



## 복분자 추출물을 첨가한 돈육패티의 항산화 활성평가

박선영 · 진구복\*

전남대학교 동물자원학부 및 농업과학기술연구소

### Evaluation of Antioxidant Activity in Pork Patties Containing Bokbunja (*Rubus coreanus*) Extract

Sun Young Park and Koo Bok Chin\*

Department of Animal Science and Institute of Agricultural Science and Technology,  
Chonnam National University, Gwangju 500-600, Korea

#### ABSTRACT

This study was performed to investigate the physicochemical properties and antioxidative activities of water or methanol extracts of Bokbunja (*Rubus coreanus*), and pork patties containing bokbunja extract at various levels. The total phenolic content of methanol extract (6.76 g/100 g, dry base) was higher than that of water extract (3.38 g/100 g, dry base). In addition, methanol extract had higher 1,1'-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging activity than water extract at low concentrations (0.025-0.1%). However, no significant differences were found at high concentrations (0.2% or higher) ( $p>0.05$ ). The DPPH radical scavenging activities of methanol and water extracts were 76.97% and 74.87% at 0.2% level, respectively. The lightness and yellowness values of pork patties containing Bokbunja extract decreased with increasing concentrations. The thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) in pork patties with Bokbunja extract were lower than that of the control ( $p<0.05$ ). The antioxidative activities increased with increasing concentrations of Bokbunja extract. In conclusion, Bokbunja extract might be used as a natural antioxidant in meat products, however levels lower than 3% will be required to prevent quality defects in pork patties.

**Key words:** antioxidative activity, water and methanol extract, Bokbunja (*Rubus coreanus*), pork patty

#### 서 론

최근 소비자들의 건강지향적인 문화가 유행하게 되면서 식품의 양적인 면보다는 질적인 면을 더욱 선호하게 되었다. 이로 인해 식생활에 대한 소비자들의 욕구를 충족시키기 위해 지방과 콜레스테롤 함량을 감소시킨 제품이 증가하고 있으며, 항산화 및 항균 효과를 갖는 기능성 첨가물을 식품에 첨가한 기능성 식품의 개발이 활발히 진행되고 있는 추세이다. 이러한 항산화제는 산소를 제거하거나 흡수하는 것이 아니라 자유라디칼과 반응함으로써 특정 비타민류와 필수 아미노산 등의 손실을 최소화 하거나, 유제품의 산패를 지연 또는 방지하는 목적으로 사용 된다 (Lee *et al.*, 2005). 대표적인 항산화제로는 butylated

hydroxyanisole(BHA), butylated hydroxytoluene(BHT) 등이 있다(우 등, 2001). 그러나 이러한 합성 항산화 물질들은 폐 손상을 야기시키는 독성물질을 생성하는 것으로 알려져 있다(조와 김, 1998). 이러한 이유로 합성항산화물질이 첨가된 제품의 소비가 감소하게 되었고 합성항산화제를 대체하기 위한 천연 항산화제의 개발이 필요하게 되었다. 특히 식물로부터 유래되는 천연 물질들은 항산화력을 갖는 phenolic acid, flavonoids, anthocyanins, tannins, lignanas, and catechin 등을 다량 포함하고 있다(Liyana-Pathirana *et al.*, 2006).

이러한 천연물질 중 *Rubus*종에 속하는 복분자(Bokbunja: *Rubus coreanus*)는 '복분자 딸기의 열매'를 이르는 말로 장미과의 낙엽관목으로 중국이 원산지이고 일본과 우리나라에도 널리 분포한다. 우리나라에서는 제주도를 포함한 남부지방 및 중부지방의 해발 50~1,000 m의 산기슭의 양지에 자생하며, 5~6월에 흰 꽃이 피고 7~8월에 열매가 성숙되는데 장과는 둥글고 붉은색으로 익은 후 검붉은 색으로 완숙되어 달고 신맛과 독특한 향을 갖는다. 산딸기의

\*Corresponding author : Koo Bok Chin, Dept. of Animal Science, Chonnam National University, PukGwangju, P.O. Box 205, Gwangju 500-600, Korea. Tel: 82-62-530-2121, Fax: 82-62-530-2129, E-mail: kbchin@chonnam.ac.kr

종류에는 줄딸기, 섬딸기, 곰딸기, 장딸기 등이 있는데 나무딸기를 복분자라 한다(Shin *et al.*, 2003). 동속식물로는 미국 및 유럽에 raspberry, blackberry 등이 식용으로 많이 사용되며, 우리나라에서는 산딸기, 오엽딸기, 명석딸기 등이 자생한다. 복분자에 함유되어있는 성분으로는 malic acid, tartaric acid, astragaloside, cyanidin-3-sophoroside 외에 nigaichigoside 등이 함유되어 있고 한방에서는 과실을 강장, 강정 외에 지갈약으로서 사용한다(김과 김, 2001). 또한 복분자는 항산화와 항암작용에 관여하는 phytochemical을 포함하고 있으며, 이를 이용한 건강식품개발이 광범위하게 진행되고 있다(Anttonen and Karjalainen, 2005). 복분자 열매에 대한 연구로 Yoon 등(2003a)은 복분자 열매 100 g중 0.25 mg의 quercetin을 포함한다고 보고하였다. 또한 Shin 등(2003)은 복분자 딸기가 222 mg/g의 총 페놀성 화합물을 포함하며, 98% 이상의 높은 angiotensin I-converting enzyme(ACE)활성 저해율을 보였고 복분자 내 안토시아닌의 함량 분석 결과 건조된 복분자 열매 내 325 mg/g을 포함하고 있어 항산화효과에 지대한 역할을 한다고 보고하였다. 하지만 이러한 복분자 자체의 생리활성과 항산화력에 대한 연구는 활발히 진행되어지고 있는 반면에 복분자를 육가공품에 직접 적용한 연구는 미흡한 실정이다.

따라서 본 실험의 목적은 모델연구를 통해 복분자 딸기의 항산화 효능을 확인하고 돈육패티에 직접 적용함으로써 복분자의 식육가공품에 이용가능성을 평가하기 위하여 실시하였다.

## 재료 및 방법

### 공시 재료

본 실험에 사용한 복분자 딸기(*Rubus coreanus*)는 2006년 6월에 수확된 것을 구입하였고, 추출은 메탄올을 이용한 추출과 열수 추출을 실시하였다. 메탄올 추출은 복분자 30 g을 메탄올 100 mL를 이용하여 추출한 후 여과지(Whatman No. 42)를 이용하여 여과하였다. 여과되지 않은 잔류물은 메탄올 100 mL를 이용해 다시 추출하였으며 이러한 과정은 5번 반복되었다. 추출물로부터 메탄올을 제거하기 위해 감압 농축한 후 동결건조하여 냉동 보관하였다. 물 추출물은 메탄올 추출과 동일한 방법으로 추출하였고 여과된 액은 -70°C에서 동결시킨 후 동결 건조하여 냉동 보관하였다.

### 항산화력 측정

#### 1) Total phenolic content

복분자 딸기의 총 페놀성 화합물 함량은 Folin-Ciocalteu (Lin and Tang, 2007)의 방법에 따라 측정하였다. 각각의 추출 용액 0.1 mL와 증류수 2.8 mL를 첨가한 후 2%

sodium carbonate 2 mL와 50% Folin-Ciocalteu 0.1 mL를 넣고 30 분간 실온에서 방치한 후 750 nm에서 흡광도를 측정하였고 표준곡선으로는 gallic acid를 이용하였다.

#### 2) DPPH(1,1'-diphenyl-2-picrylhydrazyl)-radical scavenging activity

DPPH에 대한 전자공여능은 Huang 등(2006)의 방법에 따라 측정하였다. 메탄올과 증류수에 녹인 각각의 시료(0, 0.025, 0.05, 0.1, 0.2 and 0.5%) 4 mL와 DPPH (0.2 mM in methanol)용액 1 mL를 혼합하고 30분간 실온에서 암실 보관한 후 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조구로는 ascorbic acid를 이용하였고 DPPH-radical scavenging activity를 아래의 식에 의해 값을 산출하였다.

$$\text{DPPH-radical scavenging activity}(\%) = (1 - A/B) \times 100$$

A: 시료 첨가시의 흡광도

B: 시료 무 첨가시의 흡광도

#### 3) Iron chelation ability

복분자 추출물의 iron chelation ability는 Huang *et al.* (2006)의 방법에 따라 측정하였다. 30 mM hexamin, 30 mM potassium chloride와 9 mM ferrous 혼합액 2 mL에 메탄올과 증류수에 녹인 각각의 시료(0, 0.025, 0.05, 0.1, 0.2, and 0.5%) 2 mL를 첨가한 후 1 mM tetramethyl murexide를 200  $\mu$ L 혼합하였다. 혼합물은 3분간 실온에서 반응시킨 후 485 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로는 ethylenediaminetetraacetic acid(EDTA)를 사용하였고 아래의 식을 이용하여 값을 산출하였다.

$$\text{Iron chelation activity}(\%) = (1 - A/B) \times 100$$

A: 시료 첨가시의 흡광도

B: 시료 무 첨가시의 흡광도

#### 4) Reducing activity

Huang 등(2006)의 방법에 따라 reducing activity를 측정하였다. 메탄올과 증류수에 녹인 각각의 시료(0, 0.025, 0.05, 0.1, 0.2 and 0.5%) 2.5 mL와 200 mM sodium phosphate buffer(pH 6.6) 2.5 mL 그리고 potassium ferricyanide(10 mg/mL) 2.5 mL를 혼합한 후 50°C에서 20 분간 배양하였다. 배양 후 trichloroacetic acid(100 mg/mL)시약 2.5 mL를 가해 혼합한 후 200 $\times$ g에서 10분간 원심분리 하였다. 원심분리 후 상층부 5 mL와 증류수 5 mL, 그리고 ferric chloride(1 mg/mL) 1 mL를 혼합한 후 700 nm에서 흡광도를 측정하였다.

### 분쇄육 제조

돈육 후지 부분에 있는 과도한 지방과 결체조직을 제거

한 후 만육기(Meat chopper, M-12s, 한국후지공업주식회사, 한국)를 이용하여 균질화 하였다. 균질화 된 시료와 첨가물을 혼합기(EF20, Crypto Peerless Ltd., Birmingham, England)를 이용하여 혼합한 후 만육기를 이용하여 재 균질화 시킨 후 패티 모양으로 정형화 하였다. 제조된 패티는 스티로폼 케이스를 이용하여 합기 포장한 후 4°C에서 저장 하였으며 이화학적 검사와 미생물 검사는 0, 1, 3, 7, 10일 그리고 지방산패는 thiobarbituric acid reactive substances(TBARS)는 0, 3, 7, 10일에 각각 실시하였다.

## 품질평가

### 1) 일반성분 검사 및 pH

일반성분 분석은 AOAC(1995)방법에 의하여 수분(dry oven 법, 102°C, 16시간 건조), 조단백질(Kjeltech auto system, Buchi B-322, Switzerland) 및 조지방(Soexhlet) 함량을 측정하였다.

pH는 시료 10 g과 증류수 90 mL를 균질화 시킨 후 pH-meter(Model 340, Mettler-Toledo, Schwarzenbach, Switzerland)를 이용하여 5회 반복 측정하였으며 평균값을 구하였다.

### 2) 육색 검사

색도 측정은 Chroma meter(CR-200, Minolta Corporation, Ramsey, NJ, USA)를 이용하여 분쇄육 표면의 명도(Hunter L, lightness), 적색도(Hunter a, redness) 및 황색도(Hunter b, yellowness)를 5회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다. 본 실험에 사용된 표준백판의 값은 L\*=91.1, a\*=1.28, b\*=-1.54인 calibration plate를 사용하였다.

### 3) Thiobarbituric acid reactive substance(TBARS)

Malondialdehyde의 생성량을 측정하여 지방 산패량을 측정하는 thiobarbituric acid reactive substance(TBARS)는 Witte 등(1970)의 방법에 의하여 측정하였다. 균질화된 시료 20 g과 20% trichloroacetic acid 50 mL를 2분간 균질 시킨 후 증류수를 첨가하여 총량을 100 mL로 맞추고 여과지(Whatman No.1)를 이용하여 용액의 50 mL를 여과 시켰다. 여과된 용액의 5 mL를 취하여 0.005 M thiobarbituric acid(TBA)시약과 혼합한 후 15시간 실온에서 암소 보관하여 반응 시킨 뒤 530 nm에서 흡광도를 측정하였다. TBARS 값은 다음과 같은 식에 의해 산출하였다.

$$\text{TBARS value(mg of malondialdehyde/kg of sample)} \\ = \text{O.D} \times 5.2$$

### 4) 미생물 검사

균질화된 시료 10 g을 멸균 증류수 90 mL와 혼합한 후 정적 희석배율로 희석한 후 총균수는 plate count agar

(PCA), 대장균균수는 violet red bile agar(VRB)에 각각 접종하였고 37°C에서 24~48시간 배양 후 균락수를 측정하여 그 결과를 log CFU/g으로 나타내었다.

## 통계분석

본 실험의 통계처리는 SPSS software program(SPSS, 1995)을 이용하여 이원배치 분산분석(two-way ANOVA)에 의해 수행되었으며 사후분석은  $\alpha=0.05$  유의 수준에서 Duncan's multiple range test에 의하여 검정하였다.

## 결과 및 고찰

### 복분자 딸기의 항산화 활성

#### 1) 총 페놀성 화합물 함량 및 고형분 함량

물 및 메탄올을 이용한 추출물의 고형분 함량과 총 페놀성 화합물 함량은 Table 1과 같다. 물과 메탄올 추출물의 고형분 수율은 각각 7.58%와 10.72% 였다. 총 페놀성 화합물의 함량은 건물기준 100 g 당 물 추출물이 3.38 g, 메탄올 추출물이 6.76 g의 수준으로 추출 용매간에 유의적인 차이( $p<0.05$ )를 보여 메탄올을 이용하여 추출하였을때 더 많은 페놀성 화합물이 추출된 것을 알 수 있다. Cha 등(2001b)은 메탄올, 열수, 아세톤을 이용하여 복분자 내 페놀성 화합물의 함량을 측정한 결과 메탄올의 경우 5.02 g/100 g, 아세톤을 이용하였을 경우 5.87 g/100 g 그리고 물을 이용한 경우 3.76 g/100 g의 페놀함량을 나타내어 본 실험의 결과와 유사한 경향을 나타내었다. 또한 Yoon 등(2003b)은 추출조건에 따라서 페놀성 화합물의 추출 양에 변화가 있다고 보고하였다. 즉 시료에 대한 용매비가 증가할수록 고형분 함량 및 페놀성 화합물 함량이 증가하고, 총 페놀성 화합물 함량의 경우 에탄올의 농도에 따라 영향을 받는 것으로 나타났다.

#### 2) DPPH radical scavenging activity

전자공여능 측정에 사용되는 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH)는 비교적 안정한 라디칼을 갖는 물질로 다른 자

**Table 1. The contents of total phenolic compound and recovery yield as affected by extraction solvent**

Parameters	Extraction solvents	
	Water	Methanol
Total phenolic compound contents (g/100 g, dry base)	3.38 <sup>b</sup> ± 0.74 <sup>1)</sup>	6.76 <sup>a</sup> ± 0.84
Recovery yield (%)	7.58 ± 1.78	10.72 ± 2.28

<sup>a,b</sup>Means having same superscripts within same raw are not different ( $p>0.05$ ).

<sup>1)</sup>Means ± standard deviations.

유 라디칼들과 결합하여 안정한 복합체를 만들고 있어 항산화 활성이 있는 물질과 결합하면 라디칼이 소거되어 탈색되는 것을 비색 정량하여 항산화 활성을 검정 한다(Kim and Joo, 2005). 또한 DPPH radical scavenging은 비교적 짧은 시간 내에 측정할 수 있어 항산화 측정실험에 넓게 사용되고 있다(Que *et al.*, 2006).

물과 메탄올 추출물을 이용한 전자공여능 측정 결과는 Table 2와 같다. 복분자 물 추출물과 메탄올 추출물의 농도가 증가할수록 전자공여능도 증가하는 경향을 보였다 ( $p < 0.05$ ). 복분자 물 추출물은 0.2% 이상의 농도에서 가장 강한 전자공여능을 갖는 반면 메탄올 추출물은 0.1% 이상의 농도에서 강한 전자공여능을 가졌다. 0.1%까지의 농도에서는 메탄올 추출물이 물 추출물에 비해 유의적으로 높은 DPPH radical scavenging activity를 보였으나 ( $p < 0.05$ ) 0.2% 이상의 추출물 농도에서는 추출용매 간에 유의적 차이를 나타내지 않았다( $p > 0.05$ ). 이에 반해 대조구로 사용한 L-ascorbic acid의 경우 0.025%의 낮은 농도에서도 80% 이상의 높은 전자공여능을 보여 물 및 메탄올 추출물과는 다소 많은 차이를 나타내었다. 전반적으로 전자공여능은 L-ascorbic acid > 메탄올 추출물 > 물 추출물 순으로 나타났다. 총 폴리페놀 함량과 전자공여 작용에는 밀접한 관계가 있어 총 폴리페놀 함량이 높을수록 전자공여능도 증가하는 것으로 알려져 있으며 본 실험에

서 메탄올 추출물의 총 페놀성 화합물의 함량이 높았기에 따라 전자공여능 역시 유기용매인 메탄올 추출물이 물 추출물에 비해 전자공여능이 높게 나타나는 것을 확인할 수 있었다. 이와 같은 결과는 물 추출물에 비해 메탄올 추출물의 경우 추출물 내에 전자공여능에 관여하는 물질을 더 많이 포함하여 추출되었다고 사료된다. Cha 등 (2001b)의 복분자 열매를 물, 아세톤 및 메탄올을 이용하여 추출한 추출물들의 총 폴리페놀 함량 및 생리활성을 실험한 결과에 있어서도 복분자 열수 추출물과 메탄올 추출물의 전자공여능이 약 82~88%를 나타내 본 실험의 결과와 유사한 경향을 나타내었다. 또한 Shin 등 (2003)은 복분자 열수 추출물이 1%농도에서 60% 이상의 전자공여능을 보였다고 보고하였다. Cho 등(2005)은 복분자를 이용하여 열수 및 에탄올로 추출하여 항산화성을 측정한 결과 총 폴리페놀 함량은 열수 추출물이 많았지만 에탄올 추출물이 더 높은 전자공여능을 보여 총 페놀 함량 중 항산화 효과에 영향을 미치는 페놀 물질은 열수보다 에탄올에 의해 더 많이 용출된다고 보고하였다.

### 3) Iron chelation ability

물 및 메탄올 추출물의 iron chelation ability 결과는 Table 2와 같다. 물 추출물의 경우 2.71-7.37%의 수준을 보였으며 0.05%와 0.10%에서 유의적 차이( $p < 0.05$ )를 보였다. 메

**Table 2. Antioxidant effects of various extraction solvent for *Rubus coreanus* extract**

Parameters	Extracts		Concentration					
			0.00	0.025	0.05	0.10	0.20	0.50
DPPH radical scavenging activity	Water	Means	0.00 <sup>e</sup>	17.24 <sup>dZ</sup>	27.80 <sup>eZ</sup>	54.92 <sup>bZ</sup>	74.87 <sup>aY</sup>	67.39 <sup>aY</sup>
		STD	0.00	2.34	2.95	2.78	2.73	10.20
	Methanol	Means	0.00 <sup>d</sup>	33.63 <sup>cY</sup>	51.70 <sup>bY</sup>	73.74 <sup>aY</sup>	76.97 <sup>aY</sup>	73.21 <sup>aY</sup>
		STD	0.00	2.71	2.57	5.94	1.54	5.64
	Standard <sup>1</sup>	Means	0.00 <sup>b</sup>	84.97 <sup>aX</sup>	84.23 <sup>aX</sup>	84.65 <sup>aX</sup>	84.46 <sup>aX</sup>	84.65 <sup>aX</sup>
		STD	0.00	0.90	2.18	0.55	1.51	1.31
Iron chelating activity	Water	Means	0.00 <sup>c</sup>	2.71 <sup>bY</sup>	2.68 <sup>bY</sup>	7.37 <sup>aY</sup>	6.97 <sup>aY</sup>	-
		STD	0.00	0.54	0.63	0.30	1.24	-
	Methanol	Means	0.00 <sup>b</sup>	5.50 <sup>aY</sup>	5.82 <sup>aY</sup>	6.64 <sup>aY</sup>	5.75 <sup>aY</sup>	-
		STD	0.00	1.93	0.69	1.18	1.42	-
	Standard <sup>2</sup>	Means	0.00 <sup>e</sup>	15.39 <sup>dX</sup>	58.81 <sup>cX</sup>	76.97 <sup>bX</sup>	89.00 <sup>aX</sup>	-
		STD	0.00	2.59	6.39	4.30	2.98	-
Reducing power	Water	Means	0.17 <sup>c</sup>	0.19 <sup>cY</sup>	0.21 <sup>cY</sup>	0.24 <sup>bcY</sup>	0.30 <sup>bY</sup>	0.69 <sup>aY</sup>
		STD	0.04	0.04	0.04	0.02	0.06	0.13
	Methanol	Means	0.14 <sup>e</sup>	0.17 <sup>deY</sup>	0.23 <sup>cdY</sup>	0.26 <sup>cY</sup>	0.39 <sup>bY</sup>	0.67 <sup>aY</sup>
		STD	0.01	0.01	0.04	0.03	0.06	0.05
	Standard <sup>1</sup>	Means	0.15 <sup>c</sup>	1.51 <sup>bX</sup>	1.54 <sup>bX</sup>	1.57 <sup>bX</sup>	1.90 <sup>aX</sup>	1.96 <sup>aX</sup>
		STD	0.01	0.11	0.13	0.10	0.14	0.12

<sup>a-c</sup>Means having same superscripts within same raw are not different ( $p > 0.05$ ).

<sup>x-z</sup>Means having same superscripts within same column are not different ( $p > 0.05$ ).

<sup>1</sup>Standard = L-ascorbic acid; <sup>2</sup>Standard = Ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA).

탄을 추출물은 5.50-6.64%의 결과를 보였으며 농도별로 유의적 차이를 보이지 않았고 물 추출물과 메탄을 추출물 간에도 유의적 차이가 나타나지 않았다( $p>0.05$ ). 대조구인 EDTA의 iron chelation ability는 15.39~89.0%로 농도가 증가 할수록 chelation ability가 증가하는 경향을 보였다. 대조구와 비교하여 볼 때 물 및 메탄을 추출물의 iron chelation ability는 아주 미비한 효과를 나타내었다. Que 등(2006)은 yellow wine과 concentrated wine을 이용하여 antioxidant activity를 측정 하였으며, 그 결과 97.9%, 95.7%의 높은 항산화력을 보였고 DPPH 라디칼 소거능 측정결과 역시 높은 수치를 나타냈다. 이에 반해 iron chelating ability 측정결과는 대조구인 EDTA에 비해 1.8~4.6%로 아주 낮은 수치를 나타내어 peroxidation protector와 iron chelation ability는 관계가 없다고 보고하였다. 이러한 결과는 복분자 추출물의 peroxidation protector 능력과 iron chelation ability는 상호관계가 없음을 시사한다.

#### 4) Reducing power

물과 메탄을 추출물의 환원력 측정 결과는 Table 2와 같다. 물 및 메탄을 추출물과 대조구 모두에서 농도가 증가 할수록 환원력도 증가하는 경향을 보였다. 하지만 대조구로 사용된 L-ascorbic acid와 비교시 0.5%의 농도에서 약 1/3 수준으로 복분자 물 추출물과 메탄을 추출물의 환원력은 낮게 나타났다. 물 추출물과 메탄을 추출물의 경우 0.5%의 농도에서 각각 0.69, 0.67로 가장 높은 수치를 보였고 물 및 메탄을 추출물 간에는 유의적 차이를 나타내지 않았다( $p>0.05$ ). Huang 등(2006)은 버섯 추출물을 이용하여 환원력 측정하였으며, 그 결과 0.5%의 농도에서 약 0.8의 수치를 보였으며 대조구로 사용한  $\alpha$ -tocopherol의 경우 0.05-0.2%의 농도에서 0.6-0.8의 수치를 보여 본 실험결과와 유사한 수준의 환원력을 보였다.

#### 돈육 patty에 첨가된 복분자 딸기의 효과

##### 1) 일반성분 분석 및 pH

본 연구에서 제조된 패티(Table 3)의 일반성분 분석결과 수분 62.9-66.0%, 지방 15.0-17.4%, 단백질 16.0-17.6%를 포함하였으며, 대조구와 처리구 간 유사한 수준의 함량을 나타내었다(Table 4)( $p>0.05$ ). 복분자는 대부분 수분(74-85%)과 섬유소(6-19%)로 구성되어 있으며 지방(0.5-0.8%)과 단백질(0.2-2.8%)은 미량으로 존재한다(Cha *et al.*, 2007; Lee and Hwang, 2006). 하지만 대부분의 복분자 추출물은 수분이 제거된 형태로 사용되어지기 때문에 일반성분 조성에 큰 영향을 미치지 않을 것이다. 본 연구에서 사용한 복분자 추출물은 8%의 고형물을 포함한 액상 추출물로서 복분자 추출물이 첨가되지 않은 대조구나 상대적으로 적은 양이 첨가된 처리구 1과 2에는 증류수로 보정해 주었기 때문에 일반성분 조성에서 큰 차이가 나타나지 않은

**Table 3. Formulation of pork patties with Bokbunja (*Rubus coreanus*) extracts**

	Treatments <sup>1</sup>			
	CTL	TRT1	TRT2	TRT3
Raw meat (g)	785	785	785	785
Fat (g)	200	200	200	200
Salt (g)	15	15	15	15
Water (mL)	50	40	20	0
<i>Rubus coreanus</i> extracts (mL)	0	10	30	50
Total (g)	1050	1050	1050	1050

<sup>1</sup>Treatments : CTL = control pork patty without *Rubus coreanus* extracts; TRT1 = pork patty with *rubus coreanus* extracts (1%); TRT2 = pork patty with *rubus coreanus* extracts (3%); TRT3 = pork patty with *Rubus coreanus* extracts (5%).

**Table 4. Proximate analysis of pork patties with Bokbunja (*Rubus coreanus*) extracts**

Treatments <sup>1</sup>	Proximate composition (%)		
	Moisture	Fat	Protein
CTL	64.6	15.7	16.0
TRT1	66.0	15.0	17.6
TRT2	62.9	17.4	16.9
TRT3	64.6	16.7	17.4

<sup>1</sup>Treatments are same as Table 3.

것으로 사료된다(Table 3). 대조구와 처리구의 pH 측정결과는 Table 5와 같다. 대조구(복분자 0%)의 경우 pH는 5.95, 처리구의 경우 5.89-5.94의 pH 값을 나타내어 대조구와 처리구 간에 차이를 나타내지 않았으며( $p>0.05$ ), 저장기간에 따른 pH 변화도 나타나지 않았다( $p>0.05$ ). 복분자의 pH 값은 주로 4 미만이며 이는 복분자 내에 포함되어 있는 citric acid, succinic acid, fumaric acid와 같은 유기산에 의한 것이다(Cha *et al.*, 2001a; Cha *et al.*, 2007). 복분자즙을 첨가한 호상 요구르트의 품질 특성을 연구한 Lee와 Hwang(2006)은 복분자즙을 첨가한 요구르트의 pH가 무첨가 대조구에 비해 농도 의존적으로 감소하였으며, 이러한 이유를 복분자즙에 포함된 유기산의 영향으로 인한 결과라고 보고하였다. 하지만 본 연구에서 사용한 복분자 추출물은 비록 pH 값이 약 3.72로 중산성을 띄었으나 제품의 pH 값에는 큰 영향을 미치지 않았다.

##### 2) 색도(Hunter L, a, b) 측정

대조구와 처리구의 육색 측정 결과는 Table 5와 같다. 명도를 나타내는 L값의 경우 대조구가 58.4로 가장 높은 수치를 보였으며 TRT1(복분자즙 1%)의 경우 56.5, TRT2(복분자즙 3%)와 TRT3(복분자즙 5%)이 각각 53.9, 54.3의 수치를 나타내어 복분자즙 3~5% 사이에는 유의적 차이( $p>0.05$ )를 나타내지 않았지만 복분자의 첨가량이 증가함에 따라 명도가 낮게 나타나는 것을 알 수 있고 이는

**Table 5. Physicochemical properties and microbial changes of pork patties with *Rubus coreanus* extracts during storage time**

	Treatments <sup>1</sup>				Storage time (day)				
	CTL	TRT1	TRT2	TRT3	0	1	3	7	10
pH	5.95	5.94	5.92	5.89	5.86	6.04	5.90	5.90	5.92
L	58.46 <sup>a</sup>	56.53 <sup>b</sup>	53.98 <sup>c</sup>	54.30 <sup>c</sup>	55.83	54.17	56.92	56.34	55.83
a	10.35	9.23	9.73	9.66	10.08 <sup>b</sup>	11.53 <sup>a</sup>	10.50 <sup>ab</sup>	8.64 <sup>c</sup>	7.97 <sup>c</sup>
b	8.07 <sup>a</sup>	6.58 <sup>b</sup>	5.54 <sup>c</sup>	4.80 <sup>d</sup>	5.53 <sup>c</sup>	6.49 <sup>ab</sup>	7.11 <sup>a</sup>	6.01 <sup>bc</sup>	6.09 <sup>bc</sup>

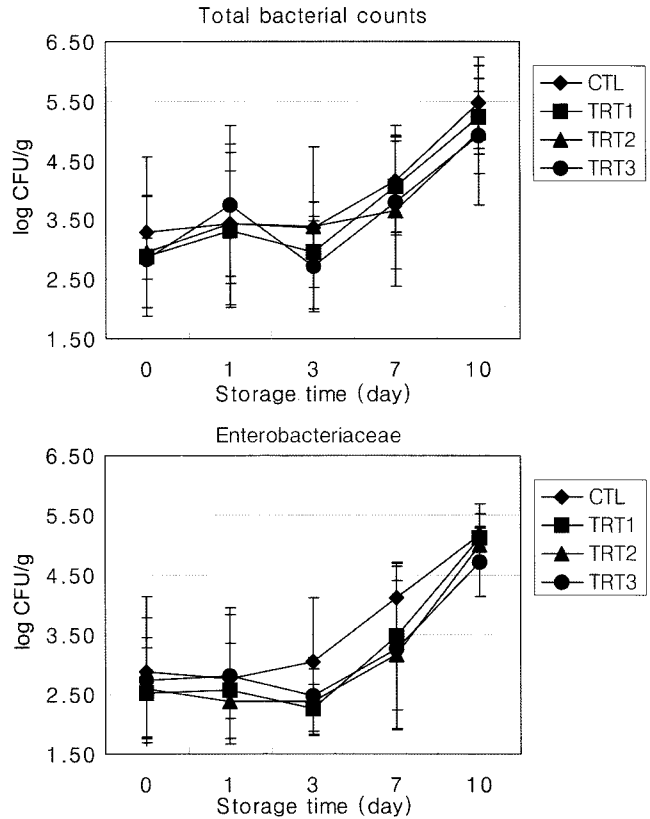
<sup>a-d</sup>Means having same superscripts within same raw are not different ( $p>0.05$ ).

<sup>1</sup>Treatments are same as Table 3.

복분자즙 자체의 진한 자주 빛에 의한 영향으로 사료된다. 황색도의 경우 대조구가 8.07의 값을 나타내었고 TRT3(복분자즙 3%)의 경우 4.80의 가장 낮은 수치의 황색도를 나타내어 복분자즙 농도가 증가 할수록 황색도가 감소하여 처리구 간에 유의적 차이를 나타내었다( $p<0.05$ ). 이러한 결과는 복분자 착즙액을 첨가한 복분자편의 색도에 있어서 복분자 착즙액의 농도가 증가할수록 명도와 황색도가 감소한다는 Han 등(2006)의 결과와 일치하였지만 적색도의 증가를 가져온다는 결과와는 상이하였다. 본 연구에 있어서 적색도의 경우 9.23~10.35의 범위로 대조구와 처리구간에 유의적 차이( $p>0.05$ )가 없는 것으로 나타났다. 저장기간에 의한 영향으로써 명도 값은 유의적 차이를 나타내지 않은 반면, 적색도와 황색도는 저장기간이 경과할수록 증가하다 감소하는 경향을 보였다( $p<0.05$ ).

**3) 미생물의 변화**

복분자즙을 첨가한 처리구와 대조구의 미생물 변화는 Fig. 1에 나타내었다. 일반적으로 호기적 상태에서 세균 수가  $10^7\sim10^8$  cells/g에 도달하면 이취가 발생하는 등의 부패 현상이 일어나게 된다(박 등, 2003). 본 실험에서는 10일 경과 후 총균수가 약 5.0 log CFU/g 이상의 성장을 보였으며, 이는 Lee 등(2000)이 보고한 소목(*Caesalpinia sappan* L.) 추출물을 첨가한 분쇄육 패티를 이용한 저장기간에 따른 총균수를 측정한 결과와 유사한 성장 수준을 보였으며 결과적으로 총균수는 저장 초기 햄버거 패티의 총균수 수준과 4°C의 저장온도의 영향 때문이라고 사료된다. 총균수의 변화를 보면 저장 초기에는 약 3.00 log CFU/g의 수준을 보였으며 실험 종료 10일 경과 후 약 5.0-5.5 log CFU/g의 성장수준을 보였다. 대장균군은 저장 초기 2.5-3.0 log CFU/g의 수준을 보여 총균수와 유사한 경향의 미생물 변화를 보였으며 특히 0일부터 7일까지는 미생물의 변화가 완만한 성장을 보였으며 10일 이후 약 4.5-5.0 log CFU/g으로 총균수와 유사한 성장수준을 보였다. 결과적으로 저장기간이 경과함에 따라 미생물의 수가 증가하는 경향을 보였으며 이러한 결과는 저장기간이 경과함에 따라 부패가 진행되어 적색도가 감소하는 변화와 일치하는 경향을 나타내었다. 하지만 대조구와 처리구 간의 비교에서



**Fig. 1. Changes of total bacterial counts and Enterobacteriaceae on pork patties as affected by *Rubus coreanus* extracts and storage time. CTL, TRT1, TRT2 and TRT3 are same as Table 3.**

복분자 즙을 첨가한 처리구와 대조구 사이에는 유의적인 차이를 보이지는 않았다( $p>0.05$ ).

**4) Thiobarbituric acid reactive substance (TBARS)**

지방산화의 정도를 측정하는 TBARS 값은 malondialdehyde의 생성과 TBA시약의 결합에 의하여 발색이 됨으로써 그 결과는 Fig. 2와 같다. 대조구의 경우 0일에서 3일 사이에 급속하게 증가하는 경향을 보였으며 3일에서 7일 사이에 비교적 완만하게 증가하는 경향을 보였다. 처리구 간에는 첨가된 복분자의 농도가 증가함에 따라 TBARS 값의 증가율이 낮게 나타나는 것으로 보아 농도에 의존적으로 지

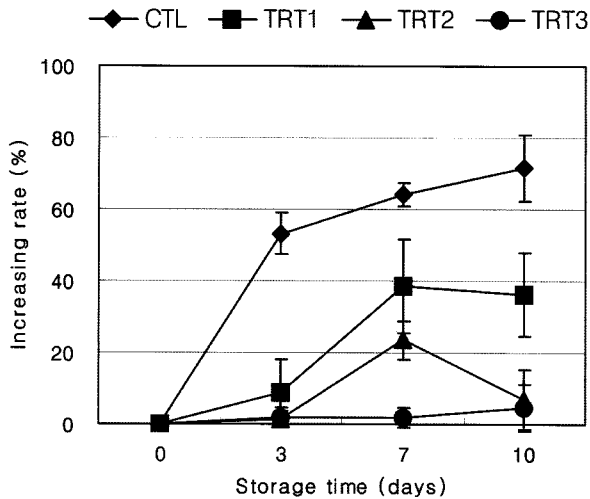


Fig. 2. TBARS values of pork patties as affected by *Rubus coreanus* extracts and storage time. CTL, TRT1, TRT2 and TRT3 are same as Table 3.

방산화 억제 효과가 있다고 할 수 있다. 특히 5%의 복분자즙을 첨가한 TRT3의 경우 거의 미미한 수준의 TBARS 증가를 보였고 TRT1의 경우 3일에서 7일 사이에 급격하게 증가하는 경향을 보였으나, 대조구에 비해서는 여전히 낮은 증가율을 보였다. 전체적으로 TRT3(5%) > TRT2(3%) > TRT1(1%)으로 항산화 효과가 높게 나타났으며 결과적으로 세 개의 처리구 모두 지방산화 효과가 뛰어나다는 것을 알 수 있다. 이러한 지방 산화 억제는 복분자 내에 폴리페놀, 안토시아닌 등의 항산화 물질의 작용으로 인한 것으로 사료된다. Rey 등(2005)은 복분자와 동속(genus)인 cloudberry(*Rubus chamamorus*)를 첨가한 돈육 패티를 제조하여 TBARS를 측정된 결과 100 mg/kg을 첨가하였을 때 초기 0.60 mg MAD/kg meat, 3일 후 1.65 mg MAD/kg meat의 수준을 보여 약 1 mg MAD/kg meat 수준의 미미한 변화를 보였으며, 특히, 500 mg/kg의 cloudberry(*Rubus chamamorus*)를 첨가하였을 경우에는 0일과 3일 사이에 유사한 수준의 malondialdehyde를 생성하여 결과적으로 높은 항산화력을 보인다는 결과를 보고하였다. Cho 등(2005)은 복분자 추출물을 이용하여 TBARS를 실험한 결과 대조구에 비해 비교적 낮은 TBARS값을 나타내어 복분자 추출물이 산화촉진 인자를 제어하는 능력이 높아 뛰어난 항산화력이 있다고 보고하였다. 본 실험의 결과 역시 복분자가 돈육패티에 첨가될 경우 우수한 항산화력을 갖는다는 것을 확인할 수 있었다.

## 요 약

본 연구는 복분자 열매를 수분과 메탄올로 추출한 후 그 항산화 특성을 측정하고, 복분자즙을 돈육패티에 첨가하여 항산화력과 이화학적 특성을 알아보기 위하여 수행

하였다. 각 추출물의 총 페놀 함량은 메탄올 추출물이 6.76 g/100 g으로 수분 추출물보다 높았다. 메탄올 추출물의 전자공여능은 농도에 따라 33.6-76.9%, 물 추출물은 17.2-74.8%로 나타났고 농도가 증가함에 따라 전자공여능도 증가하는 경향을 보였다. Iron chelating ability와 reducing power에 있어서 복분자 추출물들은 뚜렷한 활성을 보이지 않았다. 복분자즙이 첨가된 돈육 패티의 이화학적 분석결과 복분자 첨가량이 증가 할수록 명도 및 황색도는 감소하였다. TBARS의 증가율은 복분자즙을 첨가한 처리구가 대조구에 비해 낮은 수치를 나타내었고 복분자즙의 농도가 증가 할수록 높은 항산화력을 나타내었다. 이상의 결과로 미루어 볼 때 복분자 추출물의 경우 효과적인 항산화 활성을 나타낸 것으로 보아 천연 항산화제로의 식육에 이용 가능성이 있다고 평가되며 과량이 첨가 될 경우 발색에 영향을 주어 복분자즙을 3% 이내로 첨가하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

## 참고문헌

1. AOAC (1995) Official Method of Analysis. 15th edition. Association of official Analytical Chemists. Washington, DC.
2. Anttonen, M. J. and Karjalainen, R. O. (2005) Environmental and genetic variation of phenolic compounds in red raspberry. *J. Food Comp. Anal.* **18**, 759-769
3. Cha, H. S., Lee, M. K., Hwang, J. B., Park, M. S., and Park, K. M. (2001a) Physiological characteristics of *Rubus coreanus* miquel. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **30**, 1021-1025.
4. Cha, H. S., Park, M. S., and Park, K. M. (2001b) Physiological activities of *Rubus coreanus* miquel. *Korean J. Food Sci. Technol.* **33**, 409-415.
5. Cha, H. S., Youn, A. R., Park, P. J., Choi, H. R., and Kim, B. S. (2007) Physiological characteristics of *Rubus coreanus* miquel during maturation. *Korean J. Food Sci. Technol.* **39**, 476-479.
6. Cho, Y. J., Chun S. S., Kwon, H. J., Kim, J. H., Yoon, S. J., and Lee, K. H. (2005) Comparison of physiological activities between hot-water and ethanol extracts of bokbunja (*Rubus coreanum*). *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **34**, 790-796.
7. Han, S. K., Yang, H. S., and Rho, J. O. (2006) A study on quality characteristics of Bokbunja-Pyun Added with Rubi fruit juice. *J. East Asian Soc. Dietary Life* **16**, 371-376.
8. Huang, S. J., Tsai, S. Y., and Mau, J. L. (2006) Antioxidant properties of methanolic extracts from *Agrocybe cylindracea*. *LWT-Food Sci. Technol.* **39**, 387-386.
9. Kim, H. K. and Joo, K. J. (2005) Antioxidative capacity and total phenolic compounds of methanol extract from *Zizyphus jujuba*. *J. Food Soc Food Sci. Nutr.* **34**, 750-754.
10. Lee, J. H. and Hwang, H. J. (2006) Quality characteristics of curd yogurt with *Rubus coreanum* miquel juice. *Korean J. Cul. Res.* **12**, 195-205.
11. Lee, S. H., Moon, W. S., and Park, K. N. (2000) Antimicro-

- bial activity of *Caesalpinia sappan* L. extracts and its effect on preservation of ground meats. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **29**, 888-892.
12. Lee, Y. S., Joo, E. Y., and Kim, N. W. (2005) Antioxidant activity of extracts from *Lespedeza bicolor*. *Korean J. Food Preser.* **12**, 75-79.
  13. Lin, J. Y. and Tang, C. Y. (2007) Determination of total phenolic and flavonoid contents in selected fruits and vegetables, as well as their stimulatory effects on mouse splenocyte proliferation. *Food Chem.* **101**, 140-147.
  14. Liyana-Pathirana, C. M., Shahidi, F., and Alasalvar, C. (2006) Antioxidant activity of cherry laurel fruit (*Laurocerasus officinalis* Roem.) and its concentrated juice. *Food Chem.* **99**, 121-128.
  15. Que, F., Mao, L., Zhu, C., and Xie, G. (2006) Antioxidant properties of Chinese yellow wine, its concentrate and volatiles. *LWT-Food Sci. Technol.* **39**, 111-117.
  16. Rey, A. I., Hopia, A., Kivikari, R., and Kahkonen, M. (2005) Use of natural food/plant extracts: couldberry (*Rubus Chamaemorus*), beetroot (*Beta Vulgaris* "Vulgaris") or willow herb (*Epilobium angustifolium*) to reduce lipid oxidation of cooked pork patties. *LWT-Food Sci. Technol.* **38**, 363-370.
  17. Shin, K. S., Park, P. J., Boo, H. O., Ko, J. Y., and Han S. S. (2003) Chemical components and comparison of biological activities on the fruit of natural bogbunja. *Korean J. Plant Res.* **16**, 109-117.
  18. SPSS. 1995. SPSS for Windows, 6.1.2. SPSS Inc. Chicago, IL, USA.
  19. Yoon, I., Wee, J. H., Moon, J. H., Ahn T. H., and Park K. H. (2003a) Isolation and identification of quercetin with antioxidative activity from the fruits of *Rubus coreanum* Miquel. *Korean J. Food Sci Technol.* **35**, 499-502.
  20. Yoon, S. R., Jeong, Y. J., Lee, G. D., and Kwon, J. H. (2003b) Changes in phenolic compounds properties of *Rubi fructus* extract depending on extraction conditions. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **32**, 338-345.
  21. Witte, V.C., Krause, G. F., and Bailey, M. E. (1970) A new extraction method for determining 2-thiobarbituric acid valuse of pork and beef during storage. *J. Food Sci.* **35**, 582-585.
  22. 박형기, 오홍록, 하정옥, 강중옥, 이근택, 진구복 (2003) 식육육제품의 과학과 기술, p. 314.
  23. 우세홍, 정동옥, 황상용, 이강운, 이효순. (2001) 최신 식품첨가물. 신평 문화사, pp. 64-67.
  24. 조명행, 김복한 (1998) 기초 독성학. 영진 문화사, pp. 194-197.
  25. 김일현, 감태희 (2001) 종합 약용 식물학. 학창사, p. 196.

(2007. 8. 17. 접수/2007. 12. 6. 채택)