 한국식물대보감. 1980. 한국자원식물연구소, 제일출판사. p 508.
 7. 中藥大辭典. 1985. 小學館. 上海科學技術出版社, 上海. p 838.
 8. Kameoka H, Miyake A. 1974. The constituents of the steam volatile oil from *Allium tuberosum* Rotter. *Nippon Nogei-kagaku Kaishi* 48: 385-392.
 9. Pinto JT, Qiao C, Xing J, Rivlin RS, Protomastro ML, Weissler ML, Tao Y, Thaler H, Heston WD. 1997. Effects of garlic thioallyl derivatives on growth, glutathione concentration, and polyamine formation of human prostate carcinoma cells in culture. *Am J Clin Nutr* 66: 398-405.
 10. Senapati SK, Dey S, Dwivedi SK, Swarup D. 2001. Effect of garlic (*Allium sativum* L.) extract on tissue lead level in rats. *Journal of Ethnopharmacology* 76: 229-232.
 11. Agarwal KC. 1996. Therapeutic actions of garlic constituents. *Medicinal Research Reviews* 16: 111-124.
 12. Black HS. 1987. Potential involvement of free radical reactions in ultraviolet light-mediated cutaneous damage. *Photochemistry and Photobiology* 46: 213-221.
 13. Anatol K, Ulrike M, Sonke A, Amaar U, Charlotte L, Tomas MT, Ulrike B. 2001. Influence of vitamin E and C supplementation on lipoprotein oxidation in patients with Alzheimer's disease. *Free Rad Biol Med* 31: 345-354.
 14. Rakesh PP, Brenda JB, Jack HC, Neil H, Marion K, Balar-aman K, Dale AP, Stephen B, Victor DU. 2001. Antioxidant mechanisms of isoflavones in lipid systems: paradoxical effects of peroxyl radical scavenging. *Free Rad Biol Med* 31: 1570-1581.
 15. Mortensen A, Skibsted LH, Sampson J, Rice-Evans C, Everett SA. 1997. Comparative mechanisms and rates of free radical scavenging by carotenoid antioxidants. *FEBS Letters* 418: 91-97.
 16. Yamaguchi F, Yoshimura Y, Nakazawa H, Ariga T. 1999. Free radical scavenging activity of grape seed extract and antioxidants by electron spin resonance spectrometry in an H(2)O(2)/NaOH/DMSO system. *J Agric Food Chem* 47: 2544-2548.
 17. Yu BP. 1996. Aging and oxidative stress: Modulation by dietary restriction. *Free Rad Biol Med* 21: 651-668.
 18. Hahn SJ, Takano T. 1986. Studies on the Chinese chives (*Allium tuberosum* Rottler) and wild type of *Allium* species in Korea. *J Kor Soc Hort Sci* 27: 1-10.
 19. Yoo SO, Bae JH. 1993. Investigation of Korean native chives on flower bud differentiation. *J Kor Soc Hort Sci* 34: 395-401.
 20. Jung HD, Youn SJ. 1996. Comparison of chemical and taste of the Korean native Chinese chive leave. *J Kor Soc Hort Sci* 37: 611-616.
 21. AOAC. 1980. *Official Methods of Analysis*. 14th ed. Association of official analytical chemists, Washington DC. p 31.
 22. Ohkawa H, Ohishi N, Yagi K. 1979. Assay for lipid peroxides in animal tissues by thiobarbituric acid reaction. *Analytical Biochemistry* 95: 351-358.
 23. Oliver CN, Ahn B, Moerman EJ, Goldstein S, Stadtman ER. 1987. Age-related changes in oxidized proteins. *J Biol Chem* 262: 5488-5491.
 24. Livine RL, Garland D, Oliver CN, Amici A, Climent I, Lenz AG, Ahn BW, Shaltiel S, Stadtman ER. 1990. Determination of carbonyl content in oxidatively modified proteins. *Methods in Enzymology* 186: 464-478.
 25. Marklund S, Marklund G. 1974. Involvement of the superoxide anion radical in the antioxidantation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase. *European Journal of Biochemistry / FEBS* 47: 469-474.
 26. Lawrence RA, Burk F. 1976. Glutathione peroxidase activity in selenium-deficient rat liver. *Biochem Biophys Res Commun* 71: 952-958.
 27. Aebi H. 1984. Catalase *in vitro*. *Methods in Enzymology* 105: 121-126.
 28. Lowry OH, Rosebrough NJ, Farr AL, Randall RJ. 1951. Protein determination with the Folin phenol reagent. *J Biol Chem* 193: 265-275.
 29. Richardson RJ, Murphy, SD. 1975. Effect of glutathione depletion on tissue deposition of methylmercury in rats. *Toxicol Appl Pharmacol* 31: 505-519.
 30. Liu J, Mori A. 1993. Age-associated changes in superoxide dismutase, thiobarbituric acid reactivity, and reduced glutathione level in the brain and liver in senescence accelerated mice (SAM): a comparison with ddY mice. *Mechanisms of Ageing and Development* 71: 23-30.
 31. Akaike T. 2001. Role of free radicals in viral pathogenesis and mutation. *Reviews in Medical Virology* 11: 87-101.
 32. Kim JW, Yu BP. 1989. Characterization of age-related malondialdehyde oxidation: the effect of modulation by food restriction. *Mechanisms of Ageing and Development* 50: 277-287.
 33. Yagi K. 1987. Lipid peroxides and human diseases. *Chemical and Physics of Lipids* 45: 337-351.
 34. Player TJ, Mills DJ, Horton AA. 1977. Age-dependent changes in rat liver microsomal and mitochondrial NADPH dependent lipid peroxidation. *Biochem Biophys Res Commun* 78: 1397-1402.
 35. Laura JH, Michael AT, Juan CT. 1997. Increased susceptibility of Alzheimer's disease temporal cortex to oxygen free radical-mediated processes. *Free Rad Biol Med* 23: 183-190.
 36. Agarwal S, Sohal RS. 1996. Relationship between susceptibility to protein oxidation, aging, and maximum life span potential of different species. *Experimental Gerontology* 31: 365-372.
 37. Richardson JS. 1993. Free radicals in the genesis of Alzheimer's disease. *Ann NY Acad Sci* 695: 73-76.
 38. Okatani Y, Wakatsuki A, Reiter RJ, Miyahara Y. 2002. Melatonin reduces oxidative damage of neural lipids and proteins in senescence accelerated mouse. *Neurobiology of Aging* 23: 639-644.
 39. Mine EI, Emine S, Gungor K. 2002. Age-related changes in the glutathione redox system. *Cell Biochemistry and Function* 20: 61-66.
 40. Jesus P, Ana IG, Maria EM, Maria JT, Javier GG, Rafael J. 2001. Effects of aging on the susceptibility to the toxic effects of cyclosporin A in rats. Changes in liver glutathione and antioxidant enzymes. *Free Rad Biol Med* 30: 836-845.
 41. Sasaki K, Hatta S, Wada K, Ueda N, Yoshimura T, Endo T, Sakada M, Tanaka T, Haga M. 2002. Effects of extract of *Ginkgo biloba* leaves and its constituents on carcinogen-metabolizing enzyme activities and glutathione levels in mouse liver. *Life Sciences* 70: 1657-1667.
 42. Farooqui MY, Day WW, Zamorano DM. 1987. Glutathione and lipid peroxidation in the aging rat. *Comp. Comparative Biochemistry and Physiology* 88: 177-180.
 43. Perez R, Lopez M, Barja de Quiroga G. 1991. Aging and lung antioxidant enzyme, glutathione and lipid peroxidation in the rat. *Free Rad Biol Med* 10: 35-39.