

## 뽕잎추출물이 혈청중의 활성산소 및 제거효소에 미치는 영향

최진호 · 김대익 · 박수현 · 김동우 · 이종수 · 류강선\* · 이완주\*

부경대학교 식품생명공학부 생화학교실  
\* 농업과학기술원 잠사곤충부

### Effects of Mulberry Leaf Extract on Oxygen Radicals and Their Scavenger Enzymes in Serum of Rats

Jin-Ho Choi, Dae-Ik Kim, Soo-Hyun Park, Dong-Woo Kim, Jong-Soo Lee, Kang Sun Ryu\* and Won-Chu Lee\*

Lab. Biochemistry, Faculty of Food Science and Biotechnology, Pukyong National University, Pusan 608-739, Korea

\*Dept. of Sericulture & Entomology, NIAST, Suwon 441-100, Korea

#### ABSTRACT

This study was designed to investigate the effects of mulberry leaf extract (MLE) on oxygen radicals and their scavenger enzymes in serum of rats. Sprague-Dawley (SD) male rats (160±10 g) were fed experimental diets (MLE-100 and MLE-300 groups) added 100 and 300 mg/kg BW/day for 6 weeks. Triglyceride (TG) levels were significantly inhibited (10% and 20%) in MLE-100 and MLE-300 groups, but there were no significant differences in total, LDL- and HDL- cholesterol levels in both MLE-100 and MLE-300 groups. Hydroxyl radical ( $\cdot\text{OH}$ ) formations resulted in a marked decreases (20~25%) in MLE-100 and MLE-300 groups compared with control group, while superoxide radical ( $\text{O}_2^-$ ) and hydrogen peroxide formations resulted in a considerable decreases (7~10% and 5~10%) in MLE-100 and MLE-300 groups compared with control group. Lipid peroxide (LPO) and oxidized protein (>C=O group) productions resulted in a significant decreases (10% and 6~10%) in MLE-100 and MLE-300 groups compared with control group. Superoxide dismutase (SOD) and catalase (CAT) activities were remarkably increased (30% and 40~55%) in MLE-100 and MLE-300 groups, but glutathione peroxidase (GSHPx) activities were significantly increased (10~15%) in MLE-100 and MLE-300 groups compared with control group. These results suggest that anti-aging effect of mulberry leaf extract (MLE) may play a pivotal role in attenuating a various age-related changes.

Key words : Mulberry, Superoxide dismutase, Glutathione peroxidase, Catalase, Oxygen radical, Lipid peroxide, Oxidized protein

#### 서 론

뽕나무(桑 : mulberry)는 뽕나무과에 속하는 활엽 나무 교목의 하나로서 우리 나라를 비롯하여 중국, 일본 등지에서 자라고 있다. 神農本草經의 중품에 상근 백피(桑根白皮) 등과 함께 상엽(桑葉)의 이름으로 기재되어 있다. 중국 후한의 허신(許慎)이 편찬한 說文解字 “쌍(桑)의 음은 젊다(若)는 뜻으로 그 밑에 나무 목(木)를 붙여서 상(桑)이라고 하여 신목(神木)이

라는 별명을 갖고 있다”고 했다. 결국 상(桑)이란 젊음을 유지할 수 있는 나무라는 의미로서 뽕나무(桑)는 노화를 방지할 수 있다는 사실을 묵시적으로 암시하고 있다. 또한 “뽕잎은 발산작용(發散作用)이 있고, 능히 풍열(風熱)을 없애고, 성미(性味)는 달고 차며(甘寒), 간장(肝臟)을 맑게 하고 눈을 밝게 하는 작용이 있다”고 했다(難波, 1980)

뽕잎의 혈당저하작용의 기작은 소화관 중의 Maltase, Saccharase 등의 이당류 분해효소의 활성저해 때문이

라고 평가했고(飯塚 등, 1998), 뽕잎의 기능성 성분으로서 칼슘이나 칼륨 같은 무기질이 2.7~3.1%, 비타민 A와 카로틴 같은 비타민 성분도 4.1~7.4%나 함유하고 있어서 기능성 식품소재로서 유망할 뿐만 아니라(鈴木, 1995), 혈압강하물질로서 신경전달물질로 작용하는  $\gamma$ -GABA도 비교적 풍부하다고 보고했다(鈴木, 1996).

또한 뽕잎에는 Flavonoid 성분으로서 Rutin, Quercetin, Quercitrin, Isoquercitrin 뿐만 아니라, Alkaloid 성분으로서  $\alpha$ -glucosidase 저해활성을 갖는 1-deoxy-nojirimycin을 발견했다고 보고했다(Yoshikumi 등, 1994; 野田, 1996). 木村(1988)은 자연발증당뇨병모델(WBN/Kob)을, 宮原 등(1996)은 사람을 대상으로 하여 각각 뽕잎 2.5% 및 5.0% 투여군의 혈당 강하효과를 보고했다. 이 등(1998)도 뽕잎 20% 첨가사료를 사용한 생쥐실험에서 험기처리한 뽕잎은 유의적인 혈당 강하효과가 인정되었지만, 무처리그룹에서는 혈당 강하효과를 인정할 수 없다고 보고했다. 木村 등(1988)은 토끼를 사용한 뽕잎의 지질대사연구를 통해 2.5% 뽕잎-첨가그룹은 고콜레스테롤식에서 혈청 총콜레스테롤을 효과적으로 억제한다고 보고했고, 八木 등(1976)은 piperidine형 alkaloid에 관한 상업의 투여효과도 보고되어 있다.

김 등(1998)도 고콜레스테롤로 유도한 고지혈증 랫트에 0.1 및 1.0 g/kg BW의 뽕잎 추출물의 효과에서 트리글리세리드(TG) 및 혈청콜레스테롤은 유의적으로 억제했지만, 혈청 총콜레스테롤은 0.1 g/kg BW의 투여그룹은 오히려 17%나 증가했고, 1.0 g/kg BW는 20%의 감소효과가 있다고 보고했으며, 강 등(1995)도 유사한 연구결과를 보고했다. Yen 등(1996)은 뽕잎의 항산화성분 연구에서 메탄올 추출물은 78.2%의 과산화지질 생성억제효과가 인정될 뿐만 아니라  $\alpha$ -토코페롤의 72.1%보다 강하다고 보고했다. 또한 Park 등(1998)은 tumor cell을 이용한 세포독성연구에서 뽕잎의 항종양효과를 검토한 결과, 아무런 유의적인 효과도 인정할 수 없었다고 보고했다.

본 연구에서는 누에관련산물에 대한 생리활성연구의 일환으로 뽕잎추출물을 SD계 랫트에 하루 100 및 300 mg/kg BW로 사료에 첨가하여 조제한 실험용 사료(MLE-100 및 MLE-300 groups)로써 6주간 투여한 후에 혈청 중의 활성산소의 생성 및 제거효소에 미치는 영향을 평가하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 1. 동물실험

한국화학연구소에서 구입한 웅성 Sprague Dawley 계 랫트(160±10 g)를 구입하여 본 대학 동물사육실에서 2주동안 사육하였다. 7마리씩 3군으로 나누어 실험용 기본사료(Control group)로써 사육하면서 뽕잎 메탄올 추출물(mulberry leaf extract: MLE)을 각각 100 및 300 mg/kg BW가 되도록 사료에 첨가한 실험그룹(MLE-100 및 MLE-300 group)으로 하여 6주간 사육실험을 행하여 활성산소의 생성 및 제거효소의 활성에 미치는 영향을 평가했다. 동물사육실은 항온항습(22±2°C, 65±2% RH)하에서 12시간 사이클(06:00~18:00)로 명암이 자동 조절된다.

### 2. 조제사료의 조성

본 실험에 사용한 사료조성은 탄수화물 57.3%( $\alpha$ -Corn starch: 44.5%+ Sucrose 13.3%), 단백질 16.0%(Sodium-free Casein), 지질 18.0%(Lard 18.0%), 비타민과 무기질(AIN-76 mixture) 각각 1.0%, 3.5%, 그리고 섬유질 3.0%, L-Methionine 0.3%, Choline chloride 0.2%를 첨가하였으며, 여기에 Cholesterol 0.5% 및 Sodium chloride 0.2%를 첨가하여 고콜레스테롤혈증을 유도하였다. 실험그룹의 사료조성은 뽕잎 메탄올 추출물(MLE)을 하루에 각각 100 및 300 mg/kg BW가 섭취되도록 0.1% 및 0.3%의 MLE를 첨가하는 대신 탄수화물을 각각 0.1% 및 0.3%씩 제외하고 조제하였다.

### 3. 지질관련성분의 측정

혈청중의 중성지질로서 트리글리세리드(triglyceride: TG)의 함량은 키트시약(Sigma Co., USA) 및 총콜레스테롤, LDL 및 HDL-콜레스테롤의 함량은 Rudel 등(1978), Noma 등(1973)의 방법에 따라 분석 정량하였다.

### 4. 활성산소의 생성량 측정

활성산소로서 가장 처음 생성되는 Superoxide radical( $O_2^{\cdot-}$ )은 McCord(1969) 및 Chan 등(1974)의 방법에 따라 측정하였고, 생체의 대사과정 중에 많이 생성되는 과산화수소는 Thruman 등(1972)의 방법에 따라 정량하였다. 가장 강력한 활성산소로 알려진 Hydroxyl radical( $\cdot OH$ )의 생성량은 반응성 산소대사물에 의해 Deoxyribose가 파괴되어 Aldehyde가 생성된다는 사실에 착안하여 반응 중에 생성된 Aldehyde가 산성용액에서 Thiobabutaric acid와 반응하

여 발색되는 것을 이용한 Halliwell 등(1981)의 방법에 따라 측정하였다.

**5. 산화적 스트레스의 분석**

활성산소가 혈청중의 지질을 공격해서 생성되는 과산화지질(lipid peroxide : LPO)은 최 등(1991)의 방법에 따라 분광광도계로서 535 nm에서 흡광도를 측정하여 정량하였다.

또한 활성산소가 혈청중의 단백질을 공격해서 생성되는 산화 단백질(oxidized protein)의 함량은 Levine 등(1990)의 방법에 따라 Carbonyl group의 생성량을 측정하여 정량하였다. 산화질소(nitric oxide : NO)는 순간적으로 존재하는 기체성분으로서, 자발적으로 산화되어 NO<sub>2</sub>와 NO<sub>3</sub> 상태로 전환되어 축적된다. NO의 생성량 측정은 NO<sub>3</sub>는 환원시켜 NO<sub>2</sub>로 전환시켜 생성되는 총 NO의 함량을 Miesel 등(1996)의 방법을 이용하여 정량하였다.

**6. 제거효소 활성의 측정**

생체의 방어시스템으로서 Superoxide dismutase (SOD)나 Glutathione peroxidase(GSHPx) 및 Catalase (CAT) 같은 제거효소(scavenger enzyme)나 항산화제로서 토코페롤이나 아스코르빈산 등이 알려져 있다. 따라서 SOD 활성의 측정은 Oyanagui 등(1984)의 방법에 따라 정량하였고, GSHPx 활성의 측정은 Lawrence 등(1978)의 방법에 따라 정량하였으며, CAT 활성은 Rigo 등(1977)의 방법에 따라 정량하였다.

**7. 분석결과와 통계처리**

본 연구의 모든 실험결과는 통계 처리하여 평균치와 표준편차를 계산하였으며, 각 실험군간의 유의성 검정은 Student's t-test로 실시하였다.

**결과 및 고찰**

**1. 지질 및 콜레스테롤 함량의 변화**

혈청중의 중성지질(TG) 및 콜레스테롤의 함량에 미치는 뽕잎 추출물(MLE)의 영향을 비교하여 보면 Table 1과 같다. MLE-100 및 MLE-300 그룹의 TG의 함량은 각각 130.20±3.99 및 116.67±2.11 mg/dl serum으로서 대조그룹의 TG의 함량 대비 각각 10% 및 20%의 유의적인 중성지질 억제효과가 인정되었다. 그렇지만, 뽕잎 추출물 투여그룹(MLE-100 및 MLE-300)의 총콜레스테롤이나 LDL 및 HDL-

**Table 1.** Effects of mulberry leaf extract (MLE) on triglyceride levels in serum SD rats

Triglyceride (TG) level (mg/dl serum)		
Control	MLE-100	MLE-300
145.32±1.06 <sup>1)</sup> (100)	130.20±3.99 (89.6%)*	116.67±2.11 (80.3%)**

MLE-100 and MLE-300: Mulberry leaf methanol extract of 100 and 300 mg/kg B.W./day added to basic control diet; <sup>1)</sup>Mean±SD with 7 rats per group, \*Percent of control values, \*p<0.05, \*\*p<0.01 compared with control group.

콜레스테롤의 함량이 대조그룹 대비 유의적인 억제 효과를 기대할 수 없었다. 이러한 사실은 투여농도에 기인할 것으로 판단된다.

木村 등(1988)은 토끼를 사용한 뽕잎의 지질대사연구를 통해 2.5% 뽕잎-첨가그룹은 고콜레스테롤식에서 혈청 총콜레스테롤을 효과적으로 억제한다고 보고했다. 그러나 김 등(1998)은 고콜레스테롤로 유도한 고지혈증 랫트에 0.1 및 1.0 g/kg BW의 뽕잎 추출물의 효과에서 트리글리세리드(TG) 및 혈청콜레스테롤은 유의적으로 억제했지만, 혈청 총콜레스테롤은 0.1 g/kg BW의 투여그룹은 오히려 17%가 증가한 반면 1.0 g/kg BW에서는 20%의 감소효과가 있다고 보고했으며, 강 등(1995)도 유사한 연구결과를 보고했다.

**2. 활성산소의 생성 억제효과**

강력한 독성산소로 알려진 활성산소(oxygen free radicals)는 오염(농약 등 환경호르몬), 합성의약품의 남용, 흡연, UV나 X-선 조사 등이나 체내에서 대사 중의 효소반응이나 염증반응에 의해서도 생성된다. 이들 활성산소는 조직세포를 공격하여 심장혈관관련 질병을 유발하고 노화를 촉진하며 치매 등의 신경정신질환을 유발할 뿐만 아니라 암(cancer)까지도 유발한다는 사실이 밝혀지고 있다(Singh, 1991).

따라서 혈청중의 활성산소의 생성에 미치는 뽕잎 추출물(MLE)의 영향을 비교하여 보면 Table 2와 같다. 활성산소 중에서 가장 먼저 발생하는 Superoxide radical(O<sub>2</sub><sup>-</sup>)의 생성량에 미치는 영향을 비교하여 보면, MLE-100 및 MLE-300 그룹의 O<sub>2</sub><sup>-</sup>의 생성량은 각각 273.10±23.09 및 281.71±11.84 nmol/mg protein으로서 대조그룹의 O<sub>2</sub><sup>-</sup>의 생성량 대비 각각 90.7% 및 93.5%로서 MLE-100 그룹에서만 유의성이 인정되었다. 그러나 가장 강력한 활성산소인 Hy-

droxyl radical ( $\cdot\text{OH}$ )의 생성량을 비교하여 보면, MLE-100 및 MLE-300그룹의  $\cdot\text{OH}$ 의 생성량은 각각  $1.42 \pm 0.03$  및  $1.53 \pm 0.10$  nmol/mg protein으로서 대조그룹의  $\cdot\text{OH}$ 의 생성량 대비 각각 75.3% 및 81.0%로서 약 20~25% 정도나 매우 효과적으로  $\cdot\text{OH}$ 의 생성을 억제한다는 사실이 입증되었다.

이들 활성산소중에서 주로 대사과정중에 많이 생성되는 것으로 알려진 과산화수소( $\text{H}_2\text{O}_2$ )의 생성에 미치는 영향을 비교하여 보면 MLE-100 및 MLE-300 그룹의  $\text{H}_2\text{O}_2$ 의 생성량은 각각  $0.21 \pm 0.01$  및  $0.22 \pm 0.01$  nmol/mg protein/min으로서 대조그룹의  $\text{H}_2\text{O}_2$ 의 생성량 대비 각각 91.3% 및 95.7%로서, 수퍼옥시드 라디칼과 마찬가지로 MLE-100 그룹만 유의적인 억제효과가 인정되었다.

### 3. 산화적 스트레스의 평가

활성산소의 공격목표는 조직세포중의 지질 성분의 공격에 의한 과산화지질(lipid peroxide : LPO)의 생성, 단백질 성분의 공격에 의한 산화단백질(oxidized protein)의 생성 및 핵산의 공격에 돌연변이의 생성 등을 들 수 있다. 따라서 이들 산화적 스트레스의 평가는 LPO는 말론디알데히드(malondialdehyde : MDA), 산화단백질은 카르보닐그룹(>C=O group)의 측정 및 핵산의 산화는 8-OHdG의 생성량을 측정하여 평가한다.

#### 1) 과산화지질의 생성 억제효과

세포막의 지질이 활성산소의 공격을 받아 산화될 때 생성되는 LPO는 강력한 세포독성 때문에 성인병과 노화의 지표물질로 알려져 있다(Yagi, 1987; Choi et al., 1991; Yu et al., 1996). 뽕잎 추출물의 투여에 의한 LPO의 생성에 미치는 영향을 비교하여 보면 Table 3과 같다. 조직 세포의 세포막을 구성하고 있는 지질 성분이 활성산소의 공격에 의하여 생성되는 MDA의 생성량을 측정하여 본 결과, MLE-100 및 MLE-300 그룹의 LPO의 생성량은 다같이  $0.15 \pm 0.01$  nmol/mg protein으로서 대조그룹의 LPO의 생성량 대비 88.2%로서, 뽕잎 추출물의 투여에 의하여 10% 이상의 유의적인 LPO의 생성 억제효과가 인정되었다. 이러한 사실은 Yen 등(1996)이 보고한 뽕잎의 항산화연구에서 메탄올 추출물이 과산화지질의 생성을 효과적으로 억제할 수 있다는 사실과 일치했다.

#### 2) 산화단백질의 생성 억제효과

한편 조직 세포의 단백질 성분이 활성산소의 공격을 받아 생성되는 카르보닐 그룹의 생성량을 측정하여 산화단백질(oxidized protein : OP)의 생성량을 평가하여 본 결과는 Table 3과 같다. MLE-100 및 MLE-300그룹의 OP의 생성량은 각각  $37.26 \pm 4.21$  및  $37.65 \pm 3.40$  nmol/mg protein으로서 대조그룹의 OP의 생성량 대비 각각 93.8% 및 89.7%로서, LPO의 생성 억제효과와 마찬가지로 뽕잎 추출물의 투여에 의하여 유의적인 OP의 생성 억제효과가 인정되었다.

**Table 2.** Effects of mulberry leaf extract (MLE) on oxygen free radical formations in serum of SD rats

Groups	Superoxide radical (nmol/mg protein)	Hydroxyl radical (nmol/mg protein)	Hydrogen peroxide (nmol/mg protein/min)
Control	$301.18 \pm 15.57^{1)}$	$1.89 \pm 0.05$	$0.23 \pm 0.01$
MLE-100	$273.10 \pm 23.09$ (90.7%)**	$1.42 \pm 0.03^b$ (78.3%)**	$0.21 \pm 0.01^a$ (91.3%)*
MLE-300	$281.71 \pm 11.84$ (93.5%)*	$1.53 \pm 0.10^b$ (81.0%)**	$0.22 \pm 0.01$ (95.7%)

MLE-100 and MLE-300 : Mulberry leaf methanol extract of 100 and 300 mg/kg BW/day added to basic control diet; <sup>1)</sup>Mean  $\pm$  SD with 7 rats per group; Percent of control values; \*p<0.05; \*\*p<0.01 compared with control group.

**Table 3.** Effects of mulberry leaf extract (MLE) on oxidative stress levels in serum of SD rats

Groups	Lipid peroxide (LPO) content (nmol/mg protein)	Oxidized protein (OP) content (nmol/mg protein)
Control	$0.17 \pm 0.01^{1)}$	$39.72 \pm 3.10$
MLE-100	$0.15 \pm 0.01$ (88.2%)*	$37.26 \pm 4.21$ (93.8%)*
MLE-300	$0.15 \pm 0.01$ (88.2%)*	$35.65 \pm 3.40$ (89.7%)*

MLE-100 and MLE-300: Mulberry leaf methanol extract of 100 and 300 mg/kg BW/day added to basic control diet. <sup>1)</sup>Mean  $\pm$  SD with 7 rats per group, \*\*Percent of control values, \*p<0.05 compared with control group.

**4. 제거효소의 활성 평가**

활성산소의 제거효소(scavenger enzymes)로서 가장 중요한 Superoxide dismutase : SOD), Glutathione peroxidase(GSHPx) 및 Catalase(CAT)의 활성에 미치는 뽕잎 추출물(MLE)의 영향을 분석하여 보면 표 4와 같다.

MLE-100 및 MLE-300 그룹의 SOD의 활성은 각각  $3.02 \pm 0.08$  및  $3.01 \pm 0.07$  unit/mg protein으로서 대조그룹의 SOD의 활성 대비 각각 130.3% 및 130.9%로서 뽕잎 추출물의 투여에 의하여 약 30% 이상의 유의적인 SOD의 활성이 증가됨을 알 수 있었다. 생체의 방어효소로서 산화적 스트레스(oxidative stress)를 가장 효과적으로 억제할 수 있는 SOD의 활성 증가는 매우 의미가 크다고 하겠다. 또한 MLE-100 및 MLE-300그룹의 GSHPx의 활성은 각각  $41.21 \pm 1.31$  및  $44.14 \pm 3.37$  IU/g protein으로서 대조그룹의 GSHPx의 활성 대비 각각 107.7% 및 115.3%로서 뽕잎 추출물의 투여에 의하여 각각 10~15%의 유의적인 GSHPx의 활성이 증가됨을 알 수 있었다.

한편 MLE-100 및 MLE-300그룹의 CAT의 활성은 각각  $0.32 \pm 0.05$  및  $0.36 \pm 0.04$  umol/mg protein/min으로서 대조그룹의 CAT의 활성 대비 각각 139.1% 및 156.5%로서 뽕잎 추출물의 투여에 의하여 각각 39.1% 및 56.5%의 현저한 CAT의 활성이 증가됨을 알 수 있었다. 따라서 생체의 방어효소로서 SOD, GSHPx 및 CAT의 세 가지 활성산소의 제거효소의 활성이 매우 높다는 사실에서 평가해 볼 때, 뽕잎 추출물의 투여는 산화적 스트레스(oxidative stress)를 효과적으로 억제할 수 있기 때문에 노화를 효과적으로 억제할 수 있을 것으로 기대된다.

MLE-300 그룹의 TG의 함량은 대조그룹 대비 각각 10% 및 20%의 유의적인 중성지방 억제효과가 인정되었지만, 100 및 300 mg/kg BW의 투여량에서는 콜레스테롤의 억제효과는 거의 기대할 수 없었다. MLE-100 및 MLE-300 그룹의 수퍼옥사이드 라디칼(O<sub>2</sub><sup>-</sup>)의 생성은 대조그룹 대비 7~10%의 억제효과가 인정되었고, 히드록시 라디칼( $\cdot$ OH)의 생성은 대조그룹 대비 약 20~25%나 매우 현저한  $\cdot$ OH의 생성 억제효과가 인정되었다. 또한 MLE-100 및 MLE-300 그룹의 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>의 생성은 대조그룹 대비 5~10% 정도의 억제효과밖에 인정되지 않았다. 강력한 세포독성으로 작용하는 과산화지질(LPO)의 생성을 평가하여 보면 MLE-100 및 MLE-300 그룹이 다같이 대조그룹 대비 10% 이상의 유의적인 LPO의 생성 억제효과가 인정되었다. MLE-100 및 MLE-300 그룹의 산화단백질(OP)의 생성은 대조그룹 대비 6~10%의 유의적인 OP의 생성 억제효과가 인정되었다. 가장 강력한 생체 방어효소인 SOD의 활성은 MLE-100 및 MLE-300그룹이 대조그룹 대비 약 30% 이상의 유의적인 SOD 활성의 증가효과가 인정되었다. 또한 MLE-100 및 MLE-300 그룹의 GSHPx의 활성은 대조그룹 대비 10~15%의 유의적인 GSHPx의 활성 증가효과가 인정되었다. 한편 MLE-100 및 MLE-300 그룹의 CAT의 활성도 대조그룹 대비 60~55%의 현저한 CAT의 활성 증가효과가 인정되었다. 이상의 결과를 종합하여 볼 때 뽕잎 추출물의 투여는 뽕잎 성분의 강력한 활성산소 억제 효과 및 생체 방어효소의 활성 증가효과로 생리적 노화현상을 매우 효과적으로 억제할 수 있을 것으로 기대된다.

**적 요**

**사 사**

뽕잎 추출물을 SD계 랫트에 하루 100 및 300 mg/kg BW로써 6주간 투여한 결과, MLE-100 및

본 연구는 1999년도 농촌진흥청에서 주관하는 농업특정연구개발사업으로 수행되었습니다.

**Table 4.** Effects of mulberry leaf extract (MLE) on scavenger enzyme activities in serum of SD rats

Groups	SOD activity (unit/mg protein)	GSHPx activity (IU/g protein)	CAT activity (umol/mg protein/min)
Control	$2.30 \pm 0.08$ <sup>1)</sup>	$38.27 \pm 4.21$	$0.23 \pm 0.02$
MLE-100	$3.02 \pm 0.08$ (130.3%)*	$41.21 \pm 1.31$ (107.7%)*	$0.32 \pm 0.05$ (139.1%)*
MLE-300	$3.01 \pm 0.07$ (130.9%)*	$44.14 \pm 3.37$ (115.3%)*	$0.36 \pm 0.04$ (156.5%)*

MLE-100 and MLE-300: Mulberry leaf methanol extract of 100 and 300 mg/kg BW/day added to basic control diet, <sup>1)</sup>Mean  $\pm$  SD with 7 rats per group. Percent of control values, \*p<0.05, \*\*p<0.01, \*\*\*p<0.001 compared with control group.

## 인용문헌

- Chan, P. C. and Bielski, B. H. J. (1974). Enzyme catalyzed free radical reactions with nicotinamide adenine nucleotide. *J. Biol. Chem.*, **249**(4): 1317-1319.
- Choi, J. H. (1991). Lipid peroxidation, aging and food restriction. *Kor. J. Biochem.*, **23**(1): 61-70.
- Halliwell, B. and Gutteridge, J. M. C. (1981) Formation of a thiobarbituric acid-reactive substance from deoxyribose in the persence of iron salts. *FEBS. Lett.*, **128**: 347-350.
- 강정옥 · 김경숙 (1995). 수종 잎식물 건조물의 굵이가 고콜레스테롤 혈증 흰쥐의 혈청지질에 미치는 영향. *한국영양식량학회지*, **24**(4): 502-509.
- 김선여 · 이완주 · 김현복 · 김애정 · 김순경 (1998) 뽕잎 추출물이 콜레스테롤 투여 흰쥐의 혈청지질에 미치는 영향. *한국식품영양과학회지* **27**(6): 1217-1222.
- Lawrence, R. A. and Burk, R. F. (1978) Species, tissue and subcellular distribution of non Se-dependent glutathione peroxidase activity. *Lipid*, **19**: 444-452.
- 이희삼 · 정교순 · 김선여 · 류강선 · 이완주 (1998) 잠상 산물의 장기간 투여에 따른 혈당강하효과. *韓蠶學誌* **40**(1): 38-42.
- Levine, R. L., Garland, D., Oliver, C. N., Amici, A., Climent, I., Lenz, A. G., Ahn, B., Shaltiel, S. and Stadman, E. R. (1990). Determination of carbonyl content in oxidatively modified proteins. *Methods Enzymol.*, **1986**: 464-478.
- Lowry, O. H., Roseborough, N. J., Farr, L. A., and Randall, R. J. (1951) Protein measurement with the Folin-Phenol reagent. *J. Biol. Chem.*, **193**: 265-275.
- McCord, J. M. and Fridovch, I. (1969). Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocyreïn (hemocupreïn). *J. B. Chem.*, **244**(22): 6049-6055.
- Miesel, R., Kurpisz, M. and Kroger, H. (1996). Suppression of inflammatory arthritis by simultaneous inhibition of nitric oxide synthase and NADPH oxidase. *Free Radical Biology & Medicine*, **20**(1): 75-81.
- Noma, A., Nakayama, K. N., Kita, M. and Okabe, H. (1978) Simultaneous determination of serum cholesterol in high and low density lipoprotein with use of heparin, Ca<sup>2+</sup> and an anion exchange resin. *Clin. Chem.*, **24**: 1504-1510.
- Oyanagui, Y. (1984) Reevaluation of assay methods and establishment of Kit for superoxide dismutase activity. *Anal Biochem*, **42**: 290-296.
- Park, I. K., Lee, J. O., Lee, H. S., Seol, K. Y. and Ahn, Y. J. (1998) Cytotoxic activity of *Bombyx mori* and *Morus alba* derived materials against human tumor cell lines. *Agric. Chem. Biotech.*, **41**(2): 187-190.
- Rigo, A. and Rotilio, G. (1977) Simultaneous determination of superoxide dismutase and catalase in biological materials by polarography. *Anal. Biochem.*, **81**: 157-166.
- Rudel, L. L. and Morris, M. D. (1973) Determination of cholesterol using o-phthalaldehyde. *J. Lipid Res.*, **14**: 364-366.
- Singh, V. N. (1991) A current perspective on nutrition and exercise. *J. Nutr.*, **122**(35): 760-765.
- Thurman, R. G., Ley, H. G. and Scholz, R. (1972) Hepatic microsomal ethanol oxidation. *Eur. J. Biochem.*, **25**: 420-430.
- Yagi, K. (1987) Lipid peroxides and human diseases. *Chemistry and Physics of Lipids*, **45**: 337-351.
- Yen, G. C., Wu, S. C. and Duh, P. D. (1996) Extraction and identification of antioxidant components from the leaves of mulberry (*Morus alba* L.). *J. Biol. Chem.*, **261**: 12879~82.
- Yen, G. C., Wu, S. C. and Duh, P. D. (1996) Extraction and identification of antioxidant components from the leaves of mulberry (*Morus alba* L.). *J. Biol. Chem.*, **261**: 12879-82.
- Yoshikumi, Y. (1994) Inhibition of intestinal  $\alpha$ -glucosidase activity and postprandial hyperglycemia by moranoline and its N-alkyl derivatives. *Agric Biol. Chem.*, **52**: 121-126.
- Yu, B. P. and Yang, R. (1996) Critical evaluation of free radical theory of aging: A proposal of oxidative stress hypothesis. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, **786**: 1-11.
- Yu, B. P. (1996) Aging and oxidative stress: Modulation by dietary restriction. *Free Rad. Biol. Med.*, **21**: 651-668.
- 宮原智江子 · 佐藤修二 · 宮澤眞紀 · 堀口佳哉 · 清水昭男 · 原田昌興 (1996) 機能性食品に關する共同事業報告, **2**: 52-59.
- 難波恒雄 (1980) 原色和漢藥圖鑑 下卷, 保育社. 82-83.
- 木村 勞 (1988) 糖尿病動物, **2**: 111-115.
- 飯塚幸澄 · 樓井榮一 · 弘地 登 · 澤田雅彦 · 石家駿治 (1998) 桑葉による二糖類分解酵素の阻害果. *新藥と臨床*, **47**(2): 155-158.
- 野田信三 (1996) 桑の葉茶の成人病に對する果. *月刊フードケミカル*, **12**: 66-75.
- 鈴木 誠 (1995) 神奈川縣試驗研究報告書 論文集, 40-44.
- 鈴木 誠 · 高橋恭一 · 坂本堅五 · 有賀 勳 (1996) 機能性食品に關する共同研究報告, **2**: 134-137.
- 八木井廣 · 河野辰彦 · 青柳良明 · 村井 博 (1976) 桑のピペリジン型アルカロイドの構造について. *農化*, **50**(11): 571-572.