

생육 시기에 따른 피자두(*Prunus salicina* Lindl. cv. *Soldam*)의 항산화 효과

유미희¹ · 이승욱¹ · 임효권¹ · 김현정 · 이인선[†]

계명대학교 전통 미생물자원 개발 및 산업화 연구센터, ¹계명대학교 식품가공학과

Antioxidant Activities of *Prunus salicina* Lindl. cv. *Soldam* (Plum) at Different Growth Stages

Mi-Hee Yu¹, Syngook Lee¹, Hyo Gwon Im¹, Hyun Jeong Kim and In-Seon Lee[†]

The Center for Traditional Microorganism Resources, Keimyung University, Daegu 704-701, Korea

¹Department of Food Science and Technology, School of Natural Science, Keimyung University, Daegu 704-701, Korea

Abstract

This study was performed to evaluate the antioxidant effect of *Prunus salicina* Lindl. cv. *Soldam* at different growth stages (sample 1-8). Previous studies shows that this fruits possess hematopoiesis effect, osteoporosis prevention, and antimutagenic effects. *Prunus salicina* Lindl. cv. *soldam* was picked in every 5 days from the 40th day before harvesting date for marketing in Gimcheon, Gyeongbuk. The fruits at different growth stages (sample 1-8) were extracted with 60% acetone and chlorophyll in the extracts was removed. In proximate compositions, the contents of moisture of sample 1, 5, 8 were 88.52, 87.01, 83.56% ; crude ash were 7.12, 3.35, 3.57% ; crude protein were 7.52, 5.55, 3.85% ; crude fat contents were 3.20, 0.99, 5.15%, respectively. The contents of total polyphenols and condensed tannin in the acetone extracts from sample 1, 5, 8 were 10.67, 4.05, 2.57%, and 8.36, 3.11, 1.88%, respectively. The antioxidative effect of acetone extracts from immature fruits showed strong scavenging effect on DPPH free radicals. The RC₅₀ values of the extracts from sample 1, 2 were 2.23, 9.70 μg/mL, respectively while those of butylated hydroxyanisole (BHA) was 5.25 μg/mL. The extracts from immature fruits showed over 85% inhibition on peroxidation of linoleic acid at 100 μg/mL as determined by both the ferric thiocyanate (FTC) and the thiobarbituric acid (TBA) method.

Key words : *Prunus salicina* Lindl. cv. *soldam*, immature fruit, antioxidant effect

서 론

인간을 비롯한 모든 생물체들은 공기 중의 산소를 이용하여 생명 유지에 필요한 에너지를 발생하는 과정에서 활성산소(O², H₂O₂, -OH)들의 상해에 대한 근본적인 자기 방어 기구를 가지고 있다. 그러나 생체방어기구에 이상이 초래되거나 각종 물리·화학적 요인들에 의해 활성산소의 생성이 증가되면 생체 내 산화적 손상을 받게되며, 조직의 방어 기구에서 해리 되지 못한 활성산소는 광범위한 생체 현상에 관여하여 직접 또는 간접적으로 생체에 장애를 일으키는 것으로 알려져 있다(1).

활성산소는 산화효소, 식세포 및 금속이온(철, 동 등)에 의

한 자동산화 반응과 catecholamine의 산화 반응 등 내인적 생성 요인과 햇빛, 담배, 매연, 약물, 방사선 등 외인적 요인에 의해 생성되어 단백질, DNA, 효소 및 T-cell과 같은 면역계를 손상, 각종 질환을 야기시킨다. 특히 생체막의 구성 성분인 불포화지방산을 공격하여 생성되는 과산화 지질의 축적은 생체 기능의 저하나 노화 및 성인병을 유발하는 것으로 알려져 있다(2,3). 따라서 활성 산소를 방어하는 항산화 물질이 이러한 질병 치료의 가능성 때문에 주목받고 있으며, 그 중 천연물에서 추출한 자연 항산화제에 관한 연구가 활발하다. 식물체도 자외선에 의한 산화나 자동산화로부터 자신을 보호하기 위하여 polyphenol류의 항산화 물질을 세포 내에 함유하고 있다. 특히 각종 과채류에 다량으로 존재하는 천연물질 flavonoid류와 산성 페놀화합물 등이 항산화성, 항알러지성, 항암성 등 다양한 생리활성 기능을 갖고 있는 것으로 밝혀져 이에 대한 검색이 활발히 진행되고 있다

[†]Corresponding author. E-mail : insoon@kmu.ac.kr, Phone : 82-53-580-6440, Fax : 82-53-580-6447

(4-7).

한편 자두는 신라 시대 때부터 재배되어 오고 있는 오래된 과실로 장미과 뽕나무속 자두아속에 속하며, 원산지에 따라 동양계 자두(*Prunus salicina*), 유럽계 자두(*Prunus domestica*) 및 북미 원산의 미국 자두(*Prunus americana*)로 나눌 수 있다. 자두는 품종과 재배환경에 따라 구성에 다소 차이가 있지만 수분 85%, 당질 12.6%, 섬유 1.1% 그리고 칼슘 8, 인 11, 철 1.3, 비타민 C 5, 비타민 B₁ 0.02 그리고 비타민 B₂ 0.03 mg를 함유하고 있다. 또한 자두는 사과산, 구연산 등의 유기산과 과당, 유리 아미노산 및 카로티노이드 등의 유용 성분도 비교적 많이 함유하고 있다(8,9). 자두는 예로부터 간장 치료제로 이용되었고, 얼굴의 기미를 제거하고, 골절이 쑨는 것과 오랜 열을 다스리는 것으로 알려졌으며, 민간에서는 젖이 붓거나 유선염에 걸렸을 경우 자두를 눌러 붙이기도 했으며, 최근에는 자두가 골다공증 예방, 여성호르몬 형성, 주름살 예방, 피부 보호, 빈혈 예방, 식욕 증진, 스트레스 해소 및 피로 회복에 효과가 있는 것으로 보고되고 있다(10). 특히 전국 생산량의 27%를 차지하는 김천 자두는 소화기능 촉진과 스트레스 해소 및 피로 회복에 탁월한 효과가 있는 것으로 보고되고 있다. 그러나 피자두를 포함한 자두류에 관한 연구는 아직도 미비한 실정이며, 특히 미숙과에 관한 연구는 거의 이루어지지 않고 있다. 따라서 본 연구에서는 김천에서 생산되는 피자두를 생육시기별로 채취하여 미숙과에서부터 완숙과에 이르는 8종의 피자두를 이용하여 성분 분석 및 항산화 효과를 살펴 보았다.

재료 및 방법

시료 준비

본 실험에 사용한 피자두는 경북 김천 지역의 자두 농장에서 2002년 6월 26일 처음 미숙과를 채취하기 시작하여 완숙과에 이르기까지 5일 간격으로 채취한 8 종이었다(Table 1). 피자두 시료는 먼저 깨끗이 수세한 후 500 g을 60%

Table 1. Harvest date of *Prunus salicina* Lindl. cv. Soldam (2002)

	Sample No.							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Harvest date	6/26	7/01	7/06	7/11	7/16	7/21	7/26	7/31

acetone에 침지하여 상온에서 24시간 방치한 후 여과지(Whatman No. 1, England)로 여과하여 상등액을 취하였다. 침전물은 다시 위와 같은 조작을 3회 반복하여 상등액 만들

취하였고 이들 모두를 감압 농축기로 농축하여 아세톤을 증발시킨 후 수용성 성분만을 회수하기 위하여 증류수로 용해하고 여과지로 클로로필을 여과한 다음, 수용액을 동결건조하여 -20℃에 보관하면서 시료로 사용하였다.

피자두의 생육 시기별에 따른 크기와 무게의 변화를 조사한 결과 Fig. 1과 같이, 최종 수확 전 35일째부터 처음으로 채취한 피자두의 무게는 19 g에서, 5일 간격으로 채취하여 최종 수확후의 무게는 60 g으로 생육이 진행될수록 점점 비대해졌으며, 또한 직경 및 크기도 피자두의 생육이 진행될수록 점점 증가하였다. 피자두 완숙과는 일반적으로 7월 하순·8월 초순에 수확하며 중량이 50-60 g으로 알려져 있다(9). 본 실험에서는 최종 수확 35일 전까지의 피자두를 피자두 1로 명명하였으며 5일 간격으로 피자두 2, 피자두 3 등으로 명명하여 최종 수확일에 수확한 피자두를 피자두 8로 명명하였다.

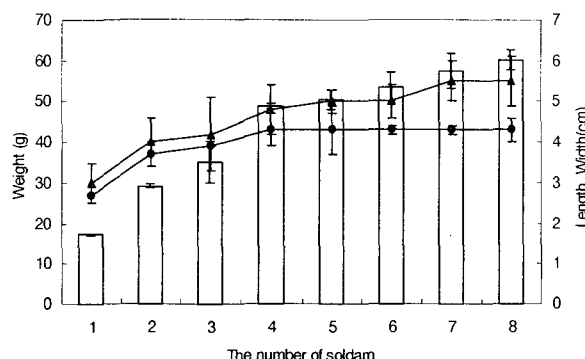


Fig. 1. Characteristics of *Prunus salicina* Lindl. cv. Soldam at different growth stages

□: Weight (g) ▲: Length (cm) ●: Width (cm)

Harvest date of soldam according to different growth stages: Soldam 1; 2002. 6. 26., 2; 2002. 7. 1., 3; 2002. 7. 6., 4; 2002. 7. 11., 5; 2002. 7. 16., 6; 2002. 7. 21., 7; 2002. 7. 26., 8; 2002. 7. 31.

성분 분석

1) 일반성분

피자두 과육의 수분 및 피자두 아세톤 추출물의 수분, 회분, 조단백질, 조지방 함량은 각각 식품공전의 제7.1.1), 제7.1.2), 제7.1.3), 제7.1.4)(11)에 따라 정량하였다.

수분은 상압건조법, 회분은 회화법, 조지방은 Soxhlet 추출법, 조단백질은 단백질 자동분석기(Buchi 339, Buchi k-435, Switzerland)를 사용하여 질소함량을 측정하였으며 이때 질소계수 6.25를 사용하여 조단백질 함량을 구하였다.

2) 총 페놀성 화합물

총페놀성 화합물은 Purussian blue법(12)에 준하여 측정하

였다. 동결건조된 시료 추출물을 70% 에탄올로 일정농도가 되게 희석하여 실험용액으로 하였다. 희석액 1 mL에 0.1 N 염산에 녹인 0.1 M FeCl₃ 용액 3 mL와 0.008 M K₃[Fe(CN)₆] 용액 3 mL를 첨가하여 정확히 10분 동안 반응시킨 후 730 nm에서 흡광도를 측정하였다. Tannic acid를 표준 물질로 사용하여 동일한 방법으로 처리하여 얻은 표준 곡선으로부터 측정된 흡광도에 해당되는 양을 구하여 총페놀성 화합물 함량으로 하였다.

3) 축합형 탄닌 함량

축합형 탄닌 함량은 시료 추출물을 70% 에탄올로 일정농도가 되게 희석하여 Julkunen-Tiitto 등의 방법(13)으로 측정하였다. 차광한 실험관에 실험용액 0.1 mL와 4% Vanillin methanol 시액 3 mL를 넣고 흔들어 섞은 후 다시 HCl 1.5 mL를 넣고 잘 혼합하여 실온에서 20분간 방치 후 500 nm에서 흡광도를 측정하였다. 측정된 흡광도는 catechin을 사용하여 동일한 방법으로 처리한 표준 곡선으로부터 시료의 축합형 탄닌 함량으로 환산하였다.

항산화 효과

1) DPPH의 소거활성

각 시료의 DPPH 라디칼에 대한 소거활성은 Blois의 방법(14)에 따라 측정하였다. 각 추출물을 99% 메탄올에 녹인 후, 800 μ L를 취하여 메탄올에 녹인 0.15 mM의 DPPH용액 200 μ L와 혼합하여 37°C에서 30분간 반응시킨 후에 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 각 시료 추출물의 유리 라디칼 소거활성은 시료를 첨가하지 않은 대조구의 흡광도를 1/2로 환원시키는데 필요한 시료의 농도인 RC₅₀값으로 나타내었다.

2) Linoleic acid에 대한 항산화효과

Linoleic acid 기질용액 4 mL를 물에 녹인 각 시료용액 4 mL와 tube에 넣고 혼합한 후 50 mM sodium phosphate buffer (pH 7.0) 8 mL와 absolute alcohol 4 mL를 가하여 마개를 한 후 40°C에서 100 rpm으로 배양하면서 일정 간격으로 각 시료의 linoleic acid에 대한 산화억제 효과를 측정하였다. 먼저 FTC 법에 의한 항산화 효과는 Nakatani와 Kikuzaki의 방법(15)을 변형하여 측정하였다. 8일간 배양된 linoleic acid 반응기질용액 100 μ L를 시험관에 취하고 75% 에탄올 9.7 mL, 30% ammonium thiocyanate 100 μ L, ferrous chloride (20 mM FeCl₂ in 3.5% HCl) 100 μ L를 순서대로 혼합하여 3분간 방치한 후 500 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 합성 항산화제인 BHA를 시료농도의 1/10이 되도록 첨가하여 항산화 효과를 측정 후 그 활성을 비교하였다.

TBA 법에 의한 항산화 효과는 Ottolenghi의 방법(16)을 변형하여 배양 후 12일째에 측정하였다. 즉, 반응기질용액 1 mL

와 20% trichloroacetic acid (TCA) 2 mL 그리고 0.8% thiobarbituric acid (TBA) 2 mL를 함께 잘 혼합하여 95°C 이상에서 1시간 반응시킨 후, 실온에서 냉각시키고 16,600 \times g에서 10분간 원심분리하여 상등액의 흡광도를 532 nm에서 측정하였다.

결과 및 고찰

일반성분

생육시기별 피자두 과육의 수분함량 및 아세톤추출물의 수분, 조회분, 조단백, 조지방 함량을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 미숙과인 피자두 1은 완숙과인 피자두 5, 8에 비해서 수분, 조회분, 조단백질 함량이 각각 88.52%, 7.12%, 7.52%로 높았으며, 조지방, 탄수화물 함량은 미숙과에 비해 완숙과에서 높은 함량을 나타냈다. 자두의 화학성분 조성은 품종과 재배환경에 따라 다소 차이가 있지만 서 등(17)의 보고에 따르면 자두의 완숙과는 수분 85%, 조회분 1.1%, 당질 12.6%으로 본 실험의 결과와 비교해 볼 때 수분함량은 유사하였으나, 조회분은 본 실험에서 3배 정도 높게 정량되었는데 이는 자두의 품종에 따른 차이 때문인 것으로 생각된다.

Table 2. Proximate compositions of acetone extracts from *Prunus salicina* Lindl. cv. Soldam

Items	Sample		
	1	5	8
Moisture ²⁾	88.52	87.01	83.56
Moisture ³⁾	21.44	22.20	22.14
Ash	7.12	3.35	3.57
Crude protein	7.52	5.55	3.85
Crude fat	3.20	0.99	5.15
Crude carbohydrate	60.72	67.91	65.29

¹⁾ The values are mean \pm standard deviation (n=3).

²⁾ Fresh fruits.

³⁾ Acetone extract.

총페놀성 화합물 및 축합형 탄닌 함량 측정

페놀성 화합물은 식물계에 널리 분포되어 있는 2차 대사산물의 하나로서 다양한 구조와 분자량을 가지며 플라보노이드와 탄닌이 주성분이다. 이들은 phenolic hydroxyl (OH)기를 갖기 때문에 단백질 및 기타 거대 분자들과 쉽게 결합하며, 항산화, 항암 등의 다양한 생리활성을 가진다. 축합형 탄닌은 녹차를 비롯한 차의 주된 폴리페놀 성분으로 알려

져 있으며 총치 예방, 고혈압 억제, 항에이즈, 항암, 항산화, 미백효과 등이 보고되어 있다(18). 본 실험에서는 피자두의 아세톤 추출물에 존재하는 총 폴리페놀 함량과 축합형 탄닌을 각각 tannic acid와 catechin을 표준물질로 하여 측정하였다(Table 3). 생육시기별로 보면 피자두 1에서 높은 폴리페놀 함량과 축합형 탄닌 함량을 보였으며 완숙과로 숙성될수록 그 함량이 낮아졌다. 국내산 식물 중의 총 폴리페놀 함량을 살펴보면 홍화씨, 순 및 꽃이 각각 12.34, 5.10, 8.05%를 함유하고(19) 아몬드, 호두, 도토리 각각 0.14, 2.06, 0.23%를 함유하고 있으며(20) 선인장의 경우 씨 1.47%, 줄기 1.86%, 열매 3.4~4.9%(21)으로 열매에 비교적 많은 양의 폴리페놀 화합물을 함유하는데 이들과 비교했을 때 피자두 미숙과의 총 폴리페놀 함량은 10.67%로 그 함량이 매우 높음을 알 수 있었다.

Table 3. Total polyphenol contents of acetone extracts from *Prunus salicina* Lindl. cv. Soldam

Items	Sample (unit:%) ¹⁾		
	1	5	8
Total polyphenols	10.67	4.05	2.57
Condensed tannin	8.36	3.11	1.88

¹⁾ The values are mean ± standard deviation (n=3).

항산화 효과

1) DPPH free radical의 소거활성

DPPH는 아스코르빈산, 토코페롤, polyhydroxy 방향족 화합물 등에 의해 환원되어 짙은 자색이 탈색되는데, 이것은 다양한 천연 소재로부터 항산화물질을 검색하는데 많이 이용되고 있다. 피자두 추출물(1-8)과 합성 항산화제인 BHA에 의한 DPPH 라디칼의 소거능을 측정하여 비교한 결과(Table 4), 피자두 1-3의 추출물 100 µg/mL의 농도에서 DPPH 라디칼의 소거능은 각각 98.88%, 95.14%, 89.88%로 합성 항산화제인 BHA(10 µg/mL)의 89.32%의 소거능보다 더 우수함을 알 수 있었으며, 피자두가 완숙될수록 소거활성은 점차적으로 감소함을 알 수 있었다. 폴리페놀의 함량과 free radical 소거활성과의 관계를 살펴보면 폴리페놀의 함량에 비례하여 소거활성이 증가하는 것을 볼 수 있으며, 특히 RC₅₀값이 2.23 µg/mL인 피자두 1의 추출물은 RC₅₀값이 5.25 µg/mL인 BHA와 비교해도 그 활성이 2배 이상 우수한 것을 알 수 있었다.

2) Linoleic acid에 대한 항산화효과

지질산화 초기에 발생하는 과산화물은 ferrous chloride (Fe²⁺)를 ferric chloride (Fe³⁺)로 산화시켜 적갈색을 띄게 되며, 지질산화가 계속 진행되면 malonaldehyde와 같은 저분자

Table 4. Scavenging effect of butylated hydroxyanisole (BHA) and acetone extracts from *Prunus salicina* Lindl. cv. Soldam on α,α- diphenyl- β-picrylhydrazyl radicals

	Scavenging effect (%) ¹⁾	RC ₅₀ (µg/mL) ²⁾
BHA	89.32±1.32 ³⁾	5.25±1.23
1	98.88±0.56	2.23±1.11
2	95.14±3.01	9.70±6.03
3	89.88±2.17	20.24±4.34
4	79.10±2.17	41.79±4.34
5	71.88±1.91	56.22±3.82
6	61.33±2.75	77.33±5.51
7	49.35±1.52	101.28±3.05
8	47.24±6.32	105.50±12.65

¹⁾ The concentration of acetone extracts was 100 µg/mL except BHA (10 µg/mL).

²⁾ Concentration required for 50% reduction of DPPH at 30 min after starting the reaction.

³⁾ The values are mean ± standard deviation (n=3).

의 활성화합물이 생성되는데 이것은 TBA와 결합하여 적색의 화합물을 형성하게 된다. FTC법은 산화 초기에 생성되는 과산화물의 양을 측정하여 지질산화의 정도를 측정하게 된다. 본 실험에서는 불포화지방산인 linoleic acid를 기질로 하여 피자두 추출물의 산화방지 효과를 FTC 법과 TBA 법을 이용하여 BHA의 효과와 비교, 측정하였다. 초기 지질산화로 인한 흡광도(FTC 가)의 증가는 무처리구의 경우 급격한 증가를 보였으나, 피자두의 미숙과 추출물(100 µg/mL) 처리 시 FTC 가의 값이 크게 감소되었다(Fig. 2). 그러나 피자두 추출물의 종류에 따른 흡광도의 차이는 별로 나타나지 않아 80% 이상의 저해율을 보였으며 특히 피자두 미숙과 추출물의 경우에는 대조군 BHA(10 µg/mL)보다 더 큰 90%정도의 산화 억제율을 보였고 완숙과인 7, 8에서도 81%이상의 높은 산화 억제율을 보였다.

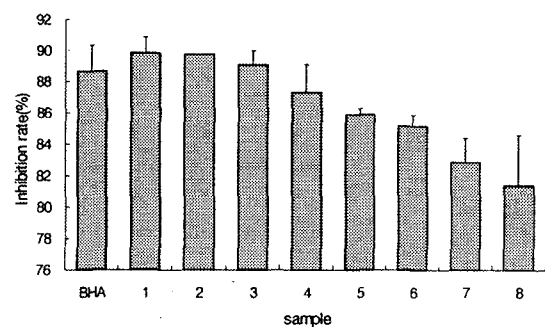


Fig. 2. FTC values in linoleic acid emulsion treated with BHA or acetone extracts (100 µg/mL) from *Prunus salicina* Lindl. cv. Soldam

TBA 가의 시료처리구는 FTC 가의 경향과 같이 미숙과에서 85% 이상의 억제율을 나타내었다(Fig. 3). Ismail 등(22)에 의하면 *Strobilanthes crispus* 잎의 ethyl acetate 추출물(0.2 mg/mL)을 처리 시 FTC 가는 95% 이상의 산화 억제율을 보였으며, TBA 가의 경우는 linoleic acid의 산화가 약 85% 억제되었다고 보고하였다. 본 실험에 사용된 피자두 미숙과 추출물의 경우에도 FTC 가와 TBA 가의 값의 차이는 보였으나 산화 억제능이 존재함을 알 수 있었고, 피자두의 미숙과 추출물들은 DPPH 라디칼에 대해 높은 소거활성을 보일뿐만 아니라 linoleic acid의 산화를 초기단계에서 효과적으로 억제하여 산화의 진행을 상당히 지연시키는 것을 알 수 있었다.

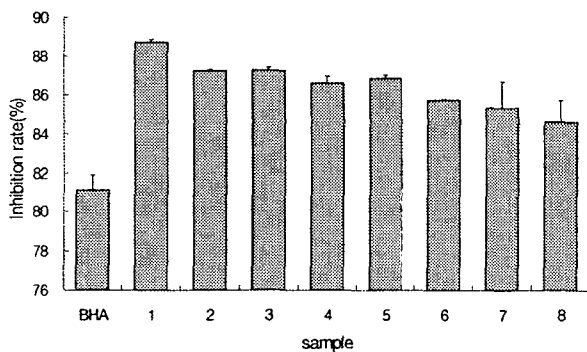


Fig. 3. TBA values in linoleic acid emulsion treated with BHA or acetone extracts (100 μ g/mL) from *Prunus salicina* Lindl. cv. Soldam

이상의 결과에서 피자두의 미숙과는 완숙과에 비해 총 페놀성 화합물, 축합형 탄닌 함량이 매우 높게 나타났고, 항산화 물질로 알려진 폴리페놀 함량에 비례하여 DPPH 라디칼 소거능 및 linoleic acid에 대한 항산화 효과가 높게 나타났다. 이는 피자두의 미숙과가 완숙과와는 달리 페놀성 물질의 함량이 높아 항산화 활성이 우수하므로 천연 항산화제 및 기능성 식품으로 이용될 수 있는 가능성을 시사한다.

요 약

본 연구에서는 자두류 중 피자두를 생육시기별로 채취하여 총 8종에 대한 일반성분 및 총 페놀성 화합물, 축합형 탄닌 함량을 조사하였으며, DPPH 자유 라디칼 소거능과 linoleic acid에 대한 항산화 효과를 살펴보았다. 피자두 과육의 수분함량 및 아세톤추출물의 조지방, 조단백, 조지방 함량을 분석한 결과, 시료 1, 5, 8번은 각각 수분 88.52%, 87.01%, 83.56%, 조지방 7.12%, 3.35%, 3.57%, 그리고 조단백 7.52%, 5.55%, 3.85%, 및 조지방 3.20%, 0.99%, 5.15%로 나타

났다. 또한 피자두 아세톤 추출물의 총 폴리페놀 함량은 시료 1, 5, 8번이 각각 10.67%, 4.05%, 2.57%로 나타났으며, 축합형 탄닌 함량은 각각 8.36%, 3.11%, 1.88%로 나타났다. 항산화 효과를 알아보기 위해 DPPH free radical의 소거활성법을 측정된 결과, 피자두 추출물 1과 2의 RC_{50} 값이 각각 2.23과 9.70 μ g/mL로 가장 높은 소거활성을 보였으며 피자두가 완숙될수록 소거활성은 점차적으로 감소하였다. Linoleic acid를 기질로 한 피자두 추출물의 산화방지 효과를 FTC 법과 TBA 법으로 측정된 결과, 초기 지질산화를 나타내는 FTC 가에서는 피자두의 미숙과 추출물 처리구의 경우 85% 이상의 산화 억제율을 보였고, 후기 지질산화에 관여하는 TBA 가는 미숙과 추출물에서 85% 이상의 산화 억제율을 보였으나 피자두가 완숙될수록 산화 억제율은 감소하였다.

감사의 글

본 연구는 과학기술부·한국과학재단 지정 계명대학교 전통 미생물자원 개발 및 산업화 연구센터의 지원에 의한 것입니다.

참고문헌

- Gutteridge, J.M.C. and Halliwell, B. (1994) Antioxidants in nutrition, health, and disease. Oxford University Press, p.1-62
- Jayat, C., Ratinaud, and M.H. (1993) Cell cycle analysis by flow cytometry : principles and applications. Biol. Cell, 78, 15-25
- Chance, B., Sies, H. and Boveris A.(1979) Hydroperoxide metabolism in mammalian organs. Physiol. Rev., 59, 527-605
- 김숙희, 김화영 (1995) 노화. 대우학술총서, (주)민음사, 서울, p.83-85
- Ames, B.N. and Saul, R.L. (1987) Oxidative DNA damage, cancer and aging. Oxygen and human disease. Ann. Inter. Med., 107, 536-539
- Kim, J.H. (1998) Antioxidative activity and pharmac constituents of *houltuyniae herba*. M.S. Thesis, Sookmyung Woman's University.
- Shin, U.Y. (1998) Studies on biological activities of *sparganium erectum*. PhD. Dissertation, Dongduk woman's University.
- 황금희, 김현구 (1995) 기능성식품 소재로서의 생리활성 천연물의 국내 연구 동향. Food Sci. Industry, 28, 75-105
- Chung, K.H. (1999) Morphological characteristics and

- principal component analysis of plums. Dept. of Fruit Breeding. National Horticultural Research Institute, R.D.A. Suwon, Korea, p.310-440
10. Sung, Y.J., Kim, Y.C., Kim, M.Y., Lee, J.B., and Chung, S.K. (2002) Approximate composition and physicochemical properties of plum (*Prunus salicina*). J. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol., 45, 134-137
 11. Rice-Evans, C.A. and Diplock, A.T. (1993) Current status of antioxidant therapy. Free radic. Bio. Med., 15, 77-86
 12. Moritz, K. (1954) New observations on the solubility of prussian blue. Analytica Chemica Acta, 11, 18-27
 13. Marja-Riitta, J., Riitta, J. and Ann, E.H. (1996) Salivary tannin-binding proteins in root vole (*Microtus oeconomus pallas*). Biochemical Systematics and Ecology, 24, 25-35
 14. Blois, M.S. (1977) Antioxidant determinations by the use of stable free radical. J. Agric. Food Chem., 25, 103-107
 15. Nakatani, N. and Kikuzaki, H.A (1987) New antioxidative glucoside isolated from oregan(*Origanum vulgare* L). Agric. Biol. Chem., 51, 2727-2781
 16. Ottolenghi, A. (1959) Interaction of ascorbic acid mitochondria lipid. Arch. Biochem. biophys., 79, 355-359
 17. Seo, S.B., Han, S.M., Kim, J.H., Kim, N.M. and Lee, J.S. (2001) Manufacture and physiological functionality of wines and liquors by using plum. Korean J. Biotechnol. Bioeng., 16, 153-157
 18. Yoshizawa, S., Horiuchi, T., Yoshida, T. and Okuda, T. (1987) Antitumor promoting activity of (-)-epigallocatechin gallate, the main constituent of tannin in green tea. Phytother. Res., 1, 44-47
 19. Kim, H.J., Jun, B.S., Kim, S.K., Cha, J.Y. and Cho, Y.S. (2000) Polyphenolic compound content and antioxidative activities by extracts from seed, sprout and flower of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 29, 1127-1132
 20. Lee, J.H. and Lee, S.R. (1994) Analysis of phenolic substances content in Korean plant foods. Korean J. Food Sci. Technol., 26, 310-316
 21. Lee, Y.C., Hwang, K.H., Han, D.H. and Kim, S.D. (1997) Compositions of opuntia ficus-india. Korean J. Food Sci. Technol., 29, 847-853
 22. Lee, C.H., Chung, M.C., Lee, H.J. and Kho, Y.H. (2000) An apoptosis regulator isolated from petasites japonicum. Korean J. Food Sci. Technol., 32, 448-453

(접수 2004년 7월 20일, 채택 2004년 8월 27일)