

## 두리안 추출물의 항산화 활성

지윤선 · 장준복<sup>†</sup>

중부대학교 한방제약과학과

### Antioxidative Activity of the Durian (*Durio zibethinus*) Extract

Yun Sun Ji and Jun Pok Chang<sup>†</sup>

Department of Herbal Pharmaceutical Science, Joongbu University, Geumsan 312-702, Korea.

**ABSTRACTS :** The purpose of this study was to examined the antioxidant activities by water and 70% ethanol extract from durian (*Durio zibethinus*.) seed, sarcocarp and peel. Durian extract were studied for reducing sugar content, polyphenol content, superoxide dismutase (SOD) like activity, electron donating ability, nitrite scavenging ability, flavonoid content, hydroxy radical scavenging activity. Reducing sugar content were increased peel > sarcocarp > seed. Total polyphenol, flavonoid content, DPPH radical scavenging ability and SOD like activity were increased seed > peel > sarcocarp. Total polyphenol content was relatively high as 21.90 ± 0.50 mg/g in the ethanol extract of the seed. DPPH radical scavenging ability was relatively high as 62.08 ± 2.63% in the water extract of the seed. Nitrite scavenging ability was no significant difference. Hydroxy radical scavenging activity was increased seed > peel > sarcocarp, was relatively high as 58.27 ± 1.13% in the water extract of the seed.

**Key Words :** Durian, *Durio zibethinus*, Antioxidative Activity, Seed, Sarcocarp, Peel

## 서 언

열대지방에서 생산되는 ‘과일의 왕’, 또는 ‘과일의 황제’라고 불리는 두리안 (Durian)은 학명 *Durio zibethinus*에서 유래되었다. Durio는 말레이시아어로 ‘가시’를 의미하고, zibetto는 이탈리아어로 강렬한 향기를 내는 ‘사향’을 의미한다. 두리안의 껍질은 녹색의 딱딱한 가시로 덮여있고, 과육은 황색으로 달지만 강한 냄새를 지니고 있다. 두리안은 원산지로 알려진 보르네오섬에서 주변 동남아 지역으로 보급된 것으로 알려지고 있고, 서구에는 약 600년 전부터 알려지게 된 과일이다 (Park et al., 2012).

두리안은 높이 36 m 정도 자라는 상록 활엽 교목으로 수피는 회녹색이며 약용으로 쓰인다. 이용부위는 잎, 뿌리, 열매, 수피, 씨앗 등이다. 열매의 겉에는 가시가 나 있고 안은 먹을 수 있으며 버터 덩어리 같이 생겼으며 대단히 무겁다. 과일의 왕이라고 하는 두리안은 고약한 냄새 (치즈나 양파 같이 악취가 남)가 나지만, 신선하면서 감미로운 감칠맛이 나고 영양가

가 풍부하여 인기가 있다. 열대 지방이나 특히 말레이에서는 신선한 것을 그대로 먹어 에너지를 보충하고, 익지 않은 것은 야채로 먹으며, 단백질이 풍부한 씨앗은 굵거나 튀겨서 먹는다. 향료, 조미료로 쓰이기도 한다. 잎과 수피는 약으로 쓰인다 (Ha, 2006).

두리안은 다른 과일보다 단백질 함량과 탄수화물의 함량이 상당히 높고, 특이하게 지방 함량이 100 g당 3.3 g으로 높으며, 비타민류는 β-카로틴 36 μg, α-토코페롤 2.3 mg, 비타민 B1 0.33 mg, 엽산 150 μg을 함유하고 있다 (Park et al., 2012).

두리안은 과일의 숙성도에 따라서 231.4-374.4 mg/100 g의 총 폴리페놀 함량을 나타내며 (Patricia et al., 2008), 과육은 점질로서 각종 다당류 (Amin et al., 2007) 및 다양한 비타민류 (Park et al., 2012)를 함유하고 있고, 항박테리아 활성 (Chansiripomchai et al., 2012), 항산화활성 (Ashraf et al., 2011), 다이어트 기능 (Gorinstein et al., 2011) 등이 보고되어 있다. 또한 과육전분의 생분해성 소재 (Pimpa et al., 2012), 과피의 활성탄 (Mokhtar et al., 2013) 등 다양한 기능

<sup>†</sup>Corresponding author: (Phone) +82-41-750-6726 (E-mail) jpchang@joongbu.ac.kr

Received 2013 May 13 / 1st Revised 2013 June 4 / 2nd Revised 2012 June 14 / 3rd Revised 2013 June 18 / Accepted 2013 Revised June 18

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

성 소재의 용도가 보고되어 있다. 두리안의 의학적 용도는 과육은 구충제로 사용되며, 말레이 반도에서는 두리안의 잎과 뿌리를 달인 즙을 해열제로 사용하며 잎의 주스는 열병환자의 머리에 바른다고 한다. 나뭇잎은 향달이 있는 사람들의 의료용 목욕에 사용되며, 잎과 과일을 달인 즙은 부기가 있고 피부병에 걸린 사람들에게 사용한다. 열매의 껍질을 태운 재는 출산 후에 사용하며, 과육의 냄새는 세균발육을 억제하는 인돌합성물과 관련이 있고, 특히 과육은 최음제 역할을 하는 것으로 널리 알려져 있어 (Park *et al.*, 2012) 다양한 생리활성이 기대된다. 최근 들어 천연물에서의 항산화 연구가 활발하게 진행되고 있고, 항산화물질은 유식식품의 산화억제 및 인체 내에서 노화억제, 항암 등 생리활성 기능이 입증되면서 식품 그 자체보다도 생리기능에 더 많은 관심이 쏠리고 있어 (Lim *et al.*, 1996) 생리활성소재 개발 연구가 활발하다.

우리나라에서도 일부 흡소핑, 백화점 및 인터넷 판매망을 통하여 수입, 유통되고 있고, 두리안의 역겨운 냄새에도 불구하고 이 맛에 매혹된 매니아들은 이를 구입하여 먹고 있지만, 부위별로는 과육만 식용으로 이용되고 씨앗 및 과피는 다양한 활성기능에도 불구하고 폐기되고 있는 실정이며, 각 부위별 기능성에 대한 정보도 국내에서는 전무한 실정이다. 따라서 본 연구는 시중에서 유통되고 있는 두리안을 구입하여 각 부위별 물과 에탄올 추출물의 항산화활성을 조사하여 새로운 기능성 자원의 개발에 이용하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 시료조제

두리안 (*Durian, Durio zibethinus*, 태국산)을 시중에서 구입한 후 과육과 과피 및 씨앗을 분리하여 각각 동결 건조하였다. 건조된 두리안 20 g을 삼각플라스크에 넣은 후 증류수와 70% 에탄올을 각각 10배 비율로 혼합하여 실온에서 12시간 교반 후 필터 (Advantec., 90 mm)를 사용하여 감압여과 후 Whatman No. 2 (Whatman International Ltd., England) 여과지로 여과한 액을 감압농축 후, 건조하여 분말로 만든 다음 시료로 사용하였다.

### 2. 환원당 정량

탄수화물의 측정은 환원당 정량법인 DNS법 (Miller, 1959)으로 정량하였다. 시료 분말 1 g에 초순수 100 mL를 가하여 마쇄한 후 여과하여 초순수로 100 mL로 정용한 후 100배 희석하여 시료액을 제조한 후, 시료액 1 mL에 DNS 시약 (7.5 g DNS, 14.0 g NaOH, 126.1 g Rochelle염, 5.4 mL 페놀 및 5.9 g Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/증류수 1 L) 1 mL를 혼합하여 끓는 물에서 15분간 반응시킨 후 흐르는 찬물에서 5분간 냉각한 다음 반응액에 증류수 3 mL를 가한 후 UV/VIS spectro photometer (UV-1250, Shimadzu, Japan)를 사용하여 546 nm에서 흡광도

를 측정 후 glucose의 검량선 으로부터 환원당 함량을 환산하였다.

## 3. 항산화성 측정

### 1) 총 폴리페놀 함량 측정

총 폴리페놀 함량은 Folin-Denis법 (Folin and Denis, 1915)을 응용하여 측정하였다. 두리안 추출물을 mg/g 농도로 만든 후, 시료 0.4 mL에 Folin-ciocalteau reagent 0.2 mL를 첨가하여 충분히 혼합한 후 실온에 3분간 반응시켰다. 정확히 3분간 반응시킨 후 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 포화용액 0.4 mL를 가하여 실온에서 1시간 동안 방치한 다음 UV/VIS spectrophotometer (UV-1250, Shimadzu, Japan)를 사용하여 625 nm에서 흡광도를 측정하였다. 폴리페놀 함량은 tannic acid를 표준물질로 하여 표준검량곡선을 작성하여 구하였다.

### 2) 총 플라보노이드 함량 측정

시료 중 총 플라보노이드 함량은 Zhishen 등 (1999)이 개발한 분광분석법을 이용하여 측정하였다. 즉, 증류수 4 mL가 들어있는 시험관에 시료 1 mL를 가하고 5분이 경과한 다음 5% NaNO<sub>2</sub> 0.3 mL와 10% AlCl<sub>3</sub> 0.3 mL를 차례로 가하였다. 대조군은 시료 대신 증류수 1 mL를 가하였다. 시작 시간으로부터 6분이 경과한 시간에 1 M NaOH 2 mL를 가하고 증류수를 추가로 가하여 10 mL로 만든 다음 골고루 희석하였다. 분홍색을 띄는 시료를 510 nm 파장에서 흡광도를 측정하여 L 당 catechin equivalent (CE) mg으로 환산하여 플라보노이드 함량을 표시하였다.

### 3) 전자공여능 (Electron Donating Activity, EDA) 측정

전자공여능은 Choi 등 (2006)의 방법에 준하여 측정하였다. 즉, 에탄올에 용해한 100 μM의 DPPH 용액 900 μL와 시료 용액 100 μL를 혼합하여 잘 교반하고, 이 혼합 시료를 암소에서 30분간 반응시킨 후 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 수소전자공여능은 각 실험을 3회 반복하여 평균을 낸 다음 대조구에 대한 흡광도의 감소 정도를 다음 식에 의하여 계산하였다.

$$\text{전자공여능(\%)} = \left(1 - \frac{\text{시료첨가군의 흡광도}}{\text{무첨가군의 흡광도}}\right) \times 100$$

### 4) Superoxide dismutase (SOD) 활성 측정

SOD 유사활성 측정은 Marklund와 Marklund (1974)의 방법에 따라 활성 산소종을 과산화수소 (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)로 전환시키는 반응을 촉매하는 pyrogallol의 생성량을 측정하여 나타냈다. 즉, 일정 농도의 시료 0.2 mL씩 첨가한 후, Tris-HCl Buffer (50 mM tris-hydroxymethyl aminomethane + 10 mM EDTA, pH 8.5) 3 mL와 7.2 mM pyrogallol 0.2 mL를 첨가하여, 실온에서 10분간 반응시키고, 1N HCl 1 mL를 첨가하여 반응을

정지시킨 후 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. SOD 유사활성은 추출물 첨가구와 무첨가구 사이의 흡광도 차이를 백분율(%)로 나타냈다.

$$\text{SOD 유사활성 (\%)} = (1 - \frac{\text{시료첨가군의 흡광도}}{\text{무첨가군의 흡광도}}) \times 100$$

5) 아질산염 소거능 측정

아질산염 소거능 측정은 Kato 등 (1987)의 방법으로 측정하였다. 즉, 농도별로 희석한 시료액 2 mL에 1 mM NaNO<sub>2</sub> 1 mL을 넣은 다음 0.1 N HCl을 이용하여 pH를 각각 2.5와 4.2로 조정한 후 반응용액의 부피를 10 mL로 하였다. 이 용액을 37°C에서 1시간 반응시킨 후 반응액 1 mL을 취하여 2% acetic acid 5 mL과 Griess 시약 0.5 mL를 가한 후 vortex하여 실온에서 15분간 방치 후 520 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조구로는 Griess시약 대신 증류수 0.1 mL를 가하여 상기와 동일한 방법으로 측정하여 추출물을 첨가한 경우와 첨가하지 않은 경우의 아질산염 소거율을 백분율(%)로 계산하여 BHT 처리구와 비교하였다.

$$\text{아질산염 소거율 (\%)} = (1 - \frac{A-C}{B}) \times 100$$

- A : 1 mM NaNO<sub>2</sub> 용액과 1시간 반응한 시료의 흡광도
- B : 1 mM NaNO<sub>2</sub> 용액과 1시간 반응한 증류 수의 흡광도
- C : 시료 자체의 흡광도

6) Hydroxy radical 소거 활성 측정

Hydroxy radical 소거활성은 Halliwell 등 (1987)의 방법을 변형하여 측정하였다. 즉, 희석한 시료 50 µL에 2.5 mM 2-deoxy-D-ribose를 함유한 10 mM PBS 용액 345 µL를 혼합한 다음 1 mM FeCl<sub>3</sub>와 1.04 mM EDTA 용액 50 µL, 1 mM ascorbate 50 µL 및 0.1 M H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 5 µL를 각각 첨가하였다. 37°C에서 10분간 배양한 후 2.8% trichloroacetic acid 500 µL와 1% 2-thiobarbituric acid 250 µL를 첨가하고 95°C에서 8분간 가열하였다. 반응물을 냉각시킨 후 532 nm에서 흡광도를 측정하였다.

$$\text{Hydroxyl radical 소거활성 (\%)} = (1 - \frac{\text{시료첨가군의 흡광도}}{\text{무첨가군의 흡광도}}) \times 100$$

4. 통계분석

본 연구의 결과는 3회 실험의 결과값을 평균 ± 표준편차로 나타냈고, 각 실험군 간의 비교분석은 SPSS 12.0 프로그램을 이용하여 Student's *t*-test와 Duncan의 다중검정법 (Duncan's multiple range test) 으로 *p* < 0.05 수준에서 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 환원당 정량

환원당이란 반응성이 있는 알데히드기와 케톤기를 갖고 금속염 알칼리 용액을 환원시키는 단당류와 이당류의 총칭이며 설탕을 제외한 포도당, 과당 그리고 맥아당이 포함된다 (Choi *et al.*, 1998).

두리안의 환원당 함량은 물과 에탄올 추출물 각각 씨 8.57 ± 1.48 mg/g과 4.26 ± 1.34 mg/g, 과육 44.45 ± 1.23 mg/g과 42.10 ± 3.40 mg/g, 과피 115.43 ± 2.34 mg/g과 129.57 ± 2.35 mg/g으로 과피 > 과육 > 씨의 순으로 나타났다. 추출용매에 따라서는 씨와 과육은 물 추출물, 과피는 에탄올 추출물의 환원당 함량이 유의하게 높았다. 과피의 에탄올 추출물에서 129.57 ± 2.35 mg/g으로 가장 높은 함량을 나타냈다.

식품성분 중 감미를 나타내는 당질의 대부분은 환원성을 가진 물질이므로 환원당을 정량함으로써 감미의 정도를 간접 평가할 수 있다 (Kim *et al.*, 1987). 백삼의 환원당 함량이 56.93 ± 0.36 mg/g인 연구결과 (Son and Ryu, 2009)와 비교하면 두리안 과육과 과피의 환원당 함량은 비교적 높은 값을 나타내고 있다.

Table 1. Reducing sugar content of durian (*Durio zibethinus*) extract.

	Reducing sugar content (mg/g)*	
	Water	EtOH
Seed	8.57 ± 1.48c***x**	4.26 ± 1.34c***y**
Sarcocarp	44.45 ± 1.23bx	42.10 ± 3.40bx
Peel	115.43 ± 2.34ay	129.57 ± 2.35ax

\*Each value is mean ± SD (n = 3).

\*\*Mean with same letters (x,y) are not significantly different by Student's test (*p* < 0.05).

\*\*\*Mean with same letters (a-c) are not significantly different by Duncan's multiple range test (*p* < 0.05).

Table 2. Polyphenol and flavonoid content of durian (*Durio zibethinus*) extract.

	Polyphenol content (mg/g)*		Flavonoid content (mg/g)*	
	Water	EtOH	Water	EtOH
Seed	14.03 ± 0.50a***y**	21.90 ± 0.50a***x**	8.93 ± 0.25a***x**	7.23 ± 0.12c***y**
Sarcocarp	1.63 ± 0.17cy	4.84 ± 0.34cx	6.52 ± 0.25cx	5.35 ± 0.21cy
Peel	6.86 ± 0.57by	15.40 ± 0.56bx	7.30 ± 0.21bx	6.71 ± 0.14by

\*Each value is mean ± SD (n = 3).

\*\*Mean with same letters (x,y) are not significantly different by Student's test (*p* < 0.05).

\*\*\*Mean with same letters (a-c) are not significantly different by Duncan's multiple range test (*p* < 0.05).

2. 항산화성 측정

1) 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량

일반적으로 총 폴리페놀 함량이 증가할수록 항산화 등의 생리활성이 증가하는 경향으로 알려져 있다 (Halliwell *et al.*, 1995). 페놀 화합물 중 플라보노이드는 anthocyanin과 anthoxanthine을 포함하는 비질소성의 생물색소로 anthoxanthine은 꽃잎이 노란색을 띠게 하고, anthocyanin은 가을철 잎이 자색과 적자색을 띠게 하며 눈과 어린줄기가 붉은 색을 띠게 되는 주원인이 된다. 플라보노이드는 <sup>1</sup>O<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>와 결합하여 안정한 complex를 형성하여 지질 과산화에 대한 항산화제로 밝혀져 있다 (Choi *et al.*, 2009).

Flavonoid는 항산화, 항암, 항고열압, 항염증, 항균 및 항노화 등 여러 생리적 기능을 가지는 것으로 보고되고 있다 (Park *et al.*, 2011).

두리안의 물과 에탄올 추출물의 총 폴리페놀 함량은 각각 씨 14.03 ± 0.50 mg/g, 21.90 ± 0.50 mg/g, 과육 1.63 ± 0.17 mg/g, 4.84 ± 0.34 mg/g, 과피 6.86 ± 0.57 mg/g, 15.40 ± 0.56 mg/g으로 씨에서 가장 높은 함량을 나타냈고, 씨 > 과피 > 과육 순으로 나타났다. 추출용매에 따라서는 에탄올이 물보다 총 폴리페놀 함량이 유의하게 높았으며, 씨의 에탄올 추출물이 폴리페놀 함량이 21.90 ± 0.50 mg/g으로 가장 높았다.

Kwon 등 (2011)은 복분자의 완숙과의 경우 에탄올 농도가 높을수록 폴리페놀 함량이 높았고, 물보다 에탄올 추출물이 폴리페놀 함량이 높았다는 보고와 본 연구결과와 같은 경향을 나타냈다. 아보카도의 추출물의 총 폴리페놀 함량은 과육 13.89 µg/mg, 씨 137.2 µg/mg, 껍질 223.45 µg/mg으로 과육에 비해 씨와 껍질에서 높았다는 보고 (Lee *et al.*, 2008)와 같이 부위별로는 같은 경향을 나타냈으며, 오미자씨유 1.43 g/100 g, 포도씨유 0.75 g/100 g, 카놀라씨유 0.59 g/100 g (Ryu and Kwon, 2012) 등과 비교하면 같거나 높은 함량을 나타냈다.

두리안의 부위별 총 플라보노이드 함량은 물 추출물의 씨 8.93 ± 0.25 mg/g, 과육 6.52 ± 0.25 mg/g, 과피 7.30 ± 0.21 mg/g으로, 에탄올 추출물의 씨 7.23 ± 0.12 mg/g, 과육 5.35 ± 0.21 mg/g, 과피 6.71 ± 0.14 mg/g으로 씨 > 과피 > 과육의 순으로 나타났다. 추출용매별로는 에탄올 추출물보다 물 추출물에서 플라보노이드 함량이 높게 나타났다. 씨의 물 추출물이 8.93 ± 0.25 mg/g로 플라보노이드 함량이 가장 높았다.

아보카도의 플라보노이드 함량은 과육, 씨, 껍질 추출물에서 각각 4.03, 5.69, 13.6 µg/mg으로 껍질 추출물에서 가장 높았다는 보고와 부위별로 다른 경향을 나타냈고, 플라보노이드 함량이 폴리페놀 함량에 비해 매우 낮았다는 보고 (Kawk and Kim, 2009)와는 같은 결과를 나타냈다.

2) 전자공여능 (Electron Donating Activity, EDA) 측정

전자공여능을 측정하는 방법에는 여러 가지가 있으나 그 중

Table 3. Electron donating ability and of durian (*Durio zibethinus*) extract.

	Electron donating ability (%)*	
	Water	EtOH
Seed	62.08 ± 2.83a***x**	48.02 ± 1.38a***y**
Sarcocarp	17.82 ± 1.76dy	24.28 ± 1.29dx
Peel	53.58 ± 1.49bx	44.75 ± 1.20cy
Ascorbic acid	46.16 ± 2.37c	46.16 ± 2.37b

\*Each value is mean ± SD (n = 3).

\*\*Mean with same letters (x,y) are not significantly different by Student's test (p < 0.05).

\*\*\*Mean with same letters (a-c) are not significantly different by Duncan's multiple range test (p < 0.05).

에서 DPPH가 항산화물질에 의해 탈색되는 원리를 이용하는 방법은 비교적 간단하면서 대량으로 측정이 가능한 방법이다. 전자공여능은 활성라디칼에 전자를 공여하여 지방질 산화를 억제시키는 척도로 사용되고 있을 뿐만 아니라 인체 내에서 활성라디칼에 의한 조화를 억제하는 작용의 척도로 이용되고 있다 (Choi and Oh, 1985).

두리안의 부위별 DPPH 라디칼 소거능은 1.0 mg/ml 농도에서 물과 에탄올 추출물 각각 씨 62.08 ± 2.83%와 48.02 ± 1.38%, 과육 17.82 ± 1.76%와 24.28 ± 1.29% 및 과피 53.58 ± 1.49%와 44.75 ± 1.20%로 씨 > 과피 > 과육의 순으로 나타났으며, 천연 항산화제인 비타민 C의 46.16 ± 2.37%와 비교하면 씨와 과피에서 소거능이 높게 나타났다. 추출용매간의 DPPH 라디칼 소거능은 씨와 과육은 물 추출물에서, 과피는 에탄올 추출물에서 높게 나타났다. 씨의 물 추출물이 62.08 ± 2.83%로 가장 높은 소거능을 나타냈다. 씨와 과피는 비타민 C의 46.16 ± 2.37%보다 유사하거나 높은 DPPH 라디칼 소거능을 나타내 항산화성 소재로서 충분히 이용할 가치가 있다고 판단되었다.

약용식물의 물 추출물을 1.0 mg/ml 농도에서 DPPH free radical scavenging 활성이 당귀 15.8%, 감초 13.3%, 옥죽 5.4% (Lee and Lee, 1994), 피마자 58.14%, 가지 40.76% (Han *et al.*, 2006)와 약용식물 메탄올추출물의 전자공여능으로 백지 11.49%, 당귀 13.7%, 갈근 18.38%인 결과 (Moon *et al.*, 2004)와 비교하면 두리안의 물 및 에탄올 추출물의 전자공여능이 높은 것으로 확인되었다. 또한 Phenolic acid와 flavonoid등의 폴리 페놀성 물질이 전자공여능의 항산화작용의 지표로 작용하며, 폴리 페놀화합물의 함량이 많을수록 전자공여능은 증가한다는 보고 (Kang *et al.*, 1996)와 본 연구결과와도 같은 경향을 나타냈다.

3) Superoxide dismutase (SOD) 활성 측정

SOD 효소는 식물이나 동물에 있어 활성산소를 제거하는 항산화 효소로 이러한 SOD 유사활성을 갖는 항산화물질로는

**Table 4.** Superoxide dismutase like activity of durian (*Durio zibethinus*) extract.

	Superoxide dismutase like activity (%)*	
	Water	EtOH
Seed	9.52 ± 0.22a***y**	15.16 ± 0.70a***x**
Sarcocarp	2.26 ± 0.63cy	5.76 ± 0.57bx
Peel	6.01 ± 0.38by	10.78 ± 0.89abx

\*Each value is mean ± SD (n = 3).

\*\*Mean with same letters (x,y) are not significantly different by Student's test (p < 0.05).

\*\*\*Mean with same letters (a-c) are not significantly different by Duncan's multiple range test (p < 0.05).

carotenoids, tocopherols, ascorbic acid, phenols 등이 대표적이며, 특히 phenolic acids, flavonoids, biflavonoids, anthocyanins 및 isoflavonoids와 같은 페놀성 화합물들은 항산화뿐만 아니라 항돌연변이, 항암, 항균, 항바이러스 효과가 있다 (Kawk and Kim, 2009).

추출물별 1.0 mg/ml 농도에서 물과 에탄올 추출물 각각 씨에서는 9.52 ± 0.22%, 15.16 ± 0.70%, 과육에서는 2.26 ± 0.63%, 5.76 ± 0.57% 및 과피에서는 6.01 ± 0.38%, 10.78 ± 0.89%로 나타났으며, 두 가지 추출물 모두 씨 > 과피 > 과육의 순으로 활성이 나타났다. 추출 용매별로는 부위에 관계없이 에탄올이 물 추출물보다 높게 나타났다. SOD 유사활성은 씨의 에탄올 추출물에서 15.16 ± 0.70%로 가장 높았다.

한약재의 SOD 유사활성이 1.0 mg/ml 농도에서 오미자 물 추출물은 51.2%, 에탄올 추출물은 53.6% (Kwon and Park, 2008), 작약의 물과 에탄올 추출물은 각각 49%와 56% (Choi et al., 2008) 및 유근피의 물과 에탄올 추출물이 각각 53.3%와 38.3% (Jeong and Kim, 2012)인 것과 비교하면 두리안 물과 에탄올 추출물의 SOD 유사활성은 매우 낮았다.

**4) 아질산염 소거능측정**

아질산염은 amine유와 반응하여 nitrosamine을 생성하는 것으로 알려져 있고 이들 일부는 체내에서 diazoalkane으로 전환되어 핵산이나 단백질 등의 세포내 성분들을 alkyl화 함으로써 암을 유발하는 것으로 알려져 있다. 이러한 nitrosamine의 생성 억제 기전과 관련하여 phenol계 유도체들이 nitroso 화합물의 생성을 억제한다는 알려져 있다 (Lim et al., 2007). 두리안의 부위별 아질산염 소거능은 Table 5와 같다.

1.0 mg/g의 농도에서 측정된 결과 pH 2.5에서 물 추출물은 씨 10.41 ± 0.54%, 과육 11.41 ± 0.49%, 과피 10.81 ± 0.55%로 나타났고, 에탄올 추출물은 씨 10.66 ± 0.46%, 과육 12.48 ± 0.58%, 과피 11.69 ± 0.67%로 나타나 부위별, 추출용매별 유의한 차이가 없었다.

pH 4.2에서 물 추출물은 씨 9.33 ± 0.62%, 과육 6.10 ± 0.84%, 과피 5.63 ± 0.23%로 씨 > 과육 > 과피 순으로 소거능이 나타

**Table 5.** Nitrite scavenging ability of durian (*Durio zibethinus*) extract.

	pH	Nitrite scavenging ability (%)*	
		Water	EtOH
Seed	2.5	10.41 ± 0.54b***x**	10.66 ± 0.46b***x**
Sarcocarp		11.41 ± 0.49bx	12.48 ± 0.58bx
Peel		10.81 ± 0.55bx	11.69 ± 0.67bx
BHT		45.85 ± 0.91a	
Seed	4.2	9.33 ± 0.62b***x**	10.40 ± 0.30b***x**
Sarcocarp		6.10 ± 0.48cy	10.92 ± 0.36bx
Peel		5.63 ± 0.23cx	6.33 ± 0.56cx
BHT		26.87 ± 0.49a	

\*Each value is mean ± SD (n = 3).

\*\*Mean with same letters (x,y) are not significantly different by Student's test (p < 0.05).

\*\*\*Mean with same letters (a-c) are not significantly different by Duncan's multiple range test (p < 0.05).

났고, 에탄올 추출물은 씨 10.40 ± 0.30%, 과육 10.92 ± 0.36%, 과피 6.33 ± 0.56%로 씨, 과육에서 과피보다 높은 소거능을 보였다. 추출용매별로는 과육의 에탄올 추출물이 물 추출물보다 높게 나타났다.

두리안의 아질산염 소거능은, 비파의 씨를 제거한 과실이 86%, 종자 84%, 잎 60%, 과피 57%, 과육35% (Bae et al., 2002)와 1,000 ppm 농도에서 당귀, 목통, 골담초 등의 한약재 추출물이 3342%인 결과 (Park, 2011)와 비교하면 매우 낮은 소거능을 나타냈다.

**5) Hydroxy radical 소거 활성 측정**

Hydroxy radical (OH)은 활성산소 중 반응성이 매우 강하여 생체 산화에 주된 역할을 하는 것으로 알려져 있으며 (Chung et al., 1997), DNA의 핵산과 결합함으로써 손상을 일으켜 발암성, 돌연변이 및 세포독성을 유발하게 되며, 지질 과산화 과정에서 빠른 개시제로서 작용하게 되는데, hydroxyl radical 소거 활성은 지질과산화 과정의 진행을 직접적으로 방해하거나, 활성화된 산소종을 소거함으로써 연쇄 반응을 저해

**Table 6.** Hydroxy radical scavenging activity of durian (*Durio zibethinus*) extract.

	Hydroxy radical scavenging activity (%)*	
	Water	EtOH
Seed	58.27 ± 1.13a***x**	54.98 ± 1.42a***y**
Sarcocarp	25.63 ± 1.43cx	19.82 ± 1.09cy
Peel	43.68 ± 1.27bx	38.77 ± 1.40by
BHT	39.65 ± 2.45b	39.65 ± 2.45b

\*Each value is mean ± SD (n = 3).

\*\*Mean with same letters (x,y) are not significantly different by Student's test (p < 0.05).

\*\*\*Mean with same letters (a-c) are not significantly different by Duncan's multiple range test (p < 0.05).

하기 때문이라고 보고되어 있다 (Manian *et al.*, 2008).

Table 6은 두리안 추출물의 Hydroxy radical 소거활성을 나타낸 것이다.

두리안의 부위별, 추출물별 Hydroxy radical 소거활성은 1.0 mg/ml 농도에서 물과 에탄올 추출물에서 각각 씨 58.27 ± 1.13%와 54.98 ± 1.42%, 과육 25.63 ± 1.43%와 19.82 ± 1.09% 및 과피 43.68 ± 1.27%와 38.77 ± 1.40%로 씨 > 과피 > 과육의 순으로 나타났으며, 추출용매 간에는 물 추출물이 에탄올 추출물 보다 높게 나타났다. 씨의 물 추출물에서 58.27 ± 1.13% 가장 높은 소거활성을 나타냈다. 합성항산화제인 BHT의 39.65 ± 2.45%와 비교하면 씨와 과피의 물과 에탄올 추출물 모두 BHT 보다 높은 Hydroxy radical 소거활성을 나타냈다.

복분자 안토시아닌 분획물의 hydroxy radical 소거활성을 합성 항산화제와 식물기원의 polyphenol 화합물과 비교한 결과, 모든 처리에서 농도 의존적으로 hydroxy radical 소거활성이 증가한 경향을 나타낸다는 보고 (Choung and Lim, 2012)와 같이 본 연구에서도 같은 경향을 나타냈다.

두리안의 부위별 물 및 에탄올 추출물의 항산화활성을 조사한 결과 SOD 유사활성 및 아질산염 소거능은 현저히 낮았지만, 폴리페놀 함량은 씨와 과피의 에탄올 추출물에서 비교적 높게 나타났고, DPPH 라디칼 소거능은 씨의 에탄올 추출물과 과피의 물 추출물에서 천연 항산화제인 비타민 C 보다 높았으며, Hydroxy radical 소거활성은 씨와 과피의 물 및 에탄올 추출물에서 합성 항산화제인 BHT 보다 높게 나타나 이들 부위를 이용한 기능성 생리활성물질로의 이용이나 용도 개발의 가능성이 기대된다.

## 감사의 글

이 논문은 2011년도 중부대학교 학술연구비 지원에 의하여 수행된 연구결과로 이에 감사드립니다.

## LITERATURE CITED

- Amin AM, Ahmad AS and Yin YY. (2007). Extraction, purification and characterization of durian(*Durio zibethimus*) seed gum. Food Hydrocolloids. 21:273-279.
- Arancibia-Avila P, Toledo F, Park YS, Jung ST, Kang SG, Heo BG, Lee SH, Sajewicz M, Kowalska T and Gorinstein S. (2008). Antioxidant properties of durian fruit as influenced by ripening. Food Science and Technology. 41:2118-2125.
- Ashraf MA, Maah MJ and Yusoff I. (2011). Study of antioxidant potential of tropical fruit durian. Asian Journal of Chemistry. 23:3357-3358.
- Bae YI, Jeong CH and Shim KH. (2002). Nitrite-scavenging and antimutagenic effects of various solvent extract from different parts of loquat(*Eriobotrya japonica* Lindl.). Korean Journal of Food Preservation. 9:92-96.
- Chansiripomchai P, Chansiripomchai N and Pongsamart S. (2012). Antibacterial activity of polysaccharide gel from durian rinds against staphylococcus intermedius isolated from dogs. The Indian Veterinary Journal. 89:74-75.
- Choi JH, Kim KY and Lee JC. (1998). Effects of pre-pressing condition on quality of pear juice. Korean Journal of Food Science and Technology. 30:827-831.
- Choi JH and Oh SK. (1985). Studies on the antiaging Action of korean ginseng. Korean Journal of Food Science and Technology. 17:506-515.
- Choi MA, Kim ML and Park CS. (2008). The antibacterial and antioxidative activities of extracts from Samultang ingredients. Korean Journal Food Cookery Science. 24:52-58.
- Choi SR, You DH, Kim JY, Park CB, Kim DY and Ryu J. (2009). Antioxidant activity of methanol extracts from *Cudrania tricuspidata* Bureau according to harvesting parts and time. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 17:115120.
- Choi SY, Cho HS and Sung NJ. (2006). The antioxidative and nitrite scavenging ability of solvent extracts from wild grape(*Vitis coignetiea*) skin. Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition. 35:961-966.
- Choung MY and Lim JD. (2012). Antioxidant, anticancer and immune activation of anthocyanin fraction from *Rubus coreanus* Miquel fruits(Bokbunja). Korean Journal of Medicinal Crop Science. 20:259-269.
- Folin O and Denis W. (1915). A colorimetric method for determination of phenols(phenol derivatives) in urine. Journal of Biological Chemistry. 22:305-308.
- Gorinstein S, Poovarodom S and Leontowicz H. (2011). Antioxidant properties and bioactive constituents of some rare exotic Thai fruits and comparison with conventional fruits. Food Research International. 44:2222-2232.
- Ha SH. (2006). Herb. Academi press. Seoul, Korea. p.461-465.
- Halliwel B, Aeschbach R, Loliger J and Aruoma OI. (1995). The characterization of antioxidants. Food and Chemical Toxicology. 33:601-617.
- Halliwel B, Gutteridge JM, and Aruoma OI. (1987). The deoxyribose method: a simple "test tube" assay for determination of rate constants for reactions of hydroxyl radicals. Analytical Biochemistry. 165:215-219.
- Han SH, Woo NRY, Lee SD and Kang MH. (2006). Antioxidative and antibacterial activities of endermic plants extracts in Korea. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 14:49-55.
- Jeong KY and Kim ML. (2012). Physiological activities of *Ulmus pumila* L. extracts. Korean Journal of Food Preservation. 19:104-109.
- Kang YH, Park YK and Lee GD. (1996). The nitrite scavenging and electron donating ability of phenolic compounds. Korean Journal of Food Science. 28:232-239.
- Kato H, Lee IE, Chuyen NV, Kim SB and Hayase F. (1987). Inhibition of nitrosamine formation by nondialyzable melanoidines. Agricultural and Biological Chemistry. 51:1333-1338.
- Kawk YJ and Kim JS. (2009). Changes of chlorophyll and SOD like activities of Chinese chives dehydrated at different heat treatments. Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition. 38:879-884.

- Kim HK, Jo KS, Shin DB and Kim IH.** (1987). Effects of phosphate complex treatment on the quality of dried garlic flakes. *Korean Journal of Food Science and Technology*. 19:75-80.
- Kwon HJ and Park CS.** (2008). Biological activities of extracts from Omija(*Schizandra chinensis* Baillon). *Korean Journal of Food Preservation*. 15:587-592.
- Kwon JI, Lee HK, Park HJ, Kwon TO, Choi HR and Song JY.** (2011). Screening of biological activities to different ethanol extracts of *Rubus coreanus* Miq. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 19:325-333.
- Lee SG, Yu MH, Lee SP and Lee IS.** (2008). Antioxidant activities and induction of apoptosis by methanol extracts from avocado. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*. 37:269-275.
- Lee JH and Lee SR.** (1994). Analysis of phenolic substances content on Korea plant foods. *Korean Journal of Food Science and Technology*. 26:310-316.
- Lim JA, Yun BW and Baek SH.** (2007). Antioxidative activity and nitrite scavenging ability of methanol extract from *Salvia plebeia* R. Br. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 15:183-188.
- Lim DK, Choi U and Shin DH.** (1996). Antioxidative activity of ethanol extract from Korean medicinal plants. *Korean Journal of Food Science and Technology*. 28:83-89.
- Manian R, Anusuya N, Siddhyraju P and Manian S.** (2008). The antioxidant activity and free radical scavenging potential of two different solvent extracts of *Camellia sinensis* (L.) O. Kuntz, *Ficus bengalensis* L. and *Ficus racemosa* L. *Food Chemistry*. 107:1000-1007.
- Marklund S and Marklund G.** (1974). Involvement of superoxide anion radical in the oxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase. *European Journal of Biochemistry*. 47:468-474.
- Miller GL.** (1959). Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Analytical Chemistry*. 31:426.
- Moon JS, Kim SJ, Park YM, Hwang IS, Kim EH, Park JW, Park IB, Kim W, Kang SG, Park YK and Jung ST.** (2004). Activities of anti-oxidation and alcohol dehydrogenase inhibition of methanol extracts from some medicinal herbs. *Korean Journal of Food Processing and Preservation*. 11:201-206.
- Mokhtar MF, Latib EHA and Sufian S.** (2013). Preparation of activated carbon from durian shell and seed. *Advanced Materials Research*. 626:887-891.
- Park CS.** (2008). Antioxidative and nitrite scavenging abilities of medicinal plant extracts. *Korean Journal of Food Preservation*. 12:631-636.
- Park GS, An KW and An YS.** (2012). Durian. Chunnam National University Press. Kwangju, Korea. p.10-31.
- Park SM, Choi YM, Kim YH, Ham HM, Jeong HS and Lee JS.** (2011). Antioxidant content and activity in methanolic extracts from colored barley. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*. 40:1043-1047.
- Pimpa W, Pimpa C and Jungsangree P.** (2012). Development of biodegradable films based on durian seed starch. *Advanced Materials Research*. 506:311-314.
- Ryu IH and Kwon TH.** (2012). The antioxidative effect and ingredients of oil extracted from *Schizandra chinensis* seed. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 20:6371.
- Son HJ and Ryu GH.** (2009). Chemical compositions and antioxidant activity of extract from a extruded white ginseng. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*. 38:946-950.
- Zhishen JT, Mengcheng and Jianming W.** (1999). The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chemistry*. 64:555-559.