

## Antioxidant Effect of Assai Palm Methanolic Extract

Chul Yung Choi<sup>1</sup>, Isolde Hoerbe Degrandi<sup>2</sup> and Sung-Hwan Cho<sup>†</sup>  
Department of Food Science and Technology, Institute of Agriculture and Life Science,  
Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea  
<sup>1</sup>Jeollanamdo Institute of Natural Resources Research, Jangheung 529-851, Korea  
<sup>2</sup>Duas Rodas Industrial Ltd. Jaragua do Sul, Santa Catarina, 89251-901, Brazil

### Assai 열매 메탄올 추출물의 항산화 효과

최철웅<sup>1</sup> · Isolde H.Degrandi<sup>2</sup> · 조성환<sup>†</sup>  
경상대학교 식품공학과, 농업생명과학연구원, <sup>1</sup>전라남도천연자원연구원,  
<sup>2</sup>Duas Rodas Industrial Ltd.

#### Abstract

The methanolic product of assai(*Euterpe oleracea* Mart) scavenged the intracellular reactive oxygen species (ROS) and 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) radical, and prevented lipid peroxidation. The radical-scavenging activity of assai palm methanolic extract protected the viability of peritoneal macrophage cells exposed to hydrogen peroxide(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>). Furthermore, the extract reduced the apoptotic-cell formation induced by H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, as demonstrated by the decrease in the number of hypodiploid cells and in the apoptotic-cell body formation. These results indicate that assai palm methanolic extract has radical-scavenging activity and ameliorates H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-induced cytotoxicity.

Key words : assai palm, antioxidant, ROS, DPPH, radical scavenging activity

#### 서 론

인체는 생명 유지에 필요한 에너지를 얻는 호흡과정을 통해 끊임없이 산소를 필요로 하며 호흡과정에서 흡입한 산소 중 일부(약 2~3%)는 활성 산소라는 유독한 물질로 전환되어 세포에 손상을 일으키는 것으로 알려져 있다(1). 이러한 활성산소종(reactive oxygen species, ROS)은 체내 효소계, 환원대사, 물리적 또는 환경적 요인 등에 의해 끊임없이 생성되고 있는 일중항산소 (<sup>1</sup>O<sub>2</sub>)나 superoxide (O<sub>2</sub><sup>-</sup>), hydroxyl radical (OH)과 같은 짝짓지 않은 상태의 free radical과 과산화수소(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) 등으로 이들은 분자 구조적으로 매우 불안정하기 때문에 고분자의 세포성분들을 공격하여 산화적 손상을 유발시킨다(2). 산화적 스트레스에 의한 ROS의 생성은 간염유화(3), 당뇨병(4) 등의 여러 가지 질환의 원인이 될 수 있으며, 특히 free radical (NO, OH, O<sub>2</sub><sup>-</sup>)은 분자상 산소가 활성산소로 변하여 다른 분자들과

반응하면서 생성되어 노화, 염증, 발암, 동맥경화(5)와 직접 관련이 있는 것으로 알려져 있다. 불포화 지방산이 풍부한 세포막은 생성된 free radical에 의해서 지질과산화의 표적이 되어 세포 소기관들이 정상적인 구조 및 기능을 잃게 되며, 국소적인 손상은 물론 malonaldehyde와 같은 지질과산화 분해산물이 생성된 부위에서 멀리 떨어진 부위로 이동하여 세포손상을 일으키게 된다(6). 최근 성인병 질환과 노화의 원인이 활성산소종에 기인된 것이라는 학설이 인정됨에 따라, 산소로부터 유래된 활성산소종을 조절하거나 제거할 수 있는 물질로 알려진 항산화제들의 개발 연구가 활발히 진행되고 있으며 결과적으로 많은 새로운 항산화제들이 보고되어져 있다(7,8). 그러나 BHA와 BHT 등의 합성 항산화제는 산화력이 뛰어나 상업용 식품 및 의약품 등에 가장 많이 이용되고 있는 폐놀계 항산화제이나 이들은 변이 원성 및 독성의 유해성이 지적되고 있어(9), 그 사용이 점차 감소하고 있는 추세이다. 이러한 상황에서 대체 가능한 천연항산화제의 수요가 크게 증가하고 있으며, 그 연구들의 일환으로 새로운 식품소재로서 연구가 진행되고 있는 것이 assai (*Euterpe oleracea* Mart) 열매이다. Assai는 브라질이

<sup>†</sup>Corresponding author. E-mail : [sunghcho@gnu.ac.kr](mailto:sunghcho@gnu.ac.kr)  
Phone : 82-55-772-1901, Fax : 82-55-772-1909

원산지이고 아마존지역에서 재배되며, 관상용으로 쓰이며 가지가 많고 높이가 25 cm에 이른다. Assai열매는 가지에서 3~8개 열리며, 7~12월에 수확한다. 현재 assai열매는 와인, 과일쥬스, 요쿠르트, 아이스크림, 당과류, 술 등의 넓은 영역에서 기능성 식품소재로 활용되고 있다. Assai열매에는 olive oil과 같이 oleic acid,  $\beta$ -sitosterol, tocopherol, tocotrienol 및 proanthocyanidin 함량이 높은 것으로 보고되었다(10-12). 아울러, assai열매에는 polyphenol 화합물이 풍부하게 함유되어 있어, 뚜렷한 활성산소소거능에 의한 산화억제제의 기능을 확인할 수 있었다(13,14). 따라서, 본 연구에서는 assai열매추출물의 항산화성 효능분석을 통하여, 천연 항산화 식품소재로서 assai열매추출물을 활용하여 건강기능성 식품개발을 위한 기초 자료를 획득하였기에 이에 보고하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 실험재료

Assai (*Euterpe oleracea* Mart) 열매는 2009년 12월, 브라질 Santa Catarina주 Jaragua do Sul시에 위치하고 있는 Duas Rodas 회사 농장에서 채취한 것을 공급받아 실험재료로 사용하였다. Assai 열매추출물은 다음과 같은 방법에 의하여 조제하였다. 즉, 상온에서 풍건한 assai열매를 60-80 mesh로 마쇄한 것을 3배량의 methanol로 3일간 추출한 후, 30°C에서 회전식 진공농축기(Buchi Rotavapor R-210/215, Germany)로 용매를 제거하여 얻어진 분말을 본 실험의 assai열매추출물 시료로 사용하였다.

### 일반성분

Assai열매추출물의 일반성분은 AOAC법(15)에 의해 분석하였다. 즉, 수분함량은 상압가열건조법으로 105°C에서 상압 건조시켜 그 감소된 양을 수분함량으로 측정하였다. 조회분은 550°C 회화법으로 시료 2 g을 정확히 취하여 가열(550°C), 방냉, 칭량을 반복하여 함량을 구한 후 남아 있는 재의 중량을 계산하여 조회분의 함량을 구하였다. 조단백질은 마이크로켈달법으로 측정하였으며, 질소계수 6.25를 사용하여 환산하였다. 조지방은 속시렛법으로 추출하였다. 가용성무질소물(Nitrogen Free Extracts, NFE)은 100에서 수분, 조회분, 조지방, 조단백질을 감하여 계산하였다. 각 실험은 3회 반복하여 얻은 평균값을 사용하였다.

### DPPH radical 소거작용 측정

시료 10  $\mu$ L에 10 mM DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) 용액 30  $\mu$ L를 가하여 10초간 진탕후 30분간 정지시킨 후 증류수와 toluene을 각각 1 mL씩 첨가후 진탕시켜 10~30분간 방치하고 517 nm에서 시료를 가하지 않은 대조군에

대한 흡광도 감소를 수소공여능 활성으로 나타내었다(16,17).

### 지질과산화 함량 측정

흰쥐의 뇌 100 mg을 적출 후 10 mL의 Tris-HCl buffer에 넣은 후 homogenization 시켰다. 이 수용액을 12,000 rpm에서 20분간 centrifuge 시킨 후, 상등액 300  $\mu$ L을 취하였다. 그 상등액에 FeSO<sub>4</sub>와 ascorbic acid를 각각 10  $\mu$ M, 0.1 mM을 넣은 다음 시료를 농도별로 넣은 후 37°C water bath에서 1 시간 동안 반응시켰다. 반응 후 동량의 TCA를 처리하여 반응을 멈추고, 이물질을 침전시킨 후 2-thiobarbituric acid (TBA)를 500  $\mu$ L 넣어 과산화물의 분해생성물인 malondialdehyde와 TBA가 반응하도록 100°C에서 20분간 가열 반응시켜 TBA 반응산물(TBA reactive substance)을 532 nm에서 흡광도를 측정하였다(18).

### 세포배양

마우스를 경추 탈골시킨 후, HBSS (Hanks balanced salt solution)를 복강주사하여 대식세포를 뽑아낸 다음 56°C에서 30분간 열처리한 fetal bovine serum (FBS)을 10% 첨가한 RPMI (Roswell Park Memorial Institute) 1640배지에 100 units/mL의 penicillin/streptomycin을 넣어 대식세포를 분리 사용하였으며, 37°C, 5% CO<sub>2</sub> incubator에서 배양하였다.

### 활성산소종(Reactive Oxygen Species: ROS) 측정

반응성 유해산소종의 양은 형광인지물질인 2',7'-dichlorofluorescein diacetate (DCFH-DA)를 well당 25 $\mu$ M로 처리하여 15분간 배양한 후, assai열매추출물과 세포내 생성된 산소 라디칼(ROS)에 의해 산화되어 deacetylatin 되면서 생성되는 DCF가 형광을 내는 물질로 전환되는 반응 즉, 지용성의 DCFH-DA가 esterase 또는 산화적 가수분해를 받아 비형광성인 DCFH로 탈아세틸화되며, DCFH는 활성산소에 의해 산화되어 강한 형광을 나타내는 2',7'-dichlorofluorescein (DCF)로 되는 것을 이용하여, 여기 파장 482 nm, 방출 파장 530 nm에서 형광도를 측정하였다(19).

### Lactate dehydrogenase (LDH) 효소 활성 측정

동물 세포에 200 uM의 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>를 assai 시료와 vitamin E를 처리한 시료에 동시 처리한 후 24 시간동안 세포를 배양하고, 배양된 세포의 배지를 이용하여 LDH의 활성을 측정하였다(20). LDH 효소의 활성 측정에는 아산제약에서 제공하는 LDH 효소활성 측정 kit를 사용하였다.

### MTT Assay를 이용한 세포독성 측정

실험에 이용되는 세포를 배양한 후 MTT labeling mixture를 각 well당 10  $\mu$ L씩(최종 농도 0.5 mg/mL) 4시간 처리한후 550 nm 파장에서 흡광도를 이용하여 assai열매추출물 자체

의 독성을 조사하였다(21).

결과 및 고찰

Assai 열매추출물의 일반성분 분석

Assai 열매추출물에 대한 일반성분을 분석한 결과는 Table 1과 같다. 즉, Table 1에서 보는 바와 같이, 수분함량은 5.84±0.21%, 조단백질 함량이 0.89±0.01%이고, 조지방 함량은 0.28±0.03%이고, 조회분함량은 1.34±0.24%, 조섬유 소함량은 0.43±0.135%이고 무질소물 함량은 92%의 결과를 보였으며, 이 결과는 기존 분석결과(10,11)와 유사한 것으로 나타났다.

Table 1. Proximate composition of assai palm methanolic extract in powder

(% w/w)					
Moisture	Crude protein	Crude fat	Crude ash	Crude fiber	NFE <sup>1)</sup>
5.84±0.21 <sup>2)</sup>	0.89±0.01	0.28±0.03	1.34±0.24	0.43±0.135	92

<sup>1)</sup>Nitrogen free extracts  
<sup>2)</sup>Mean ± SD

Assai 열매추출물의 DPPH 소거활성

Assai 열매추출물의 항산화효과를 알아보기 위해 DPPH를 이용한 자유 라디칼 소거능 실험을 수행하였다. Fig. 1에 나타난 것처럼 10 µg/mL에서는 1.8%, 50 µg/mL에서는 1.4%, 100 µg/mL에서는 1.2%, 200 µg/mL에서는 0.8%로 assai 열매추출물의 처리농도가 증가할수록 실험시약 DPPH의 탈색도가 심화되어 항산화도가 증가함을 알 수 있었다. 이러한 결과는 assai 열매추출물을 섭취시킨 실험쥐

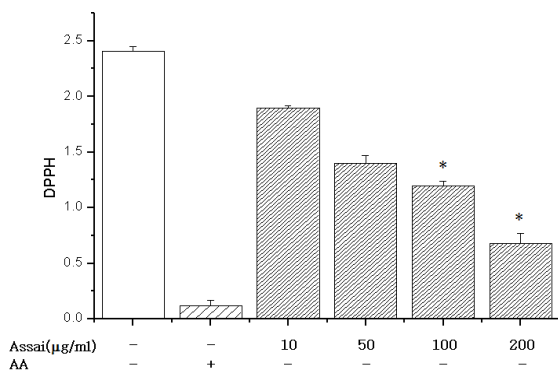


Fig. 1. Effect of assai methanolic extract on the radical scavenging activity by DPPH.

Assai fruits extract was mixed with DPPH (10 mM, 30 µL) in methanol (3 mL). The reaction mixtures were then colored by the addition of toluene, and read at 517 nm against a blank without antocyanin. The degree of DPPH bleaching is expressed as a percentage in relation to the absorbance of the control. Each value represents the mean of three independent experiments, performed in triplicate (AA : Ascorbic acid). \*p < 0.05, significantly different from the control.

의 산화적 stress 조절이나 혈청내 지질의 항산화성에서도 일치하는 것으로 확인되었다(22).

Assai 추출물의 지질과산화 억제능

쥐의 뇌를 이용한 항산화 효과를 지질과산화 방법을 통해 측정된 결과 FeCl<sub>2</sub> 등에 유발되어진 지질의 과산화 정도가 assai 추출물을 10, 50, 100 및 200 µg/mL로 처리하였을 때 assai의 농도에 따라 1.8%, 1.5%, 1.2%, 1.1%의 지질과산화력이 크게 감소함을 보였다(Fig. 2). 이러한 결과로 assai 열매추출물의 항산화효과를 다시 한번 확인 할 수 있었다.

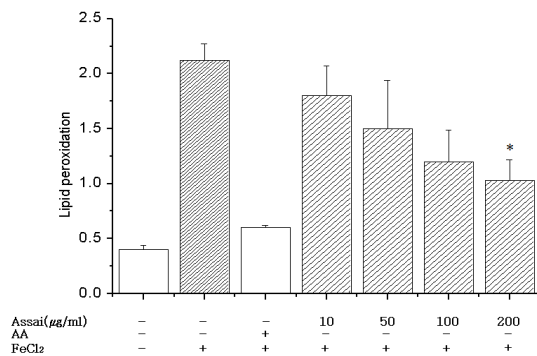
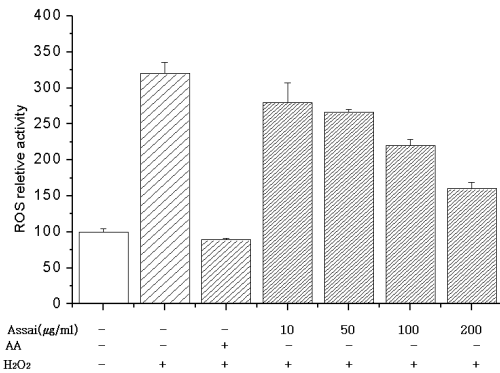


Fig. 2. Effect of assai methanolic extract on the inhibition of lipid oxidation in the brain extra.

Assai fruits extract(10, 50, 100, 200 ug/mL) was mixed with brain extra(100 mg) in PBS 1ml with FeCl<sub>2</sub>. Each value represents the mean of three independent experiments, performed in triplicate (AA : Ascorbic acid). \*p < 0.05, significantly

Assai 추출액의 활성산소 소거활성

살아있는 세포에서의 항산화능을 측정하기 위하여 DCFH-DA를 이용한 ROS를 측정하였다. O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 를 포함하는 ROS는 생체내에서 지속적으로 생성되지만 적절하게 제어되지 않으면 축적되어서 단백질, 지질, 핵산 등에 손상을 야기하고(23,24), 또한 노화과정에 중요한 역할을 한다. 이들 활성 산소에 의한 지질과산화 결과 생성되는 지질과산화물을 비롯하여 여러 체내 과산화물도 세포에 대한 산화적 파괴로 인한 각종 기능장애를 야기하며(25), 활성산소종이 정상적으로 소거되지 않았을 때 잔존하는 자유 라디칼에 의해 산화적 스트레스를 받게 됨으로써 다른 질병의 원인이 되기도 하고, 식품에서도 부패와 독성물질 생성 등으로 유해한 작용을 하는 것으로 알려져 있다(26). 실험결과, Fig. 3에서 보는 바와 같이, assai 열매추출물의 첨가 농도가 증가할수록 ROS활성이 낮아지는 경향을 보이고 있어, Chin 등의 연구결과(27)와 일치하며, assai 열매추출물 자체가 항산화 효과를 나타내어 활성에 영향을 미치는 것으로 간주되며, 이러한 결과로 미루어, assai 열매추출물은 노화방지 및 피부 노화 방지 화장품소재로서의 기능성도 보여진다고 사료된다.

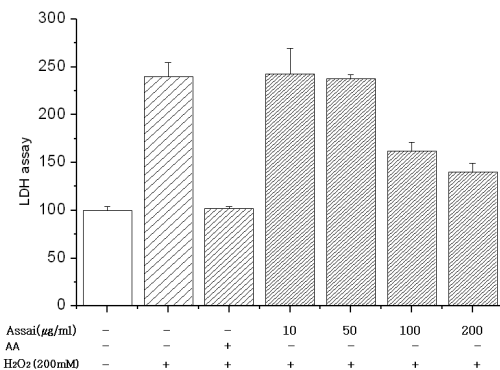


**Fig. 3. Effect of assai methanolic extract on the intracellular ROS formation induced by H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.**

The cultured Macrophages were treated with 25 M of dichlorodihydrofluorescein diacetate for 20 min and the medium was replaced by fresh medium containing H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (300 uM) and antocyanine (10, 50, 100, 200 µg/mL). After 10 min of treatment, the intracellular reactive oxygen species were measured by monitoring the fluorescence increases for 30 min. Each value represents the mean of three independent experiments, performed in triplicate (AA : Ascorbic acid). \*p < 0.05, significantly different from the t-BHP-treated cells.

**LDH 효소 활성 측정**

대식세포의 일차배양을 통한 산화적 자극에 의한 세포 보호를 측정하기 위하여 세포 배양 여액에 세포 손상에 의해 분비되는 LDH의 효소 활성을 측정하였다. 24시간 동안 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>와 동시 처리한 세포의 배양액에 분비된 LDH의 효소의 활성을 측정한 결과, 분비되는 효소의 활성이 assai 추출물의 처리량에 농도 의존적으로 감소하는 것을 확인할 수 있었으며, 특히, assai추출물의 농도가 100 µg/mL이상이었을 때 감소하는 비율이 뚜렷하였다. 이러한 결과로 assai 추출물이 항산화 효과를 보이며, ROS의 결과에서 보는 바와 같이 세포에서 항산화 효과를 보여 세포 막의 손상을 방지하고, LDH 효소가 유리되는 것을 억제하는 것으로 확인되었다.

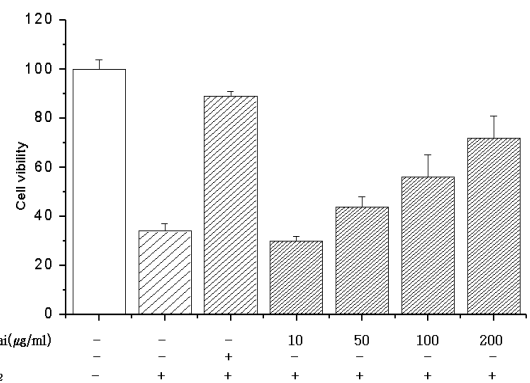


**Fig. 4. Effect of assai extract on H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-mediated cytotoxicity in peritoneal macrophages.**

The cells (1x 10<sup>5</sup> cells/ mL) were treated with various concentration of assai extract and the cell were tested for viability by assay 24 h after the treatment of assai extract (AA : Ascorbic acid). The value represented the mean±S.E.M. from four independent experiments.

**Assai의 세포독성**

대식세포의 일차배양을 통해 산화적 자극물질인 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>를 이용한 세포독성에 실험을 수행하였다. 산화적 자극에 의해 유발된 세포독성에 대한 assai의 보호효과를 확인한 결과 DPPH와 ROS측정에 의해 유의한 효과를 나타내는 농도에서 산화적 자극에 의해 유발된 세포독성이 농도 의존적으로 감소하는 것을 확인할 수 있었으며, ascorbic acid는 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>에 의해 야기되는 세포독성을 억제해 주는 효과가 10%로 우수하게 나타났고, assai추출액 역시 첨가농도가 커질수록 억제효과가 증가하였으며, 200 µg/mL의 고농도에서 27%의 세포손상방지효과가 크게 나타남을 확인할 수 있었다.



**Fig. 5. Effect of assai extract on H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-mediated cytotoxicity in peritoneal macrophages.**

The cells (1x10<sup>5</sup> cells/mL) were treated with various concentrations of antocyanine and the cells were tested for viability by MIT assay 24h after the treatment of Bamboos sap(AA : Ascorbic acid). The value represented the mean±SEM from four independent experiments.

이상의 결과로부터 assai추출물이 안전하고 독성이 전혀 없는 천연항산화제로서 이용 가능성이 높다는 것을 알 수 있었다. 결론적으로 본 실험결과를 토대로, assai추출물이 DPPH, radical scavenging activity, 세포독성, ROS생성 및 지질과산화 생성억제를 유도할 수 있는 소재로 확인될 수 있어, 자원확보 차원에서 assai 열매수확 및 공급이 가능해 진다면 assai열매추출물은 뚜렷한 항산화성이 요구되는 천연식품소재 및 화장품소재 등에 폭넓게 적용될 수 있다고 사료된다.

**요 약**

Assai 열매추출물의 자유 라디칼 소거능을 측정하기 위하여 DPPH를 이용한 자유 라디칼 소거능 실험을 수행하여 항산화 효과를 측정한 결과, assai열매추출물의 농도가 높을수록 DPPH활성이 뛰어난 것을 알 수 있었고, ROS를 이용하여 항산화 효과를 확인하였다. 배양된 대식세포에 assai열매추출물을 농도별로 첨가한 결과, 농도가 높을수록 과산화수소에 의해 유도된 산화적 자극이 감소하였다. 또한 세

포 생존에 미치는 영향을 알고자 assai 열매추출물을 농도별로 첨가하여 24시간후 세포의 형태변화를 MTT assay로 실시한 결과, 산화적 자극에 의해 발생한 세포 손상이 assai 열매추출물의 농도가 높아질수록 감소하는 것이 확인되었다. 따라서 assai 열매추출물은 천연 항산화제로서의 가능성을 보였다.

### 참고문헌

1. Lee SO, Kim MJ, Kim DK, Choi HJ (2005) Antioxidative activities of temperature-stepwise water extracts from *Inonotus obliquus*. Korean J Soc Food Sci Nutr, 34, 139-147
2. Papa S, Skulachev VP (1997) Reactive oxygen species, mitochondria, apoptosis and aging. Mol Cell Biochem, 174, 305-319
3. Szuster-Ciesielska A, Daniluk J, Kandefr-Szerszen M (2001) Alcohol-related cirrosis with pancreatitis. The role of oxidative stress in the progression of the disease. Arch Immunol Ther Exp, 49, 19-22
4. Srnely M, Princem P, Men VP (2001) Antioxidant action of *Tinospora cordifolia* root extract in alloxan diabetic rats. Phytither Res, 15, 213-217
5. Young IS, McEneny J (2001) Lipoprotein oxidation and atherosclerosis. Biochem Soc Trans, 29, 358-361
6. Radi RM, Beckman JS, Bush KM, Freeman BA (1991) Peroxynitrite-induced membrane lipid peroxidation; The cytotoxic potential of superoxide and nitric oxide. Arch Biochem Biophys, 288, 481-485
7. Corl MM (1974) Antioxidant activity of tocopherol and ascorbylpalmitate and their mode of action. JAOCS, 51, 321-325
8. Coleman MD, Fernandes S, Khanderia LA (2003) A preliminary evaluation of a novel method to monitor a triple antioxidant combination(vitamin E, C and  $\alpha$ -lipoic acid) in diabetic volunteers using in vitro methaemoglobin formation. Environ Toxicol Pharmacol, 14, 69-75
9. Ito N, Hagiwara A, Shibata M, Ogiso T (1983) Carcinogenicity of butylated hydroxyanisole on F344 rats. J Natl Cancer Inst, 70, 343-352
10. Lichtenthäler R, Rodrigues RB, Papagiannopoulos M, Fabricius H, Maia JGS, Marx F (2005) Total oxidant scavenging capacities of *Euterpe oleracea* Mart. (assai seeds) and their polyphenolic compounds. Int J Food Sci Nutr 56, 53-59
11. Del Pozo-Insfran, D, Brenes CH, Talcott ST (2004) Phytochemical composition and pigment stability of assai(*Euterpe oleracea* Mart.). J Agric Food Chem, 52, 1539-1545
12. Sabbe S, Verbeke W, Deliza R, Matta V, Van Damme P (2009) Effect of a health claim and personal characteristics on consumer acceptance of fruit juices with different concentrations of assai(*Euterpe oleracea* Mart.). Appetite, 53, 84-92
13. Del Pozo-Insfran D, Percival SS, Talcott ST (2006) Assai(*Euterpe oleracea* Mart.) polyphenolics in their glycoside and aglycon forms induce apoptosis of HL-60 leukemia cells. J Agric Food Chem, 54, 1222-1229
14. Rodrigues RB, Lichtenthäler R, Zimmermann BF, Papagiannopoulos M, Fabricius H, Marx F, Maia JG, Almeida O (2006) Total oxidant scavenging capacity of *Euterpe oleracea* Mart.(assai) seeds and identification of their polyphenolic compounds. J Agric Food Chem, 54, 4162-4167
15. AOAC (2000) The scientific association dedicated to analytical excellence. Washinton, USA p17-24
16. Blois MS (1958) Antioxidant determination by the use of stable free radical. Nature, 26, 1199-1200
17. Choi JH, Oh SK (1985) Studies on the anti-aging of Korean Ginseng. Korean J Food Sci Technol, 17, 506-515
18. Ohkawa H, Ohishi N, and Yagi K (1979) Assay for lipid peroxides in animal tissues by thiobarbituric acid reaction. Anal. Biochem. 95, 351.
19. Wang H, Joseph JA (1999) Quantifying cellular oxidative stress by dichlorofluorescein assay using microplate reader. Free Radic Med, 27, 612-616
20. Lowry OH, Rosenbrough NJ, Farr AL, Randall RJ (1951) Protein measurement with the Folin phenol reagent, J Biol Chem, 193, 265-275
21. Heo HJ, Cho HY, Hong BS, Kim HK, Kim EK, KimBK, Shin, DH (2001) Protective effect of 4',5-dihydroxy-3',6,7-trimethoxyflavone from *Artemisia asiatica* against  $A\beta$ -induced oxidative stress in PC12 cells. Amyloid, 8, 194-201
22. De Souza MO, Silva M, Silva ME, Oliveira RP, Pedrosa ML (2010) Diet supplementation with assai(*Euterpe oleracea* Mart.) improves biomarkers of oxidative stress and the serum lipid profile in rats. Nutrition, 26, 804-810
23. Ames BN, Shigenoga MK, Hagen TM (1993) Oxidants, antioxidants, and the degenerative diseases of aging. Proc Natl Acad Sci USA, 90, 7915-7922
24. Harman D (1956) Aging: a theory based on free radical and radiation chemistry. J Gerontol, 2, 298-300

25. Miquel J, Quintanilha AT, Weber H (1989) In Handbook of free radicals and antioxidants in biomedicine. CRS Press, p 223
26. Harman D (1982) In free radicals in Biology V. Academic Press, New York, USA p 255-275
27. Chin YW, Chai HB, Keller WJ, Kinghorn AD (2008) Lignans and other constituents of the fruits of *Euterpe oleracea*(Assai) with antioxidant and cytoprotective activities. J Agric Food Chem, 56, 7759-7764

---

(접수 2011년 6월 20일 수정 2011년 11월 1일 채택 2011년 11월 11일)