

여주 추출물의 항산화 활성

박 열* · 부희옥** · 박영란*** · 조동하**** · 이현화**†

*조선대학교 자연과학대학 생명공학과, **조선대학교 자연과학대학 생물학과,
조선대학교 의과대학 해부학교실, *강원대학교 생명공학부

Antioxidant Activity of *Momordica charantia* L. Extracts

Yeol Park*, Hee Ock Boo**, Young Lan Park***, Dong Ha Cho****, and Hyun Hwa Lee**†

*Department of Biotechnology, Collage of Nature Science, Chosun University, 375 Seosuk-Dong, Korea.

**Department of Biology, Collage of Nature Science, Chosun University, 375 Seosuk-Dong, Korea.

***Department of Anatomy, Collage of Medicine, Chosun University, 375 Seosuk-Dong, Korea.

****School of Bioscience & Biotechnology, Kangwon National University, Chunchon 200-701, Korea.

ABSTRACT : This study was carried out to determine the antioxidant activity and vitamin C contents in plant extracts of the *Momordica charantia* L. The vitamin C was detected as the highest content in immature fruit (92.2 mg/100 g), while the content in stem (2.5 mg/100 g) was lower 40 times than that of immature fruit. Antioxidant activity for the dried sample was investigated by TBA method. The lowest TBARS values were obtained from extracts of dried leaf and followed by ascorbic acid and BHT, showing that the extracts from dried leaf possess the strongest antioxidant activity. Compared with fresh tissues, SOD activity, ATX activity and CAT activity were high level in the dried tissue. These results suggest that the *Momordica charantia* L. would be a promising antioxidant source as an alternative antioxidant, based on natural plant resources.

Key Words : *Momordica charantia* L., vitamin C, TBA-reactive substance, superoxide dismutase, ascorbic peroxidase, catalase

서 언

식물체는 정상적인 성장과 발육 과정 및 저온이나 곰팡이나, 바이러스 등의 병 감염 등 다양한 스트레스로 인하여 식물체내서 높은 활성산소를 발생시킨다. 이러한 활성산소들은 지질 과산화, 세포막 및 단백질 분해, 엽록체 파괴, 노화 촉진 등 생체내에서 강한 산화력으로 인해 생리적 장애를 초래한다 (Allen *et al.*, 1997; Asada, 1999). 그러나 식물은 이러한 활성산소에 대한 방어기작으로 이를 제거할 수 있는 다양한 형태의 항산화 물질을 함유하고 있는데 특히, 항산화 효소의 발현은 중요한 역할을 한다 (Heath, 1987; Kang *et al.*, 2003). 항산화 효소 중 superoxide dismutase (SOD)는 superoxide anion radical ($\cdot O_2^-$)을 제거하여 hydrogen peroxide (H_2O_2)로 전환시키는 촉매 효소로서 metal cofactor에 의해 3 종류로 구분되어 있는데 즉, CuZnSOD는 세포질에, MnSOD는 미토콘드리아에, FeSOD는 엽록체에 각각 분포되어 있다. 이러한 SOD는 식물이 성장하는 동안 여러 환경스

트레스에 반응하여 각자 독립된 역할을 하지만, 이들의 세포내 역할 분담은 명확히 밝혀져 있지 않았다 (Bowler *et al.*, 1992). Catalase (CAT)는 주로 peroxisome에 존재하며 H_2O_2 를 물과 산소로 분해한다. CAT와 더불어 H_2O_2 제거하는 중요한 효소로 작용하는 ascorbate peroxidase (APX)는 엽록체, 미토콘드리아, 세포질 및 세포벽에 존재하며, ascorbate를 산화시킴으로써 H_2O_2 를 불활성화시킨다 (Kang *et al.*, 2003). 한편, 생체내에서는 SOD, APX 그리고 CAT와 같은 항산화 효소들 뿐만 아니라, tocopherol, ascorbic acid (vitamin C), catechin, glutathion 등과 같은 천연 항산화제, BHT, BHA 등의 합성 항산화제들이 독자적인 작용이나 다른 작용을 보조하는 과정을 통해 활성 산소로부터 생체를 보호하는 작용을 한다. 최근에는 이러한 항산화제들이 노화와 발암 등 각종 성인 질환들을 방지한다고 알려지면서 천연항산화제에 대한 연구 개발이 활발히 진행중이다. 본 실험에 사용된 여주 (*Momordica charantia* L.)는 1년생 박과식물로, 아주 오랜 옛날부터 단순한 과일이 아니라 귀중한 약재로서의 역할을 해

†Corresponding author: (Phone) +82-62-230-6653 (E-mail) papaya@chosun.ac.kr
Received January 20, 2007 / Accepted January 31, 2007

왔다 (Beloin *et al.*, 2005). 우리나라에서는 덩굴성 작물로 심어 주로 관상용으로 이용해 왔으나 요즘은 찾아보기 힘든 자원식물 중 하나이다. 그러나, 중국이나 인도 등의 전통의학에서는 여주가 중요한 약재로 이용되어 왔으며 인도네시아, 인도 및 동남아시아의 말레이시아, 필리핀, 대만 등지에서는 주요한 기능성 채소로 식용되어지고 있다 (Giron *et al.*, 1991; Park, 1989; Viridi *et al.*, 2003; Zong *et al.*, 1995). 특히 미성숙과는 비타민 C, 비타민 A와 철 등의 주요한 공급원이 되고 있다 (Grover *et al.*, 2004). 여주의 쓴맛에는 식물스테롤 배당체들과 많은 종류의 아미노산, 갈락트론산, 시트룰린, 펙틴 등의 성분이 들어 있어 이 성분들은 혈당강화 기능이 탁월한 것으로 알려져 있으며, 특히 여주의 과실과 종자에 주로 함유되어 있는 지용성물질인 charantin이라는 성분은 췌장의 β 세포에 작용하여 인슐린의 분비를 촉진함으로써 혈당을 낮춰주는 역할을 하는 것으로 보고되고 있다 (Schmourlo *et al.*, 2005; Pakash *et al.*, 2002; Rathi *et al.*, 2002). 여주의 종자에서 분리되어지는 단백질들 중 'MAP3'은 암세포를 파괴하는 natural killer 세포를 활성화시킴으로서 암세포 증식을 억제하는 효과가 있는 것으로 추측되고 있으며, 'momorcharoside'라는 물질은 DNA, RNA의 합성을 저해하는 작용을 지니고 있어 암의 진전을 억제하는 효과를 기대할 수 있는 물질로 인정되고 있다 (Bourinbaiar and Lee-Huang, 1995a; Hamato *et al.*, 1995). 또한 여주 열매의 추출물은 in vitro 상에서 herpes simplex virus-1과 poliovirus 1의 증식과 *Candida albicans*와 *Cryptococcus neoformans*의 활성을 억제시키는 등 곰팡이와 바이러스에 대한 항균활성 및 항산화 효과를 보이는 것으로 보고되고 있다 (Hamato *et al.*, 1995; Schmourlo *et al.*, 2005).

여주는 다양한 생리·약리적 효능을 지니고 있는 것으로 알려져 있지만, 아직 국내에서는 여주에 대한 기초적인 연구는 물론이고, 생리활성 성분 분석 및 효능에 관한 연구는 전무한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 여주 추출물의 항산화 활성을 조사함으로써 천연항산화제로서의 개발 가능성과 함께 그 이용성을 증대시키고자 한다.

재료 및 방법

1. 식물재료

본 실험에서 사용한 여주 (*Momordica charantia* L.)는 2006년 3년에 파종하여 7-8월에 걸쳐 수확하였다. 식물체는 각 부위별로 절취하여 동결건조 후 -75°C 초저온 냉장고에 보관하였다. 건조된 식물은 각 부위별로 마쇄하여 1 mm 스크린에 통과시킨 후 각 시료 200 g당 95% methanol 2 L에 24시간 동안 추출하였다. 추출액은 50°C 에서 감압 농축한 후 동결 건조 시켰다.

2. 비타민 C 함량 측정

분말 시료 50 mg을 5% metaphosphoric acid 100 ml에 녹여 암소에서 1분간 추출하고 Whatman No. 1 여과지로 여과시킨 다음, 2,6-dichlorophenol-indolphenol 1 ml, 2% thiourea 2 ml, 2,4 dinitrophenylhydrazine 1 ml을 차례로 혼합한 후 50°C 에서 1시간 동안 반응시켰다. 여기에 황산과 2,4 dinitrophenylhydrazined를 넣고 30분간 반응 시킨 후 540 nm에서 흡광도를 측정하였다.

2. 돈육의 준비

실험에 사용된 돈육은 도살 후 4°C 냉장고에 저장된 랜드레이크의 대퇴부 육을 사용하였다. TBA 실험을 위해 여주시료와 BHT를 1%씩 첨가하고 75°C 에서 1시간 동안 온탕가열 후 흐르는 물에 냉각시켰다. 그후 5°C 에서 14일간 저장하면서 실험에 사용하였다.

3. TBARS 측정

Witte 등 (1970)의 방법에 따라 분말시료 10 g에 20% trichloroacetic acid용액 25 ml를 첨가하여 2분간 14,000 rpm으로 균질화 시키고 증류수를 첨가하여 100 ml이 되게 희석하여 교반한 다음 여과지 (Whatman No.1)로 여과하였다. 여과한 액중 5 ml를 취해서 2-TBA시약 (0.005 M in water) 5 ml과 혼합한 후에 실온에서 15시간 동안 방치하고 UV-VIS Spectro photometer에서 530 nm의 파장으로 흡광도를 측정하였다. TBARS는 다음과 같은 공식에 의해 계산하였다.

$$\text{TBA (MDA mg/1000 g)} = \text{흡광도} \times 5.2$$

4. 항산화 효소의 활성 측정

1) 효소액 조제

여주의 부위별 생체시료와 동결 건조시료를 extraction buffer (50 mM phosphate buffer, pH 7.0; 1% Triton X-100; 1% PVP-40)에 1:4의 비율로 혼합한 후 균질화시키고 12 000 g 에서 20분 동안 원심분리한 다음 항산화 활성 측정에 사용하였다. 단백질 정량은 BSA을 표준물질로 사용하여 Bradford (1976) 방법에 따라 측정하였다.

2) Superoxide dismutase (SOD) 활성측정

SOD 활성은 Beauchamp and Fridovich (1971)의 방법에 따라 50 mM carbonic buffer (pH 10.2), 0.1 mM EDTA, 0.1 mM Xanthine, 0.025 mM nitroblue tetrazolium 그리고 추출액이 포함된 용액을 25°C 에서 10분간 반응시킨 후 xanthine oxidase ($3.3 \cdot 10^{-6}$ mM)를 첨가하고 550 nm에서 NBT의 광환원 정도를 측정하였다.

3) Ascorbate peroxidase (APX) 활성측정

APX 활성은 Nacano and Asada (1981)의 방법에 따라 50 mM potassium phosphate (pH 7.0), 0.5 mM ascorbate, 0.1 mM H₂O₂, 0.1 mM EDTA에 추출액을 가하여 37°C에서 5분간 반응시킨 후 290 nm에서 2분간 흡광도의 변화를 측정하였다.

4) Catalase (CAT) 활성측정

Catalase 활성은 Aebi (1984) 방법에 따라 50 mM potassium phosphate (pH 7.0)에 10 mM H₂O₂와 추출액을 가한 후 240 nm에서 2분간의 흡광도 변화를 관찰하였다. 이때 1분 동안에 1 μM의 H₂O₂를 분해하는 효소의 양을 1 unit으로 하였다.

결과 및 고찰

1. 비타민 C의 함량 조사

인체에서 생합성되어지는 SOD, CAT, APX 등과 다르게 비타민 C, 비타민 E 그리고 glutathione 등을 포함하는 항산화제는 반응성 산소화합물과 탄소 중심의 라디칼을 없애는데 효과적인 작은 친핵성 분자들로 이루어져 있으며, 주로 섭취를 통해 조직에서 계속적으로 재보충 되어야 하기 때문에 그 중요성이 날로 높아져가고 있다 (Ji, 1996). 비타민 C는 수용성 비타민으로 다양한 산화 스트레스에 대해 최초의 항산화 역할을 수행하는 것으로 알려져 있으며, 기질로부터 생성물을 전환하는데 있어 촉매역할을 하는 효소로 직접적인 역할을 하지는 않지만 효소들이 활성화될 수 있도록 미네랄 이온들을 조절한다 (Feri *et al.*, 1991). 또한, 지질의 산화과정에서 다불포화 지방산의 산화적 손상을 보호하며, 비타민과 산소 유리기를 효과적으로 제거하는 작용을 한다 (Jakeman, 1993). Table 1은 여주의 부위별 비타민 C의 함량을 측정할 결과로써 미성숙과는 92.2 mg/100 g으로 성숙과의 8.41 mg/100 g 보다 높은 함량을 나타내었다. 줄기는 2.5 mg/100 g으로 거의 함유되어 있지 않았다. 그러나 잎의 경우 77.3 mg/100 g으로 높은 함량을 나타내었다. 일반적으로 비타민 C의 급원 식품은 채소와 과일 류이며 이중에서도 비타민 C의 함량이 매우 높은 식품으로는 풋고추, 고춧잎, 피망, 양배추, 시금치 등의 야채와 키위, 오렌지, 딸기, 토마토 등의 과일이 있다. 이러한 과채류의 비타민 C의 함량을 살펴보면, 100 g 당 오이 5 mg, 토마토는 13-44 mg, 딸기는 80 mg 정도인 점에 비추어 볼 때 (Park, 1989), 여주의 비타민 C의 함량은 상당히 높은 것을 알 수 있다. 여주는 동남아시아를 중심으로 미숙과를 주로 약용 및 식용으로 사용하고 있는데, 성숙과와 줄기에서 높은 비타민 C의 함량은 여주의 이용범위를 넓히는데 중요한 자료가 될 것이다. 한편, 박 (1989)은 여주의 계통별 비타민 C의 함량을 조사한 결과 계통별로 27 mg-41.66 mg/100 g의 다양한 차이를 확인한 바 있

Table 1. Content of vitamin C in *Momordica charantia* L. (cv 'Dragon')

Samples	Vitamin C (mg/100 g) [*]
Immature fruit	92.2 ± 0.03
Mature fruit	84.1 ± 0.09
Leaf	77.3 ± 0.01
Stem	2.50 ± 0.20

*Data represents the mean values ± SE of three independent experiments

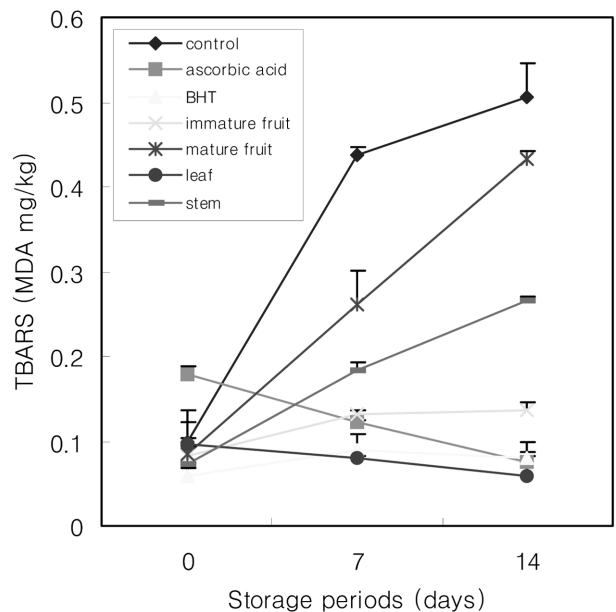


Fig. 1. Time course changes of TBARS values of in *Momordica charantia* L. extracts.

는데, 앞으로 우리나라에 자생하는 여주와 각 품종별간의 정확한 함량조사가 필요하리라 사료된다.

2. TBARS 값 측정

지질, 특히 불포화 지질들은 산소 (O₂)와 반응하여 과산화반응이 일어나고 이 과정이 진행되면 활성산소들의 연쇄반응이 일어난다. 이러한 지질과산화의 이차 분해산물로 생성되는 aldehyde기인 malnodialdehyde (MDA)는 thiobarbituric acid (TBA)와 반응하게 된다. 여주의 각 부위별 저장기간에 따른 항산화 정도를 조사하고자 TBA reactive substane (TBARS)를 측정하였다 (Fig. 1). 대조구의 경우 저장 0일째 TBARS치가 0.0997이였으나, 시간이 경과함에 따라 저장 7일째는 0.4375, 14일째는 0.5051로 5배 이상 수치가 상승되었고, 천연 항산화제로 알려진 ascorbic acid는 저장기간이 지날수록 점차 낮은 수치를 나타내어 높은 항산화 효과를 나타내었다. 그러나, 합성 항산화제인 BHT는 시간이 경과함에 따라 점차 상승하여 ascorbic acid와 비교할 때 낮은 활성을 나타내었다. 여주의

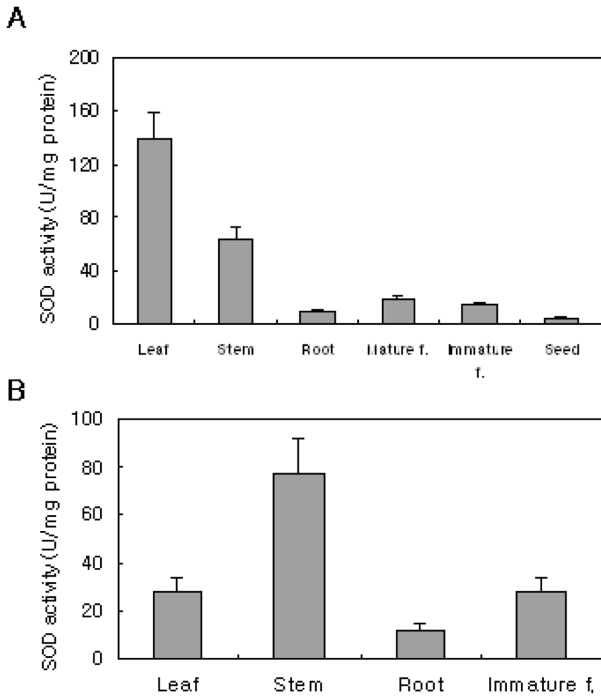


Fig. 2. SOD activity in dry sample (A) and fresh sample (B) in *Momordica charandia* L.

각 부위별 TBARS 수치를 조사한 결과 성숙과와 줄기는 저장 시간이 경과할수록 수치가 상승되어 항산화 활성이 매우 낮음을 알 수 있었다. 그러나 익은 저장 0일째 TBARS치가 0.097이었으나, 시간이 경과함에 따라 저장 7일째는 0.0794, 14일째는 0.059로 낮은 수치를 나타내었다. 천연항산화제 ascorbic acid의 저장 14일째 0.761인 수치와 비교해 볼때 높은 항산화 능력을 보여주었다.

3. 항산화 효소의 활성

식물은 고착생활을 하기 때문에 외부 스트레스에 대한 환경 적응 능력이 다른 생물체보다 높은 것으로 생각되며, 다른 생물체보다 많은 종류의 항산화 물질을 생산한다 (Alsher and Hess, 1993). 세포는 세포의 구성성분을 보호하고 산화환원상태를 유지하기 위해 효소학적 및 비효소학적 방어시스템을 지니고 있다. 식물에서 비효소학적 방어시스템에는 천연 항산화제로 알려진 ascorbic acid, glutathione, a-tocopherol, carotenoids 등이 있고, 효소적 방어시스템에는 superoxide dismutase, catalase, ascorbate peroxidase, glutathione reductase 등과 같은 효소들이 있다. 여주의 SOD, APX 그리고 CAT의 항산화 효소 활성 능력을 측정하고자 각 부위별로 생체시료와 동결건조한 시료를 공시재료로 하여 그 활성을 측정하였다.

동결건조한 시료의 SOD 활성도를 조사한 결과 잎 (139 U/mg protein)과 줄기 (63 U/mg protein)에서 가장 높은 활성을 나타내었다. 특히 익은 줄기에 비교하여 2배 이상의 활성

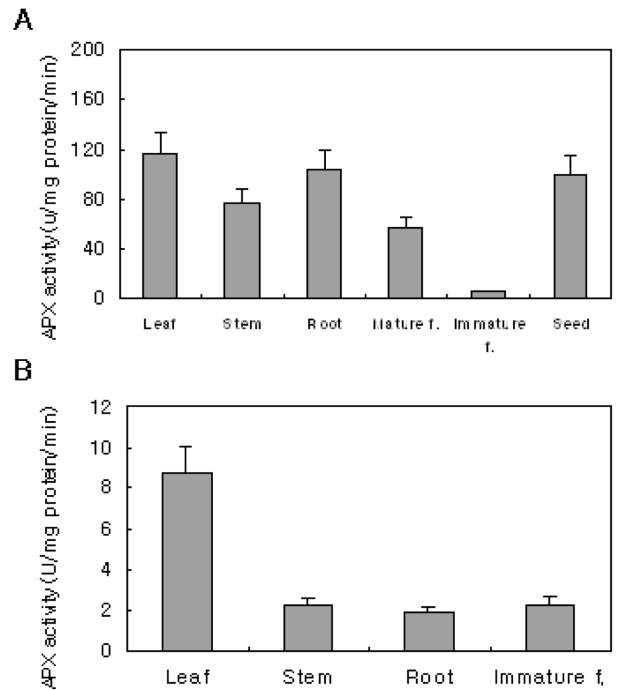


Fig. 3. APX in dry sample (A) and fresh sample (B) in *Momordica charandia* L.

을 보였으며, TBARS 수치도 가장 높게 나타나 항산화 효능이 높은 부위로 사료되었다. 그러나, 생체 시료로부터 SOD를 측정할 결과 동결건조시료와는 반대로 줄기가 76.5 U/mg protein 으로 잎의 28.5 U/mg protein에 비해 3배 가량 높은 활성을 나타냈으며, 뿌리와 미성숙과의 경우 동결건조 시료보다 생체시료에서 더 높은 활성을 보여주었다 (Fig. 2). 항산화 효능이 높다고 알려진 감잎에서의 SOD 유사활성의 경우 감잎차 제조 방법에 따른 활성의 차이는 나타나지 않았으나, 추출 온도와 시간에 따른 활성은 차이를 나타낸 바 있다 (Park *et al.*, 1995). 따라서, 여주의 경우 시료를 조제하는 과정에서 각 부위별 물리, 화학적인 성질이 변화하여 SOD의 활성에 차이를 나타내는 것으로 생각되었다.

식물체에서 APX는 세포질과 엽록체에서 작용하는 가장 중요한 제거제의 역할을 한다. 이들은 환원용 기질로 ascorbic acid를 이용하며, GPX (glutathione peroxidases)가 H₂O₂를 제거하고 지질의 과산화과정에서 중요한 역할을 한다고 밝혀졌다 (Wheeler *et al.*, 1998). 여주의 경우 APX의 활성은 건조시료의 경우 잎이 116.4 U/mg protein 으로 가장 높았으며, 생체 시료에서도 잎이 8.75 U/mg protein으로 줄기와 뿌리, 미성숙과와 비교하여 높은 활성을 나타내었다. 한편 건조시료에서의 APX 활성 능력이 생체시료와 비교할 때 약 12배 정도 높은 활성을 나타내었다 (Fig. 3). CAT는 생체내의 유해한 산소들을 신속히 처리하여 세포를 보호하는 항산화계 효소로 APX와 함께 H₂O₂를 분해 소거하는 대표적인 효소이다. 여주

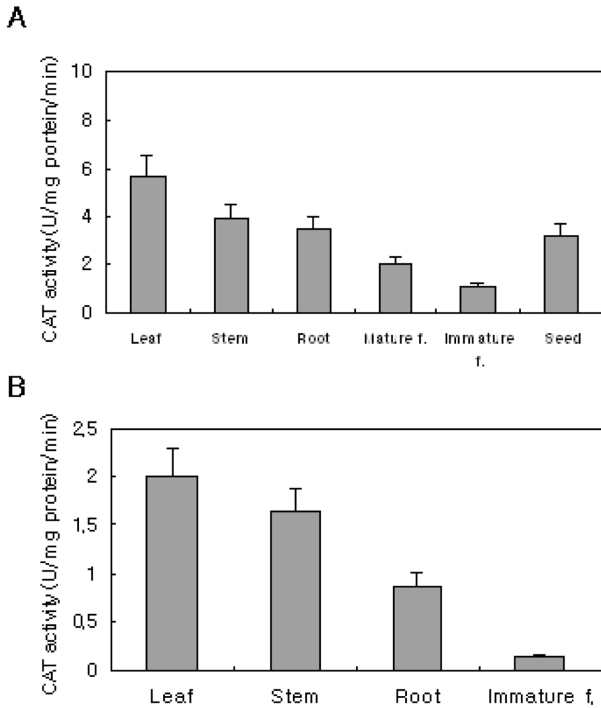


Fig. 4. CAT activity in dry sample (A) and fresh sample (B) in *Momordica charantia* L.

에서 CAT 활성은 잎에서 가장 높게 나타났으며, 건조 시료에서 5.7 U/mg protein인 반면 생체시료에서는 1.2 U/mg protein로 나타났다 (Fig. 4). 이는 APX와 비슷한 양상을 보였으며, 건조시료가 생체시료에 비해 약 5배의 높은 활성을 나타내었다.

여주의 각 부위별 항산화 효과는 열매보다는 잎에서 높은 효소 활성을 관찰할 수 있었으며, 생체조직에서보다는 냉동건조된 조직에서 더 높은 활성을 나타냈다. 여주의 혈당저하 및 항당뇨 기능은 미숙과에 함유된 성분에서 기인한 것이며, 이들 성분은 다당성 난포증후군 및 산통에도 효과적인 것으로 알려져 있다 (Bourinbaiar and Lee-Huang, 1995a; Viridi *et al.*, 2003). Yeh 등 (2005)은 여주 종자의 보관 기간이 길어질수록 CAT와 SOD의 기능이 저하되고 발아력도 떨어짐을 확인한 바 있다. 본 실험결과에서도 관찰되었듯이 부위별로 항산화성에 많은 차이를 나타냈으며, 특히 잎에서는 높은 활성 능력을 나타내었다. 따라서, 여주의 추출물에 따른 높은 항산화 능력은 새로운 천연 항산화물질 개발의 가능성을 제시해준다고 할 수 있다.

적 요

여주의 부위별 항산화 활성 및 비타민 C의 함량을 조사하였다. 각 부위별 비타민 C의 함량을 보면 미성숙과에서

92.2 mg/100 g으로 가장 높게 나타났는데, 이는 줄기에서의 2.5 mg/100 g 보다 40배 이상 높은 함량이다. 여주의 각 부위별 메탄올 추출물을 TBA 방법으로 항산화효과를 측정된 결과 잎 추출물에서 0.05로 가장 높은 항산화 효능을 나타냈으며, 이는 추출물이 ascorbic acid와 BHT보다도 항산화력이 우수함을 알 수 있었다. 또한 각 부위별 건조시료와 생체시료에서의 SOD, APX 그리고 CAT의 활성을 비교한 결과 건조시료인 경우가 생체시료에서보다 활성이 더 높게 나타났다.

이러한 결과들은 여주가 식물유래 천연 항산화제로서의 높은 가치를 지니고 있으며 앞으로 이에 대한 개발 가능성이 매우 높음을 시사해 주고 있다.

사 사

이 논문은 2000년도 조선대학교 학술연구비의 지원을 받아 수행되었음.

LITERATURE CITED

Aebi HE (1983) Catalase: in methodes of enzymatic analyses (Bergmeyer, H.U. ed.). Verlag Chemie. Weinheim. 3:273-282.

Allen RD, Webb RP, Schake SL (1997) Use of transgenic plants to study antioxidants defense. *Free Rad. Biol. Med.* 23:473-479.

Alscher RG, Hess JL (1993) Antioxidants in higher plants. CRC Press, Boca Raton, 1-174.

Asada K (1999) The water-water cycle in chloroplasts: Scavenging of active oxygen and dissipation of excess photons. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 50:601-639.

Beauchamp C, Fridovich J (1971) Superoxide dismutase: Improved assays and an assay applicable to acrylamide gels. *Anal. Biochem.* 44:276-287.

Beloin N, Gbeassor M, Akpagana K, Hudson, J, De Soussa K, Koumaglo K, Arnason JT (2005) Ethnomedicinal uses of *Momordica charantia* (Cucurbitaceae) in Togo and relation to its phytochemistry and biological activity. *Journal of Ethnopharmacology* 96(1-2):49-55.

Bourinbaiar AS, Lee-Huang S (1995a) Acrosin inhibitor, 4'-acetamidophenyl 4-guanidinobenzoate, an experimental vaginal contraceptive with anti-HIV activity. *Contraception* 51(5):319-322.

Bourinbaiar AS, Lee-Huang S (1995b) Potentiation of anti-HIV activity of anti-inflammatory drugs, dexamethasone and indomethacin, by MAP30, the antiviral agent from bitter melon. *Biochemical & Biophysical Research Communications* 208(2): 779-785.

Bowler C, Van Montagu M, Inze D (1992) Superoxide dismutases and stress tolerance. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 43:83-116.

Bradford MM (1976) A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Anal. Biochem.* 72:248-254.

Chon SU, Kim, YM, Han SK, Choi SK (2004) Antioxidative

- effects of several compositae plants. Kor. J. Plant Res. 17(1): 14-19.
- Feri D, Ames BN** (1991) Ascorbic acids as protects plasma lipids against oxidative damage. Nutrition and Cancer 15:250-252.
- Giron LM, Freire V, Alonzo A, Caceres A** (1991) Ethnobotanical survey of the medicinal flora used by the Caribs of Guatemala. Journal of Ethnopharmacology 34(2-3):173-187.
- Grover JK, Yadav SP** (2004) Pharmacological actions and potential uses of *Momordica charantia*: a review. Journal of Ethnopharmacology 93(1):123-132.
- Hamato N, Koshiba T, Pham TN, Tatsumi Y, Nakamura D, Takano R, Hayashi K, Hong YM, Hara S** (1995) Trypsin and elastase inhibitors from bitter gourd (*Momordica charantia* LINN.) seeds: purification, amino acid sequences, and inhibitory activities of four new inhibitors. Journal of Biochemistry 117(2):432-437.
- Heath RL** (1987) The biochemistry of ozone attack on the plasma membrane of plant cells. Adv. Phytochem. 21:29-54.
- Jakeman MJ, Edwards RH, Symonns MC** (1993) Electron spin resonance studies of intact mammalian skeletal muscle. Biochem. Biophys. Acta. 874(2):185-190.
- Ji LL, Fu R, Mitchell EW** (1992) Glutathione and antioxidant enzymes in skeletal muscle: effect of fiber type and exercise intensity. J. Applied Physiology 73(5):1854-1859.
- Kang NJ, Kwon JG, Lee HC, Jeong HB, Kim, HT** (2003) Antioxidant Enzymes as Defense Mechanism against Oxidative Stress Induced by Chilling in *Cucurbita ficifolia* Leaves. J. Kor. Sod. Sci. 44(5):605-610.
- Nakano Y, Asada K** (1981) Hydrogen peroxide os scavenged by ascorbate-specific peroxidase in spinach chloroplast. Pland Cell Physiol. 22:867-880.
- Parkash A, Ng TB, Tso WW** (2002) Purification and characterization of charantin, a napin-like ribosome-inactivating peptide from bitter gourd (*Momordica charantia*) seeds. Journal of Peptide Research 59(5):197-202.
- Park PS** (1989) Investigation of Vitamin C in the Lines of Bitter Gourd(*Momordica Charantia* L.) J. Chinju Nat. Agri. & For. Jr. Coll. 24:235-238.
- Park YJ, Kang M., Kim JI, Park OJ, Lee MS, Jang DJ** (1995) Changes of Vitamin C and Superoxide Dismutase(SOD)-like Activity of Persimmon Leaf Tea by Processing Method and Extraction Condition. Kor. J. Food Sci. Technol. 27(3):281-285.
- Rathi SS, Grover JK, Vats V** (2002) The effect of *Momordica charantia* and *Mucuna pruriens* in experimental diabetes and their effect on key metabolic enzymes involved in carbohydrate metabolism. Phytotherapy Research 16(3):236-243.
- Schmourlo G, Mendonca-Filho RR, Alviano CS, Costa SS** (2005) Screening of antifungal agents using ethanol precipitation and bioautography of medicinal and food plants. Journal of Ethnopharmacology 96(3):563-568.
- Virdi J, Sivakami S, Shahani S, Suthar AC, Banavalikar MM, Biyani MK** (2003) Antihyperglycemic effects of three extracts from *Momordica charantia*. Journal of Ethnopharmacology 88(1):107-111.
- Wheeler GL, Jones MA, Smirnoff N** (1998) The biosynthetic pathway of vitamin C in higher plants. Nature 393(6683):365-369.
- Witte VC, Krause ME, Bailey T** (1970) A new extraction method for determining 2-thiobarbituric acid values of pork and beef during storage. J. Food Sci. 35:582-587
- Zong RJ, Morris L, Cantwell M** (1995) Postharvest physiology and quality of bitter melon (*Momordica charantia* L.). Postharvest Biology and Technology 6(1-2):65-72.