

복분자딸기(*Rubus coreanus* Miquel)의 유용성분 및 항산화 효능

Review on functional component and antioxidant activity from *Rubus coreanus* Miquel

송 유 나¹, 이 현 옥², 엄 애 선*

한양대학교 생활과학대학 식품영양학과¹, 한양대학교 한국생활과학연구소²

Yu-Na Song¹, Heon-Ok Lee², Ae-Son Om*

¹Department of Food and Nutrition, Hanyang University

²Korean Living Science Research Institute, Hanyang University

Abstract

Radical oxidants can cause oxidative stress, which promotes aging and leads to chronic disease such as cancer. Antioxidants have the ability of protecting the body from oxidative stress, but some synthetic antioxidants are problematic in safety. Therefore, safe and effective antioxidants deriving from natural origin is required. The bioactivity of functional components of *Rubus coreanus* Miquel emerged and its consumption is increasing continuously. In this review, physiochemical characteristics, functional components and antioxidant activity of *Rubus coreanus* Miquel are summarized. *Rubus coreanus* Miquel contains various phytochemicals such as tannin, phenolic acid, flavonoid, quercetin, anthocyanin, etc. as functional components but it differed depending on cultivar, maturity, extraction methods and so on. Those functional components attribute to the following antioxidant effects: free radical scavenging activity, anti-hemolytic activity, lipid peroxidation inhibition activity, hepatoprotective activity. However, as most studies focus on fruits of *Rubus coreanus* Miquel, reports on antioxidant effects of its stems and leaves are lacking. In the future, more research utilizing various sites of *Rubus coreanus* Miquel including its fruits, stems and leaves must be conducted to further seek application prospects of functional material derived from natural origins and *Rubus coreanus* Miquel.

Key words : *Rubus coreanus* Miquel, antioxidant, functional component

주제어 : 복분자딸기, 항산화, 생리활성물질

I. 서론

최근 경제발전 및 생활수준의 향상과 더불어 식생활 습관 및 환경오염 등의 원인으로 만성질환자가 증가하고 있으며, 이와 더불어 새로운 천연물이나 식품의 유효성분으로 건강증진, 질병 예방 및 치료제로서의 효과 등에 관한 연구가 매우 활발하게 진행되고 있다(Kim, 2007).

산소는 대부분의 생물에 있어 생체 내 에너지를 만드는 필수 불가결한 분자이지만 일부는 활성산소라는 유독작용을 하는 물질로 전환되어 장해를 일으킨다. 활성산소는 세포에 손상을 입히는 모든 종류의 변형된 산소를 말하며 세포에 직접적 손상을 주어 산화적 스트레스를 유발한다(Halliwell B, 1996).

인간은 보통 산화적 스트레스에 대한 자기 방어기구를 지니고 있지만 생성이 증가하면 활성산소는 생체 내부에 산화적 손상을 끼치며 그 결과 DNA 변이와 노화를 촉진시켜 암을 비롯한 뇌졸중, 파킨슨 병 등의 뇌질환과 심장질환, 동맥경화, 염증, 자가면역 질환 등을 유발하는 것으로 보고된다(Xu F *et al*, 2005; Ames BN, 1983; Antolovich M *et al*, 2002; Chance B *et al*, 1979; Fridorich I, 1986; Hur SK *et al*, 2001; Jayat C and Ratinau MH, 1993).

항산화 물질은 이러한 산화적 스트레스로부터 인체보호기능을 갖는데(Kim YK, 2004; Lee SO *et al*, 2005) butylated hydroxy anisole(BHA), butyl hydroxy toluen(BHT) 등 일부 합성항산화제는 항산화력이 매우 우수하나 발암, 돌연변이 및 독성 등의 안전성이 문제시되면서 최근 사용 제한에 대한 논의가 계속되고 있다(Branen AL, 1975; Ito N *et al*, 1983).

또한 암을 치료하기 위한 항암화학요법은 핵산의 기본적인 세포 분열, 단백질 합성 등 여러 작용을 방해하여 정상 세포를

* Corresponding Author ; Ae-Son Om

Tel : 82-2-2220-1203, E-mail : aesonom@hanyang.ac.kr

파괴하는 부작용을 발생시키는 것으로 보고된다(Kim MJ, 2007).

따라서 합성항산화제 및 항암제를 대체하거나 병용 사용할 수 있는 보다 안전하고 효과적인 천연 유래의 소재 개발이 요구되고 있다(Iqbal S *et al*, 2005).

복분자딸기(*Rubus coreanus* Miquel)는 장미과(Rosaceae)에 속하는 산딸기의 일종으로 원산지는 중국이며 우리나라에서는 전역에 분포되어 야생 및 재배 생산되며 6월 중순경 검붉은 완숙 열매를 수확하여 식용한다. 열매는 핵과가 모여서 반달모양의 검은 복과를 형성하며 5-6월에 장미색으로 개화하고 7~8월에 열매가 성숙되어 붉은색으로 익다가 흑색으로 완숙된다(An YH and Kim YH, 2007; Jeong JS and Sin MK, 1996). 복분자딸기는 나무딸기류 중에서 가장 약효가 뛰어난 것으로 알려져 있으며, 동의보감 등 각종 한의서 복분자딸기는 간 기능을 강화하며 시력을 증진시키고, 기운을 돋우며 성 기능을 높여주고 소변의 배설을 쉽게 해주는 효능이 있는 것으로 기록되어 있다. 또한 여성의 자궁 내 질환으로 인한 불임증을 치료하며 갈증을 풀어주고 열을 내려주며 간과 신을 보호하는 등 약리성이 탁월한 과실로 나타났다(Bae GH, 2000; Ahn DK, 1998).

최근 복분자딸기에 포함된 항산화 물질인 flavonoids, anthocyanin, tannin, quercetin 등과 같은 다양한 페놀성 화합물의 생리활성이 부각되면서 소비가 지속적으로 증가하고 있다(Lee Y *et al*, 2013). 통계청 조사에 따르면 복분자딸기의 국내 생산면적이 1998년 23.5 ha에서 2013년 3,368 ha로 크게 증가하였으나 잼, 음료, 주류 등과 같은 단순 가공식품로만 주로 소비되는 실정이다(Choi HS *et al*, 2006).

따라서 본 고찰은 복분자딸기의 일반성분, 생리활성성분 및 항산화 기능성에 대한 연구결과를 정리하여 천연유래 생리활성소재 개발 및 다양한 응용가능성 모색을 위한 기초자료로 사용되고자 한다.

II. 연구결과 및 고찰

1. 복분자딸기의 이화학적 특성

Cha 등(Cha HS *et al*, 2007)에 의해 조사된 성숙단계별 복분자딸기 열매(미숙과, 중간숙과, 완숙과)의 일반성분은 Table 1과 같다. 수분함량은 완숙과가 되었을 때 100 g당 81.4 g으로 가장 크게 증가하였으며, 단백질, 회분, 식이섬유는 미숙과일 때가 중간숙과와 완숙과에 비해 약간 높은 함량을 나타내었다. 과실이 성숙할수록 당도와 유리당 함량은 증가하였는데, 이는 완숙과에서는 미숙과에는 함유되어 있지 않았던 sucrose가 생성되기 때문이라고 유추할 수 있다(Cha HS *et al*, 2001). 또한 Cha 등(Cha HS *et al*, 2007)은 성숙단계별 복분자딸기에서 17종의 아

미노산을 분리하였으며, 이 중 aspartic acid 함량이 가장 높아 Perez 등(Perez AG *et al*, 1992)이 보고한 딸기의 아미노산 구성과 비슷한 것을 알 수 있었다. 복분자딸기 미숙과는 전체 아미노산 함량 뿐만 아니라 필수아미노산까지도 성숙단계 중 가장 풍부했으며 과실이 성숙될수록 총 아미노산 함량은 감소하였다. 무기질 함량은 과실의 성숙도와 관계없이 전체적으로 K의 함량이 가장 높았으며, 그 외 Ca>Mg>P>Na>Fe 순으로 나타났다. 총 무기질 함량 특히 Ca과 Mg 함량이 복분자딸기가 성숙함에 따라 감소됨을 알 수 있었다. 특히 미숙과 기준으로 Ca 함량이 228.3 mg%, Mg 함량 86.3 mg%로 나타났는데, Ravai(Ravai M, 1996)이 보고한 black raspberry Ca 함량 5 mg%, Durst 등(Durst RW *et al*, 1995)이 보고한 red raspberry Ca 12.5 mg%, Mg 18.6 mg%와 비교할 때 한국산 복분자딸기가 유사한 raspberry류 보다 무기질 함량이 아주 높음을 알 수 있었다(Cha HS *et al*, 2001).

한편 Jeong 등은(Jung SH *et al*, 2013) 2년생 복분자딸기 잎과 줄기를 저온에서 건조한 후 일반성분을 분석한 결과 복분자딸기 잎과 줄기의 수분함량 각각 9.72%와 4.22%, 회분 4.72%와 2.95%, 조단백질 1.75%와 1.32%, 조지질 1.75%와 0.87%으로 보고하였다.

Table 1. Chemical compositions of *Rubus coreanus* Miquel during maturation (g/100 g)

Items	unripened	Mid-ripened	Ripened
Moisture	74.21 ¹⁾	80.5	81.4
Crude fat	0.5	0.8	0.6
Crude protein	2.8	1.9	1.7
Crude ash	1.4	0.9	0.6
Dietary fiber	18.6	15.5	13.3
Free sugar	0	0.7	4.1

1) Values are expressed as mean of triplicate measurements.

2. 복분자딸기의 생리활성성분

Phytochemical은 식물유래 생리활성 성분으로 DNA의 손상 억제, 산화와 노화방지 및 인체 내에서 면역시스템을 자극하거나 발암 물질로부터 보호하는 역할을 하는 것으로 알려져 있다(28). 주요 phytochemical로는 carotenoid, flavonoid, polyphenol 및 terpenoid 등이 있으며(Encyclopedia of food science and technology, 2008), 복분자딸기에도 다양한 phytochemical이 존재하는 것으로 여러 연구결과 밝혀지고 있다.

Bang 등(Bang KC *et al*, 1996)은 복분자딸기 미숙과의 80% acetone 추출물에서 가수분해성 tannin인 1종의 gallotannin과 3종의 ellagitannin을 확인 보고하였다. 줄기에서는 2종의 flavan-3-ol, 1종의 proanthocyanidin, 1종의 ellagitannin이 확인되었다(Lee YA and Lee MW, 2005). 복분자딸기의 잎에서는

flavonoid 7종, ellagic acid, ellagitannin 5종이 분리되었다(Lee MW, 2005; Kim MS *et al*, 1996; Kim MS *et al*, 1997). 그 밖에 terpenoids 성분으로는 niga-ichigoside F1, F2, suavissinoside R1, coreanoside F1이 보고되었으며(Ohtani *et al*, 1990; Kim YH and Kang SS, 1993), Yoon 등(Yoon I *et al*, 2002)은 완숙 복분자딸기의 착즙액 및 잔사에 함유된 항산화물질로 5종의 phenolic acids, 2종의 유기산을 동정하였다(Table 2).

Table 2. Functional components from *Rubus coreanus* Miquel

Part	physiological activity materials	Ref.
Fruit	gallotannin: gallic acid	Bang <i>et al</i> , 1996
	ellagitannin: 2,3-(S)-HHDP-glucopyranose	
	sanguin H-4	
	sanguin H-6	
	terpenoid: niga-ichigoside F1	Ohtani <i>et al</i> , 1990
	niga-ichigoside F2	
	suavissinoside R1	Kim <i>et al</i> , 1993
	coreanoside F1	
	phenolic acid: 4-hydroxybenzoic acid 4-hydroxy-3-methoxybenzoic acid 3,4-dihydroxybenzoic acid 3,4,5-trihydroxybenzoic acid 3,4-dihydroxycinnamic acid	Yoon <i>et al</i> , 2003
	organic acid: succinic acid citric acid	
Stem	flavan-3-ol: (-)-epicatechin (+)-epicatechin	Lee <i>et al</i> , 1995
	proanthocyanidin: procyanidin B-4	
	ellagitannin: sanguin H-4	
	flavonoid: kaempferol quercetin sodium salt of quercetin-3-O-β-D-glucuronide sodium carboxylate of quercetin 3-O-β-D-glucuronide quercetin 3-O-β-D-glucuronopyranoside quercetin 3-O-β-D-glucuronopyranosyl methyl ester quercetin 3-O-β-D-xylopyranosyl-(2→1)-β-D-glucuronopyranoside	
	ellagic acid ellagitannin: methyl gallate 1-β-O-galloyl pedunculagin sanguin H-2 sanguin H-5 sanguin H-6	

또한 복분자딸기 열매의 MeOH 추출물을 HPLC 분석한 결과 복분자딸기 열매 100 g 중 quercetin 함량이 0.25±0.02 mg임을 보고하였다(Yoon I *et al*, 2003). 같은 *Rubus* 속 식물들의 quercetin 함량과 비교하면 William 등(William M *et al*, 1999)의 *R. idaeus* L. 보다 약 10배 정도 많은 양이며 Hakkinen 등(Hakkinen SH *et al*, 1999)의 *R. idaeus* Ottawa와 비교했을 때는 약 60% 정도 적은 양이어서 같은 *Rubus* 속 간에도 quercetin 함량에 차이를 나타냈다.

Lee 등(Lee BK *et al*, 2009)은 국내산 복분자딸기, 오디 및 산딸기의 안토시아닌의 함량을 조사하였는데 복분자딸기가 131.48~160.06 mg/100 g으로 오디 137.12~144.58 mg/100 g, 산딸기 58.5~60.02 mg/100 g과 비교했을 때 안토시아닌 함량이 가장 높은 것으로 보고하였다. Markakis(Markakis P, 1974)은 복분자딸기의 안토시아닌 함량이 미숙과 7.89 mg/100 g, 중숙과 12.43 mg/100 g, 완숙과 394.5 mg/100 g으로 과실이 성숙됨에 따라 함량이 유의적으로 증가함을 확인하였다.

3. 복분자딸기의 항산화 효능

Jang 등(Jang TS *et al*, 2014)은 복분자딸기 에탄올 추출물의 항산화 효능과 적혈구보호 효능을 측정하여 약용식물 소재로서의 가능성을 알아보았다. 복분자딸기를 에탄올 추출한 후 DPPH 라디칼 소거능과 SOD 유사 항산화 효능 및 항응혈 효능을 살펴본 결과 추출물은 농도(0.001, 0.010, 0.100, 1.000, 2.000 mg/ml) 의존적으로 농도가 높아질수록 DPPH 라디칼 소거능과 SOD 유사 활성이 증가하는 것으로 나타났다. Rat 적혈구를 이용한 항응혈 평가에서도 추출물을 처리한 군에서 농도 의존적으로 유의하게 증가(0.5 mg/ml, 1.0 mg/ml 농도, p<0.01)하였다.

Jeon 등(Jeon SK *et al*, 2007)은 복분자딸기 methanol 추출물과 각각의 분획물(butanol fr., ethyl acetate fr., water fr.)의 항산화효과를 측정하였다. 항산화 효과 측정을 위한 총 폴리페놀 함량과 DPPH free radical 소거 활성에서 butanol fr., ethyl acetate fr., water fr. 순으로 효과가 나타났으며 합성항산화제인 BHA의 RC50값인 3 µg/mg 보다 water fr. 을 제외하고 더 좋은 소거능(butanol fr. 1.67 µg/mg)을 확인하였다.

Cho 등(Cho WG *et al*, 2008)은 완숙 복분자딸기의 용매 분획별 추출물(ethyl acetate 추출물, butanol 추출물, ethanol 추출물)의 장기간 산화억제효과를 TBARS(thiobarbituric acid reactive substance)방법으로 측정하였다. 그 결과 ethyl acetate와 ethanol 추출물 모두 TBARS 값이 0.37 MDA mg/kg으로 ascorbic acid 0.39 MDA mg/kg보다 항산화 효과가 높게 나타났다. 따라서 복분자딸기 ethyl acetate와 ethanol 추출물은 ascorbic acid보다 산화억제효과가 뛰어난 것으로 생각된다.

한편 성숙단계별로 복분자딸기의 항산화 활성을 비교한 다양

한 연구가 수행되었다. Ohtani K(Ohtani K1 1990)은 복분자딸기가 성숙에 따라 당, 비타민 C, 휘발성 방향족 화합물이 증가되고 유기산 및 탄닌은 감소한다고 보고하였다.

Kim(Kim JM, 2011)은 성숙시기에 따라 미숙과, 중숙과 및 완숙과를 전남 곡성군에서 수확하여 동결건조하여 분말을 제조하고 분쇄과정에서 씨를 분리하여 비교한 결과, 총 페놀함량은 미숙과(12.84 mg/100 g)가 가장 높았고 중숙과와 완숙과(9.38~9.66 mg/100 g)는 유사하였다. DPPH 자유라디칼 소거능으로 분석한 항산화 활성은 86.21~81.22%로 미숙과가 높았고 성숙에 따라 감소하였다. 이는 Park 등(Park YK *et al*, 2007)에 의한 성숙시기에 따라 총 페놀함량과 자유라디칼 소거능이 감소한다는 연구결과와 일치한다.

하지만 Cha 등(Cha HS *et al*, 2007)은 성숙시기별로 나누어 복분자딸기 에탄올 추출물의 항산화능을 비교한 결과 대부분의 생리활성물질의 함량이 미숙과일 때보다 완숙과일 때 높은 것으로 보고하여 앞선 연구와는 차이를 보였다. 복분자딸기 100 g 당 함유되어 있는 총 폴리페놀 화합물 함량은 완숙과가 4.50 g으로 미숙과(2.84 g)와 중간숙과(1.55 g)에 비하여 약 2배 정도 많았으며, DPPH 라디칼 소거능도 과실이 성숙할수록 높은 활성을 나타냈다. 플라보노이드 함량 및 색소 성분인 안토시아닌도 성숙할수록 함량이 크게 증가하였다.

이렇게 다른 결과가 나타나는 것은 복분자딸기의 추출방법에 따라 값에 차이가 나기 때문으로 여겨진다.

Kim(Kim JM, 2011)은 항산화 능이 잘 알려진 녹차(Green tea, GT)와 복분자딸기(*Rubus coreanus* fruits, RC) 추출물의 항산화 활성을 비교하였다.

동결건조된 복분자딸기 수추출물(the water extract of RC, RCE)의 카테킨 상당 페놀기 함량은 126 $\mu\text{mol catechin equivalent (CE)}/\text{g dry RC}$ 이며 동일한 방법으로 추출한 녹차 수추출물(the water extract of GT, GTE)의 페놀기 함량은 360 $\mu\text{mol CE}/\text{g dry GT}$ 으로 복분자의 페놀기 함량은 녹차의 1/3 수준으로 복분자딸기가 녹차에 비해 상대적으로 낮은 양의 페놀 화합물을 함유했다. 또한 DPPH, superoxide 및 hydroxyl 유리기 소거능은 녹차가 더 높았으나, 지질과산화 억제능(SC50)은 복분자딸기가 녹차에 비해 더 높게 나타났다. 그러나 녹차는 카페인 함량이 높기 때문에 일일섭취량이 제한되는 반면, 복분자딸기는 일일 섭취 제한 수준이 낮으므로 이를 통해 복분자딸기의 천연 항산화 물질 공급원으로서 높은 이용가능성이 증명되었다.

사람을 대상으로 한 연구로 Lee 등(Lee JE *et al*, 2011)은 20~30세의 건강한 한국인 남성 15명에게 4주간 동결건조된 복분자딸기 30g을 섭취시킨 후 혈장 항산화 능을 평가하였다.

그 결과 간조직 손상 지표 역할을 하는 alkaline phosphatase(ALP) 수치가 69.47 \pm 12.22 U/L에서 65.40 \pm 11.81 U/L으

로 유의적으로 감소하였으며($p<0.05$), glutathione peroxidase(GPx) 활성이 108.16 \pm 13.56 nmol/min/ml에서 124.83 \pm 11.89 nmol/min/ml로 유의적으로 증가하였다($p<0.001$). Glutathione peroxidase(GPx)는 산화적 스트레스로부터 보호하는 내생적 catalytic H₂O₂소거제로 해독작용에 중요한 역할을 하며(Mirault ME *et al*, 1994; Comhair SA and Erzurum SC, 2005). GPx 활성이 증가하면 암, 심혈관계질환과 같은 만성질환의 유병률이 감소한다는 연구결과가 보고된다(Guo Z *et al*, 2008; Hoehn B *et al*, 2003; Weisbrot-Lefkowitz M *et al*, 1998; Lei XG *et al*, 2007). 따라서 이들 연구는 복분자딸기의 단기간 섭취가 건강한 사람들의 혈장 항산화력을 증진시켜 건강에 도움이 된다는 것을 시사한다.

한편 Jeong 등(Jung SH *et al*, 2013)은 복분자딸기 재배 시 부산물로 버려지는 잎과 줄기의 활용방안을 모색하고자 2년생 복분자딸기의 잎과 줄기를 건조한 후 0, 25%, 50%, 75% 에탄올 농도별로 추출하고 동결건조한 후 항산화활성을 측정하였다. 총 페놀 함량은 줄기가 에탄올 농도별로 352.03~402.74 mg/g을 나타내어 잎보다 2배 정도 높은 값을 보였고, 총 플라보노이드 함량도 줄기가 95.40~110.30 mg/g로 잎과 유사하거나 약간 높은 수치를 나타냈다. DPPH 자유 라디칼 소거능은 전반적으로 25~50% 에탄올 추출물이 높은 라디칼 소거능을 나타내었고 각각의 추출물 함량(10, 50, 100, 200, 500 $\mu\text{g}/\text{ml}$)에서는 줄기 50 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 에서 잎 200 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 과 유사한 소거능을 나타내 줄기의 항산화 능이 더 우수함을 보였다.

Kim 등(Kim KH *et al*, 2000)은 복분자딸기의 잎과 줄기로부터 분리된 5종의 탄닌화합물(2,3-(S)-HHDP-D-glucose, pedunculagin, (+)-catechin, (-)-catechin, procyanidin B-4)의 항산화 활성을 DPPH 자유라디칼 소거능으로 평가하였다. 그 결과 모두 강력한 자유라디칼소거능을 나타냈으며, 그 중 ellagitannin인 pedunculagin과 2,3-(S)-HHDP-D-glucose 및 condensed tannin인 procyanidin B-4는 L-ascorbic acid보다 강력한 항산화 작용을 하는 것으로 나타났다. 뿐만 아니라 rat liver homogenate에 과산화수소를 가하여 산화를 유도한 후 실험한 lipid peroxidation generation system에서도 모든 탄닌 화합물이 과산화지질 억제 활성을 하는 것으로 나타났다.

Rubus 종의 딸기류는 열매보다 잎에 더 많은 페놀 화합물을 함유하고 있으며 항산화 활성도 강하다고 보고된다(Wang SY and Lin HS, 2000). 따라서 복분자딸기 역시 열매보다는 잎에서 항산화 활성이 우수할 가능성이 높으므로 이에 관한 연구가 더 필요할 것으로 여겨진다.

IV. 결론

복분자딸기(*Rubus coreanus* Miquel)의 이화학적 특성과 생

리활성 성분 및 항산화 효과를 조사하였다. 이화학적 특성은 성숙시기별로 차이를 나타냈는데 단백질, 회분, 식이섬유, 무기질 등은 미숙과일 때가 중숙과와 완숙과에 비해 높은 반면, 과실이 성숙할 수록 당도와 유리당 함량은 증가하였다. 복분자딸기의 생리활성 성분은 tannin, phenolic acid, flavonoid, quercetin, anthocyanin 등 다양한 phytochemical이 존재하는 것으로 나타났다. 품종, 성숙도, 추출방법 등에 따라 그 함량에 차이를 보였다. 항산화 물질은 산화적 스트레스로부터 인체 보호기능을 갖는데, 일부 합성항산화제는 안전성 등이 문제시 되면서 합성항산화제를 대체할 수 있는 보다 안전하고 효과적인 천연 유래 소재 개발이 요구되고 있다. 이러한 추세에 맞춰 복분자딸기의 생리활성이 부각되면서 소비가 지속적으로 증가하고 있지만 잼, 음료, 주류 등과 같은 가공식품으로만 주로 소비되고 있다. 그러므로 복분자딸기의 다양한 응용 가능성을 모색하기 위한 더 많은 연구가 이루어져야 할 것으로 생각된다. 복분자딸기의 free radical 소거능, 적혈구 보호능, 지질과산화 억제능, 간 해독 작용 등 다양한 항산화 기능에 대한 연구가 이루어지고 있으나 대부분이 복분자딸기 열매에 대한 연구이며, 잎과 줄기에 대한 연구는 많이 부족한 실정이다. *Rubus* 종의 딸기류는 열매보다 잎에 더 많은 페놀 화합물을 함유하고 있으며 항산화 활성도 강하다고 보고된다. 따라서 좀 더 기능이 뛰어난 천연유래 생리활성 소재 개발을 위해서는 복분자딸기 재배 시 부산물로 버려지는 잎과 줄기에 대한 더 많은 연구가 반드시 필요할 것이다.

참고문헌

Kim JH, Lee SC, Ju YC (2007) Effect of far-infrared irradiation on the antioxidant activity of extracts from *Phellinus igniarius* and *Ganoderma lucidum*. Korean J Food Sci Technol, 39, 386-389

Halliwell B (1996) Antioxidants in Human and Disease. Annu Rev Nutr, 16, 33-50

Xu F, Zhang SH, Shao RG, Zhen YS (2005) Anticancer activity of sodium caffeate and its mechanism. Acta Phamacol Sin, 26, 1248-1252

Ames BN (1983) Dietary carcinogens and anticarcinogens oxygen radical and degenerative diseases. Science, 221, 1256-1264

Antolovich M, Prenzler PD, Patsalides E, McDonald S, Robards K (2002) Methods for testing antioxidant activity, Analyst, 127, 183-198

Chance B, Sies H, Boveris A (1979) Hydroperoxide metabolism in mammalian organs. Physiol Rev, 59, 527-605

Fridorich I (1986) Biological effects of the superoxide radical,

Arch Biophys, 1-11

Hur SK, Kim SS, Heo YH, Ahn SM, Lee BG, Lee SK (2001) Effects of the grapevine shoot extract on free radical scavenger activity and inhibition of pro-inflammatory mediator production in raw macrophages. J Applied Pharmacol, 9, 188-193

Jayat C, Ratinau MH (1993) Cell cycle analysis by flow cytometry: principles and applications. Biol Cell, 78, 5-25

Kim YK (2004) Antioxidants. Ryo Moon Gak P. Vo. Seoul, Korea, 5-95

Lee SO, Lee HJ, Yu MH, Im HG, Lee IS (2005) Total polyphenol contents and antioxidant activities of methanol extracts from vegetable produced in Ullung island. Korean J Food Soc Sci Nutr, 37, 233-240

Branen AL (1975) Toxicology and biochemistry of butylated hydroxy anisole and butylated hydroxy toluene. J Am Oil Chem Soc, 52, 59-63

Ito N, Fukushima S, Hasegawa A, Shibata M, Ogiso T (1983) Carcinogenicity of butylated hydroxyanisole in F344 rats. J Cancer Inst, 70, 343-347

Kim MJ (2007) Side effects and coping methods in patients receiving chemotherapy for treatment of stomach cancer. Ph MS Thesis, Hanyang University, Korea

Iqbal S, Bhanger MI, Anwar F (2005) Antioxidant properties and components of some commercially available varieties of rice bran in Pakistan. J Food Chemistry, 93, 265-272

An YH, Kim YH (2007) Distribution and ecological characteristics of native *Rubus coreanus* in Korea. Kor J Env Eco, 21, 176-185

Jeong JS, Sin MK (1996) Encyclopedia of oriental medical. Young Rim Republ., Seoul, Korea, 461

Bae GH (2000) The medicinal plant of Korea. Kyohasa Publishing Co., Ltd, Seoul, Korea, 231

Ahn DK (1998) Illustrated Book of Korea Medicinal Herbs.. Kyohak Publishing Co., Ltd., Seoul, Korea, 946-947

Lee Y, Kim JC, Hwang KT, Kim DH, Jung CM (2013) Quality characteristics of black raspberry wine fermented with different yeasts. J Korean Soc Food Sci Nutr, 42, 784-791

Choi HS, Kim MK, Park HS, Kim YS, Shin DH (2006) Alcoholic fermentation of Bokbunja (*Rubus coreanus* Miq.) wine. Korean J Food Sci Technol, 38, 543-547

Cha HS, Youn AR, Park PJ, Choi HR, Kim BS (2007) Physicochemical characteristics of *Rubus coreanus* Miquel

- during maturation. Korean J Food Sci Technol, 39, 476-479
- Cha HS, Pakr MS, Park KM (2001) Physiological Activities of *Rubus coreanus* Miquel, Korean J Food Sci Technol, 33, 409-415
- Perez AG, Rios JJ, Sanz C, Olias JM (1992) Aroma components and free amino acids in strawberry variety chandler during ripening. J Agr Food Chem, 40, 2232-2235
- Ravai M (1996) Quality characteristics of raspberries and black berries. Cereal Food World, 41, 772-775
- Durst RW, Wrolstad RE, Krueger DA (1995) Sugar, non-volatile acid and mineral analysis for determination of the authenticity and quality of red raspberry juice composition. J Assoc Off Ana Chem, 78, 1195-1204
- Jung SH, Che GS, Park SE, Park HJ, Gwon JW, Lee HG, Jung JT, Lee JC (2013) Component Analysis and Antioxidant Activity of leaf and stem of *Rubus coreanus* Miquel as by-product. Paper presented at Korean Society of Food & Cookery Science, May 31, Seoul, Korea
- Sun J, Chu YF, Wu X, Liu RH (2002) Antioxidant and antiproliferative activities of common fruits. J Agric Food Chem, 50, 7449-7454
- Encyclopedia of food science and technology (2008) Korean Society of Food Science and Technology, Kwang-il Publishing Co Ltd, Seoul, Korea
- Pang KC, Kim MS, Lee MW (1996) Hydrolyzable Tannins from the fruits of *Rubus coreanus*. Kor J Pharmacogn, 27, 366-370
- Lee YA, Lee MW (1995) Tannis from *Rubus coreanus*, Kor J Pharmacogn, 26, 27-30
- Lee MW (1995) Phenolic Compounds from the Leaves of *Rubus coreanus*, Kor J Pharmacogn, 39, 200-204
- Kim MS, Bang GC, Lee MW (1996) Tannins from the Leaves of *Rubus Coreanus*, Kor J Pharmacogn, 40, 666-669
- Kim MS, Bang GC, Lee MW (1997) Flavonoids from the Leaves of *Rubus Coreanus*, Kor J Pharmacogn, 40, 1-6
- Ohtani, Miyajima C, Takahasi T, Kasai R, Tanaka O, Hahn DR, Naruhashi N (1990) A dimeric triterpene glycoside from *Rubus coreanus*, Phytochemistry, 29, 3275-3280
- Kim YH, Kang SS (1993) Triterpenoids from *Rubi fructus*. Arch Pharm Res, 16, 109-113
- Yoon I, Cho JY, Kuk JH, Wee JH, Jang MY, Ahn TH, Park KH (2002) Identification and activity of antioxidative compounds from *Rubus coreanus* fruit. Korean J Food Sci Technol, 34, 898-904
- Yoon I, Wee JH, Moon JH, Ahn TH, Park KH (2003) Isolation and identification of quercetin with antioxidative activity from the fruits of *Rubus coreanus* Miquel. Korean J Food Sci Technol, 35, 499 - 502
- William, M, Amanda JS, Michael EJJ, Peter G, Garry GD, Alan C (1999) Effect of freezing and storage on the phenolics, ellagitannins, flavonoids, and antioxidant capacity of red raspberries. J Agric Food Chem, 50, 5197-5201
- Hakkinen SH, Karenlampi SO, Heinonen IM, Mykkanen HM, Torronen AR (1999) Content of the flavonols quercetin, myricetin, and kaemferol in 25 edible berries. J Agric Food Chem, 47, 2274-2279
- Lee BK, Shin HH, Jung JH, Hwang KT, Lee YS, Kim TA (2009) Anthocyanins polyphenols and antioxidant activities of blackraspberry exudates. J Korean Soc Food Sci Nutr, 38, 125-130
- Markakis P (1974) Anthocyanins and their stability in foods. Crit. Rev. Food Technol, 4, 437-456
- Jang TS, Yang GC, Im SY, Kim BB (2014) Antioxidant and Antihemolytic Activity of Ethanol Extracts of *Rubus coreanus* Miquel, J Korean Oil chem Soc, 31, 130-135
- Jeon SK, Lee JW, Lee IS (2007) Effect of antioxidant activity and induction of DNA damage on human gastric cancer cell by *Rubus coreanus* Miquel. J Life Science, 17, 1723-1728
- Cho WG, Han SK, Sin JH, Lee JW (2008) Antioxidant of Heating Pork and Antioxidative Activities of *Rubus coreanus* Miq. Extracts, J Kor Soc Food Sci Nutr, 37, 820-825
- Ohtami K (1990) A dimeric triterpene-glycoside from *Rubus coreanus*. Chem Pharm Bull, 29, 327-580
- Kim JM (2011) Characteristics of *Rubus coreanus* Miq. fruits at different ripening stages. Korean J Food Sci Technol, 43, 341-347
- Park YK, Choi SH, Kim SH, Han JG, Chung HG (2007) Changes in antioxidant activity, total phenolics and vitamin C content during fruit ripening in *Rubus occidentalis*. Korean J Plant Res, 20, 461-465
- Cha HS, Youn AR, Park PJ, Choi HR, Kim BS (2007) Comparison of physiological activities of *Rubus coreanus* Miquel during maturation, J Korean Soc Food Sci Nutr,

- Kim CS (2007) Antioxidant Activity of the Water Extract of Korean Raspberry (*Rubus coreanus* Miq.) Fruits : In Comparison to Green Tea Extract, Chun Nam University
- Lee JE, Park E, Lee J, Auh JH, Choi HK, Lee J (2011) Effects of a *Rubus coreanus* Miquel supplement on plasma antioxidant capacity in healthy Korean men. *Nutrition Research and Practice*, 5, 429 - 434
- Mirault ME, Tremblay A, Furling D, Trepanier G, Dugre F, Puymirat J, Pothier F (1994) Transgenic glutathione peroxidase mouse models for neuroprotection studies. *Ann N Y Acad Sci*, 738, 104-115
- Comhair SA, Erzurum SC (2005) The regulation and role of extracellular glutathione peroxidase. *Antioxid Redox Signal*, 7, 72-79
- Guo Z, Ran Q, Roberts LJ, Zhou L, Richardson A, Sharan C, Wu D, Yang H (2008) Suppression of atherogenesis by overexpression of glutathione peroxidase-4 in apolipoprotein E-deficient mice. *Free Radic Biol Med*, 44, 343-352
- Hoehn B, Yenari MA, Sapolsky RM, Steinberg GK (2003) Glutathione peroxidase overexpression inhibits cytochrome C release and proapoptotic mediators to protect neurons from experimental stroke. *Stroke*, 34, 2489-2494
- Weisbrot-Lefkowitz M, Reuhl K, Perry B, Chan PH, Inouye M, Mirochnitchenko O (1998) Overexpression of human glutathione peroxidase protects transgenic mice against focal cerebral ischemia/reperfusion damage. *Brain Res Mol Brain Res*, 53, 333-338
- Lei XG, Cheng WH, McClung JP (2007) Metabolic regulation and function of glutathione peroxidase-1. *Annu Rev Nutr*, 27, 41-61
- Kim KH, Lee YA, Kim JS, Lee DI, Cho MW, Kim HY, Lee MW (2000). Antioxidative Activity of Tannins from *Rubus coreanum*. *Kor J Pharmacogn*, 44, 4, 354-357
- Wang SY, Lin HS (2000) Antioxidant activity in fruits and leaves of blackberry, raspberry, and strawberry varies with cultivar and developmental stage. *J Agric Food Chem*, 48, 140-146