

곰취 ‘쌘마니’ 품종의 재배지역 및 수확기별 항산화 활성 비교

서종택^{1*}, 김기덕², 손황배², 김수정², 홍수영², 김울호¹

¹국립식량과학원 고령지농업연구소, 연구관, ²연구사

Comparative Study of Antioxidant Activities at Different Cultivation Area and Harvest Date of the Gomchwi ‘Sammany’ Variety

Jong Taek Suh^{1*}, Ki Deog Kim², Hwang Bae Sohn², Su Jeong Kim²,
Su Young Hong² and Yul Ho Kim¹

¹Senior Researcher and ²Researcher, Highland Agricultural Research Institute, National Institute of Crop Science, RDA, Pyeongchang 25342, Korea

Abstract - This study was conducted for the comparison of antioxidant activities in different cultivation areas, harvest date and processing statuses in the new variety ‘Sammany’ of Gomchwi (*Fischer ligularia*). The lowland was Gangneung, 20 m above sea level, and the highland was Daegwallyeong, 750 m above sea level. The total phenolic contents, flavonoids, DPPH free radical scavenging activities, and reducing power were analyzed by freezing and drying the raw and blanched of Gomchwi leaves from April 18th to July 15th, and extracting them through in the use of methanol. Total phenolic contents, flavonoids, DPPH free radical scavenging activities and reducing power were found to be more pronounced during May than they were in the period of early harvest on April 18th in the lowland, as well as to be more effective during June than in May in the highland. Total phenolic contents, flavonoids, DPPH free radical scavenging activities, and reducing power by region, harvest date, and processing status were more effective in May than the early harvest of April in flat areas, and antioxidant activity in the highlands was elevated as of June. When compared with raw and blench leaves, raw leaves exhibited higher antioxidant activities across the board. Highland cultivation also displayed higher antioxidant activities than did lowland cultivation. Combining the above results, the ‘Sammany’ variety of Gomchwi was found to be more active in terms of antioxidants, which were harvested in May in flat areas and June in the highlands. Also, consuming them raw showed higher antioxidant activity than when blanched.

Key words – Antioxidant activity, DPPH free radical scavenging activities, Flavonoids, *Ligularia fischeri*, Reducing power, Total phenolic contents

서 언

곰취(*Ligularia fischeri* (Ledeb.) Turcz.)는 국화과 식물로 한국, 일본, 중국, 사할린섬, 동시베리아 등지에 분포하며 우리나라에는 높은 산지 서늘한 곳에 자생하며 어린잎을 씹과 나물로 먹으며 독특한 향미를 가지고 있는 산나물이다. 또한, 곰취는 각종 영양소와 비타민을 함유하고 있어 최근에는 전국에서 노지 및 시설 재배를 하고 있다(Cho and Kim, 2005). 옛날 중국에서는

곰취 뿌리 말린 것을 호로칠(葫蘆七)이라 하여 요통, 관절통, 타박상, 해수, 백일해, 천식 등에 처방하여 왔으며, 국내에서도 기침, 가래, 관절통, 두통, 혈액순환 등에 이용하여 왔다(Bae *et al.*, 2009). 또한 최근에는 염증과 활성산소 억제(Ham *et al.*, 1998), 항고혈압 효능, 기미, 검버섯 등의 생성 및 멜라닌 생합성을 억제하여 미백효과를 보인다는 것이 밝혀진바 있으며(Yeon *et al.*, 2012), 혈소판 응집 억제와 폐, 간 및 자궁암 세포의 증식을 억제하는 효과가 있다고 알려져 있다(Bae *et al.*, 2009). 특히, 생리활성과 관련하여 곰취 추출물에는 다량의 항산화 성분이 포함되어 있어 생리활성이 높다고 밝힌 바 있다(Kim *et al.*, 2010). Suh *et al.* (2015)은 곰취 싹품종 3종의 고랭지 수확기에 따른 생리활

*교신저자: E-mail jtsuh122@korea.kr
Tel. +82-33-330-1800

성 차이를 구명한 결과 고랭지에서 항산화 활성이 높은 수확기는 6월 상순 이후가 좋다고 밝힌 바 있다.

일반적으로 호기성 생물은 산소를 이용하여 호흡하는데 이 과정에서 활성산소(Reactive Oxygen Species, ROS)가 발생되며 세포 신호와 항상성에 중요한 역할을 한다(Sen, 2003). 하지만 환경적 및 심리적 등의 이유로 활성산소가 급증하게 되면 활성산소는 불안정하고 산화력이 높기 때문에 산화적 스트레스를 받게 되며, 지질, 당, 단백질, DNA 등과 반응하여 세포를 손상시키게 되어 비만, 염증, 당뇨병, 치매 등 다양한 질병을 유발할 수 있다(Lemberkovic et al., 2002; Oh, 2016). 우리 몸은 활성산소에 의한 상해에 대하여 방어 기작을 가지고 있지만(Yu et al., 2004), 생체 방어기작으로 과도하게 생성된 활성산소를 모두 제거하는 것에는 한계가 있기 때문에 항산화제를 섭취한다. 많은 건강 보조제 및 의약품이 출시되었지만 BHT (2,6-di-tert-butyl-4-methylphenol)와 BHA (3-tert-butyl-4-hydroxy anisole) 등의 합성의약품이 안정성 여부에 대해서 이슈화가 되면서 소비자들의 기피 현상이 발생하였다(Branen, 1975). 이에 따라 장기간 섭취해도 안전하게 활성산소에 의하여 발생하는 질병 및 노화를 호전시키거나 완화를 할 수 있는 천연물을 이용한 연구가 활발히 수행되고 있다(Joo et al., 2018; Mei et al., 2006).

본 연구는 곰취 신품종으로 등록된 ‘쌈마니’ 품종의 재배지역, 수확기 및 가공상태별로 생리활성을 비교 분석하여 지역별

최적 수확기와 먹는 방법을 선정하기 위한 참고자료로 이용하고자 수행하였다.

재료 및 방법

추출물 제조

본 실험에 사용된 곰취는 ‘쌈마니 (Sammany)’ 품종이다. ‘쌈마니’는 일반 곰취 (*Ligularia fischeri* (Ledeb.) Turcz)를 모본으로 하고, 세력이 강하고 내병성인 한대리곰취 (*Ligularia fischeri* var. *spiciformis* Nakai)을 부분으로 교배하여 2012년에 육성된 후 2018년에 산림청 산림품종관리센터에 품종보호제131호로 등록된 품종이다. ‘쌈마니’ 품종 시료는 국립식량과학원 고령지농업연구소 대관령(해발 750 m)과 강릉(해발 20 m) 시험포장에서 재배하면서 각각 시기별로 수확하여 시료로 사용하였다. 시료채취는 2018년에는 4월부터 평단지(강릉)는 4월 18일, 5월 9일, 5월 29일, 6월 19일 등 4회, 고랭지(대관령)는 5월 10일, 5월 28일, 6월 18일, 7월 9일 등 4회 수확하여 생 것을 이용하였고, 2019년에는 평단지(강릉)는 4월 18일, 5월 14일, 5월 29일, 6월 19일 등 4회, 고랭지(대관령)는 4월 24일, 5월 28일, 6월 14일, 7월 3일, 7월 15일 등 5회 수확하여 생 것과 데친 것을 냉동 건조하여 이용하였다. 곰취 재배기간 동안의 평균기온의 변화는 Fig. 1과 같다. 각각의 시료는 분쇄하여 사용하였으며, 건조 시료의 중량 대비 30배의 methanol (MeOH)를 이용하

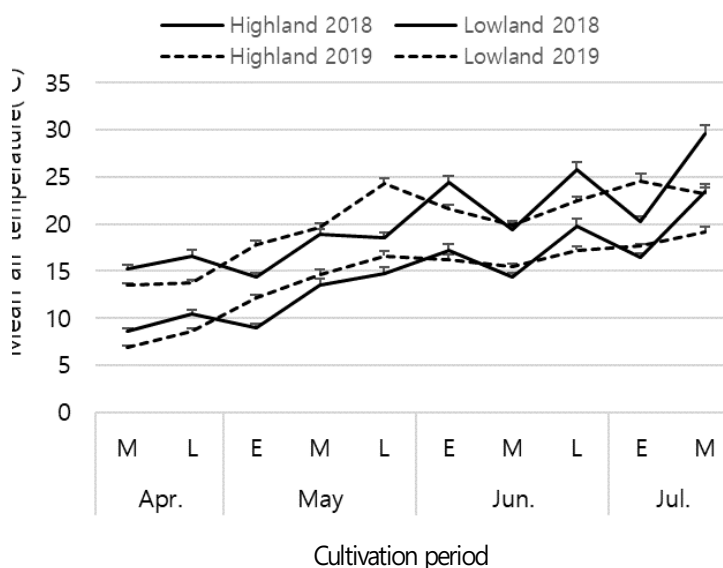


Fig. 1. Changes of mean air temperature in field during the cultivation of Gomchwi in highland and lowland. E: Early, M: Middle, L: Late.

여 3일간씩 3반복 추출하였다. 추출물을 filter paper (Whatman Co., Buckinghamshire, UK) grade 2로 여과한 후 감압농축기 (N-1200A, Eyela, Tokyo, Japan)를 이용하여 40℃에서 농축하였다. 수율은 건조중량 대비 농축량을 이용하여 측정하였다. 모든 실험은 3회 반복 측정하여 평균값 ± S.D. (n = 3)으로 나타내었다.

$$\text{수율 (\%)} = \text{추출물의 농축후 무게} / \text{시료의 건조후 무게} \times 100$$

시약

1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH), 2,6-di-tert-butyl-4-methylphenol (BHT), 3-tert-butyl-4-hydroxyanisole (BHA), α -tocopherol, ascorbic acid, gallic acid, sodium carbonate, quercetin, aluminium chloride, potassium acetate, trichloroacetic acid는 Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, USA)사의 제품을 사용하였으며, 그 외 사용한 제품들은 모두 Deajung (Siheung, Korea) 및 Junsei (Tokyo, Japan)사의 특급 제품을 구입하여 사용하였다.

항산화 활성 분석

총 폴리페놀 측정

곰취 추출물 내 총 페놀 함량은 Folin-Ciocalteu 방법을 사용하였다(Dewanto *et al.*, 2002). 1.0 mg/mL 농도의 시료용액 100 μ L를 Folin-Ciocalteu 시약 50 μ L와 혼합 후 상온에서 3분간 안정화를 시킨 후에, 20% sodium carbonate를 300 μ L를 넣어주었다. 15분 반응 후에 증류수 1000 μ L를 혼합하여 UV/VIS spectrophotometer (V530, Jasco Co., Tokyo, Japan)로 725 nm에서 흡광도를 측정하였다. 시료의 총 페놀 함량은 다양한 농도의 gallic acid를 측정한 값의 표준 검량 곡선을 이용하여 페놀 화합물을 정량하였으며, 추출물 g당 gallic acid equivalents (mg · GAE/mL)로 나타내었다.

총 플라보노이드 측정

총플라보노이드 함량 측정은 M.I.N Moreno 등의 시험법 (Moreno *et al.*, 2000)을 변형하여 사용하였다. 시료 100 μ L, 10% aluminum nitrate 20 μ L 와 1 M potassium acetate 20 μ L를 순차적으로 넣은 후 80% ethanol 860 μ L를 첨가하여 상온에서 40분간 반응시켰다. 반응 후 UV/VIS spectrophotometer (V530, Jasco Co., Tokyo, Japan)로 415 nm에서 흡광도를 측정

하였다. 총플라보노이드 함량은 여러가지 농도의 quercetin을 측정한 값의 표준 검량 곡선을 이용하여 플라보노이드 화합물을 정량하였으며, 추출물 g당 quercetin equivalents (mg · QE/mL)로 나타내었다.

DPPH free radical 소거능 측정

DPPH free radical 소거 활성은 Blois (1958)의 방법을 이용하여 실험하였다. 서로 다른 농도의 시료 100 μ L에 0.15 mM 농도의 DPPH 용액 100 μ L를 혼합 한 후 30분간 실온에서 암반응 시켰다. 이 반응액을 515 nm에서 ELISA (Model 680, Bio-Rad, Hercules, CA, USA)를 이용하여 흡광도 측정하였다. Positive control은 Ascorbic acid, α -Tocopherol, BHA, BHT를 사용하였으며, 농도에 따른 DPPH free radical 소거 활성의 기울기를 구하고 소거 활성이 50%가 되는 농도를 IC₅₀ 값으로 나타내었다.

$$\text{DPPH free radical 소거 활성 (\%)} = (1 - (\text{sample} - \text{sample blank}) / (\text{control} - \text{control blank})) \times 100.$$

환원력 측정

환원력(Reducing power)은 Oyaizu (1986)의 방법을 이용하여 측정하였다. 농도 0.1 mg/mL 시료 100 μ L에 0.2 M sodium phosphate buffer (pH 6.6) 100 μ L, 1% potassium ferricyanide 100 μ L를 차례로 가하여 혼합하고 50℃에서 20분 동안 반응시킨 후 10% trichloroacetic acid 100 μ L를 가하여 반응을 종결시킨 후 증류수 400 μ L, 1% ferric chloride 50 μ L를 차례로 가하여 혼합한 반응 용액을 UV/VIS spectrophotometer (V530, Jasco Co., Tokyo, Japan)로 700 nm에서 흡광도를 측정하였다. 시료의 환원력은 흡광도의 값으로 나타내었으며, 환원력 효과를 비교하기 위한 대조군으로는 Ascorbic acid(AA)를 사용하였다.

결과 및 고찰

곰취 '쌈마니' 품종의 추출 수율은 지역 및 수확기별로 수확하여 냉동 건조하여 간 것을 추출하여 실험에 사용하였다. 여과한 추출액은 감압농축 후 추출물의 무게를 측정하였으며, 추출된 시료의 수율은 Table 1과 같다. 총 4회에 걸친 수확기중 평년 지에서는 18.3-21.9%의 수율을 나타내어 큰 차이를 나타내지 않았으나 6월 19일 수확이 가장 낮은 수율을 나타내었다. 그리고 고랭지에서는 5월 28일 수확이 15.7%의 수율을 나타내어 가장 낮은 수율을 보였고, 7월 9일 수확은 27.6%로 가장 높은 수율

Table 1. Yield, and the total phenolic and total flavonoid contents of extraction at different region and harvest date of the Gomchwi 'Sammany' variety of 2018 year

Region	Harvest date	Yield ^z (%)	Total Phenolic (mg·GAE ^y /mL)	Total Flavonoid (mg·QE ^x /mL)
Lowland	Apr. 18	20.2	113.12 ± 2.28 ^w	32.08 ± 0.34
	May 9	19.2	264.74 ± 2.05	75.91 ± 2.17
	May 29	21.9	244.63 ± 1.73	71.97 ± 1.67
	Jun. 19	18.3	198.33 ± 3.16	50.75 ± 4.31
Highland	May 10	22.0	130.33 ± 1.16	27.78 ± 4.1
	May 28	15.7	148.45 ± 0.88	40.31 ± 2.69
	Jun. 18	18.5	274.37 ± 3.23	66.54 ± 3.64
	Jul. 9	27.6	173.37 ± 3.24	43.13 ± 3.19

^zyield (%): weight of dry soluble solid (g)/ weight of sample (g) × 100.

^yGAE: gallic acid equivalent, Each value is mean ± standard derivation of three replicate tests.

^xQE: quercetin equivalent, Each value is mean ± standard derivation of three replicate tests.

^wEach Data is mean ± standard deviation of three replicate tests.

을 나타내었다. 곱취 '쌈마니' 품종의 지역, 수확기 및 가공상태 별 수율을 Table 2에서 보면 수확기 중 고랭지에서 4월 24일 수확한 생체 시료가 23.3%로 가장 높은 수율을 나타내었고, 평단지 4월 18일 수확하여 데친 시료가 4.6%로 가장 낮은 수율을 나타내었다. 평단지 4월 18일과 5월 14일에 수확하여 데친 시료를 제외하고 모든 처리가 10% 이상의 수율을 나타내었다. Lee *et al.* (2014)이 연구한 수확기가 포도 과실 품질에 미치는 영향에서 폴리페놀 화합물인 카테킨, 레스베라트롤, 퀴세틴 등 활성물질이 수확기에 따라 그 함량 차이를 보였으며, 이는 일조량 및 생육기가 활성물질 함량정도에 영향을 주기 때문일 것으로 보고한 바 있다. 이는 곱취에서도 재배지역 및 수확기에 따라 생리활성 물질의 축적 정도가 다르기 때문에 많은 차이를 보이는 것으로 사료된다.

폴리페놀 화합물은 생리활성 물질로서 대부분의 작물이 다량 함유하는 것으로 알려져 있으며, 이는 여러가지 구조와 분자량을 가지고 있어 많은 단백질 및 거대분자들과 결합이 용이하기 때문에 생리활성이 높은 것으로 알려져 있다(Park and Lee, 2013). 이러한 결합은 폴리페놀 화합물이 가지는 phenolic hydroxyl기의 특징으로 항암, 항염 등 많은 항산화 기능을 가지게 된다(Kuhnau, 1976). 곱취 '쌈마니' 품종의 지역 및 수확기 별 총 페놀 함량은 gallic acid를 이용하여 검량선을 작성하였고 측정결과는 Table 1과 같다.

총 페놀 함량을 Table 1에서 비교해 보면 수확기에 따라 곱취

추출물의 총 페놀 함량은 많은 차이를 나타냄을 확인하였다. 평단지에서 총 페놀 함량은 5월 9일이 264.74 ± 2.05 mg · GAE/mL로 가장 높았고, 그 다음이 5월 29일, 6월 19일, 4월 18일 순으로 대체적으로 5월에 높았다. 고랭지에서 총 페놀 함량은 6월 18일이 274.37 ± 3.23 mg · GAE/mL로 가장 높았고, 그 다음이 7월 9일, 5월 28일, 5월 10일 순이었다. 대체적으로 6월에 높게 나타나 수확기에 따라 함량 차이가 있음을 확인하였다. '쌈마니' 품종의 재배지역, 수확기 및 가공상태별 총 페놀 함량을 측정된 결과를 Table 2에서 보면 평단지에서는 6월 19일 수확한 생체 시료가 189.66 ± 2.61 mg · GAE/mL로 가장 높은 함량을 나타내었으며, 데친 시료도 151.80 ± 0.93 mg · GAE/mL로 높게 나타났다. 그러나 4월 18일 수확하여 데친 시료는 31.54 ± 1.31 mg · GAE/mL로 가장 낮은 함량을 나타내었다. 생체와 데친 것을 비교하였을 때, 생체의 페놀 함량이 더 높게 나타나는 것을 확인하였다. 고랭지에서는 7월 3일 수확한 생체 시료가 185.10 ± 3.15 mg · GAE/mL로 가장 높은 함량을 나타내었으며, 4월 24일 수확하여 데친 시료가 78.29 ± 0.69 mg · GAE/mL로 가장 낮은 함량을 나타내었다. 이는 Park *et al.* (2006)이 연구한 수확기별 구기자의 페놀 화합물의 함량을 측정된 결과 수확기에 따라 큰 차이를 나타냄을 보고한 바 있어 본 연구의 곱취도 수확기의 기온과 환경에 따라 활성물질의 함량이 차이를 나타내어 유사한 결과를 보였다. 작물에 널리 분포되어 있는 노란색계열의 플라보노이드 물질은 항산화능을 비롯한 여러가지 생리활성 기

Table 2. Comparison of yield, DPPH free radical scavenging activity, the total phenolic and total flavonoid contents of extraction at different region, processing status and harvest date of the Gomchwi ‘Sammany’ variety of 2019 year

Region	Processing status	Harvest date	Yield (%)	DPPH radical scavenging activity IC ₅₀ ^z , (μg/mL)	Total Phenolic (mg·GAE ^y /mL)	Total Flavonoid (mg·QE ^x /mL)
Lowland	Raw	Apr. 18	19.8	103.71 ± 0.65	96.11 ± 0.13	56.61 ± 1.42
		May 14	19.5	73.53 ± 0.59	140.57 ± 0.49	100.37 ± 2.19
		May 29	19.2	62.70 ± 0.80	168.65 ± 3.65	120.88 ± 1.14
		Jun. 19	18.6	38.11 ± 0.91	89.66 ± 2.61	136.94 ± 2.86
	Boiled	Apr. 18	4.6	383.09 ± 1.37	31.54 ± 1.31	9.39 ± 1.30
		May 14	9.7	117.38 ± 1.23	72.22 ± 0.77	16.98 ± 3.24
		May 29	16.6	68.18 ± 0.90	146.97 ± 0.53	115.86 ± 3.44
		Jun. 19	11.6	65.67 ± 1.89	151.80 ± 0.93	116.68 ± 3.59
Highland	Raw	Apr. 24	23.3	89.08 ± 0.23	104.44 ± 1.00	50.60 ± 3.38
		May. 28	18.5	57.05 ± 1.40	169.28 ± 1.06	154.56 ± 0.77
		Jun. 14	16.8	42.62 ± 0.14	179.53 ± 2.24	168.80 ± 4.97
		Jul. 3	17.9	51.58 ± 1.22	185.10 ± 3.15	173.80 ± 0.39
		Jul. 15	18.0	45.36 ± 2.15	183.38 ± 0.53	195.04 ± 3.77
	Boiled	Apr. 24	15.4	118.82 ± 0.47	78.29 ± 0.69	56.38 ± 4.22
		May. 28	14.8	46.86 ± 0.92	188.98 ± 4.41	191.25 ± 3.23
		Jun. 14	13.3	55.14 ± 0.90	151.30 ± 2.85	153.76 ± 1.92
		Jul. 3	15.0	68.86 ± 1.47	136.76 ± 1.38	127.91 ± 0.70
		Jul. 15	15.8	51.26 ± 1.69	165.18 ± 1.62	162.84 ± 3.39
Ascorbic acid			-	2.87 ± 0.01	-	-
BHA			-	16.09 ± 0.41	-	-
α-Tocopherol			-	12.33 ± 0.14	-	-
BHT			-	185.94 ± 3.94	-	-

C₅₀: Concentration causing 50% inhibition of DPPH at 30 min after starting the reaction.

^yGAE: Gallic acid equivalent. Each value is mean ± standard derivation of three replicate tests.

^xQE: Quercetin equivalent. Each value is mean ± standard derivation of three replicate tests.

*Each Data is mean ± standard deviation of three replicate tests.

능을 가진 물질이다(Sun *et al.*, 2002). 플라보노이드는 최근 연구에서 항염증, 항알레르기 반응에 효과가 있고, 염증 반응시에 효소의 활성 억제 및 free radical 억제 효과 등이 밝혀져 있다(Kawaguchi *et al.*, 1997). 총 플라보노이드 함량은 quercetin을 기준 물질로 하여 검량선을 작성 한 후 그 함량을 확인하였다. 총 플라보노이드 함량을 Table 1에서 보면 평안지에서는 5월 9일이 75.9 mg · QE/mL로 가장 높았고, 그 다음이 5월 29일, 6월 19일, 4월 18일 순이었다. 대체적으로 5월에 높았으며, 고랭지에서는 초기 수확보다는 중기 수확인 6월 18일에 66.5 mg · QE/

mL로 가장 높게 나타났으며, 그 다음이 7월 9일, 5월 28일, 5월 10일 순이었다. 대체적으로 6월에 높게 나타남을 확인하였다. ‘쌘마니’ 품종의 재배지역, 수확기 및 가공상태별 총 플라보노이드 함량을 측정된 결과를 Table 2에서 보면 평안지에서는 6월 19일에 수확한 생체 시료가 136.94 ± 2.86 mg · QE/mL로 가장 높게 나타났고, 데친 시료 또한 116.68 ± 3.59 mg · QE/mL로 높게 나타났다. 수확이 가장 빠른 4월 18일 수확 생체는 56.61 ± 1.42 mg · QE/mL, 데친 것은 9.39 ± 1.30 mg · QE/mL로 가장 낮게 나타났다. 고랭지에서는 7월 15일에 수확한 생체 시료가

195.04 ± 3.77 mg · QE/mL로 가장 높았으며, 4월 24일 수확은 50.60 ± 3.38 mg · QE/mL로 낮았다. 데친 시료 5월 28일이 191.25 ± 3.23 mg · QE/mL로 가장 높게 나타났다. 전체적으로 볼 때, 평산지보다 고랭지 재배가 더 많은 총 플라보노이드 함량을 나타내었다. Woo and Lee (2008)의 구절초와 남구절초를 이용한 연구결과에서도 확인한 바와 같이 동일한 식물체라 하더라도 생육 시기에 따라 생리활성 물질의 함량 차이를 분명하게 나타내었으며, 활성 물질이 많이 함유된 시료를 얻기 위한 최적 시기를 선정하는 것이 중요하다고 밝힌바 있다. 그러나 구기자와 구절초를 이용한 연구에서는 수확기가 늦어질수록 활성 물질의 함량이 감소한다 하였으나 본 연구에 곰취의 경우 생육 초기와 말기 보다는 생육중기 즉 생육조건이 가장 좋은 시기에 생리활성 물질 함량이 증가하는 것으로 나와 다른 결과를 보였다. Kim *et al.* (2012) 이 연구한 자생식물과 생약자원 추출물의 폴리페놀과 플라보노이드 함량 차이에서도 측정된 모든 시료의 측정값을 비교해 보았을 때 폴리페놀 함량이 플라보노이드 함량보다는 높았으나 폴리페놀과 플라보노이드 간에 차이가 등비로 증가하거나 감소하지 않고 각각의 시료 특성에 따라 함량 차이를 나타냄을 확인하였다. 이는 생육환경에 따른 생리활성 성분의 함량 차이로 설명할 수 있는 것으로 사료된다.

DPPH (1,1-diphenyl-2-picryl-hydrazyl)는 생리활성 측정에 대표적인 반응 물질로 그 자체가 매우 안정한 자유 라디칼 (free radical)로서 517 nm에서 특징적인 광흡수를 나타내는 자

색의 혼합물이며, 일반적으로 노화방지제의 생리활성을 측정하기 위한 기질로 사용된다(Oyaizu, 1986). 이 radical은 alcohol 등의 유기용매에서 매우 안정적이며, 특히 여러 가지 antioxidative mechanism 중 proton radical scavenger에 의하여 항산화제에 존재하는 hydrogen이 첨가되어 non-radical 형태가 되는 전자공여 작용인 환원 현상에 기초를 둔 것으로 추출물이 안정된 상태의 radical DPPH를 노란색의 diphenylpicrylhydrazine으로 환원시켜 활성 radical에 전자를 공여함으로써 식품 중의 지방산화를 억제시키는 척도로 사용된 것 뿐 아니라 인체 내 활성 radical에 의한 노화를 억제하는 척도로 이용되고 있다(Choi and Oh, 1985). DPPH를 이용한 항산화 활성을 농도에 따른 DPPH free radical 소거 활성의 기울기를 구하고 소거 활성이 50%가 되는 농도를 IC₅₀ 값으로 산출한 결과를 Fig. 2에 나타내었다. DPPH 활성산소 제거능을 Fig. 2에서 보면 평산지에서는 4월 18일 조기수확보다는 5월 9일과 5월 29일에 더 효과적 이었으며, 고랭지에서는 5월보다는 6월에 효과가 더 있는 것으로 나타나 수확기에 따른 항산화능의 뚜렷한 차이를 확인하였다. ‘쌈마니’ 품종의 재배지역, 수확기 및 가공상태별 DPPH 활성산소 제거능을 Table 2에서 보면 평산지에서 6월 19일 수확한 생체 시료가 38.11 ± 0.91 µg/mL의 IC₅₀값을 나타내어 가장 높은 활성을 보여 합성 항산화제인 BHT보다 높은 활성 보여주었다. 그러나 4월 18일 수확 후 데친 시료는 383.09 ± 1.37 µg/mL로 가장 낮은 활성을 나타냈다. 고랭지에서는 6월 14일 수확한

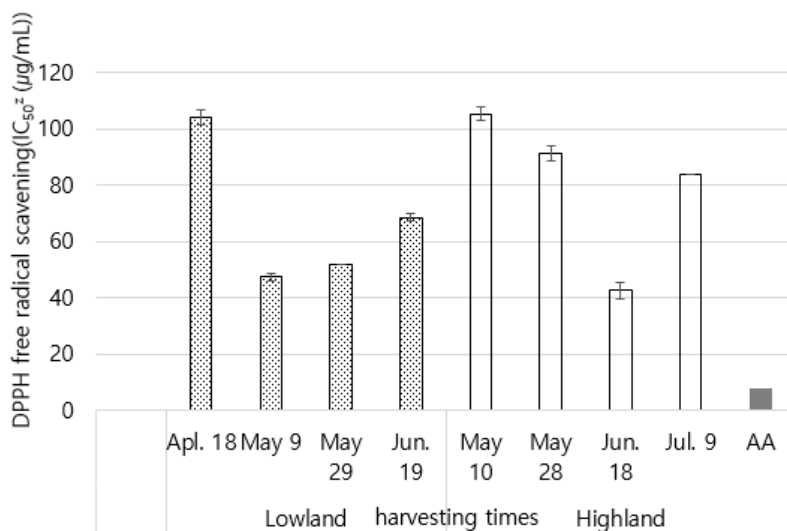


Fig. 2. Comparison of DPPH free radical scavenging activities at different region and harvest date of the Gomchwi ‘Sammany’ variety of 2018 year. ¹IC₅₀: Concentration causing 50% inhibition of DPPH at 30 min after starting the reaction, ²DPPH: 1, 1-diphenyl-2-picrylhydrazyl, ³AA: Ascorbic acid, ⁴Each data value is mean ± standard deviation of three replicate experiments.

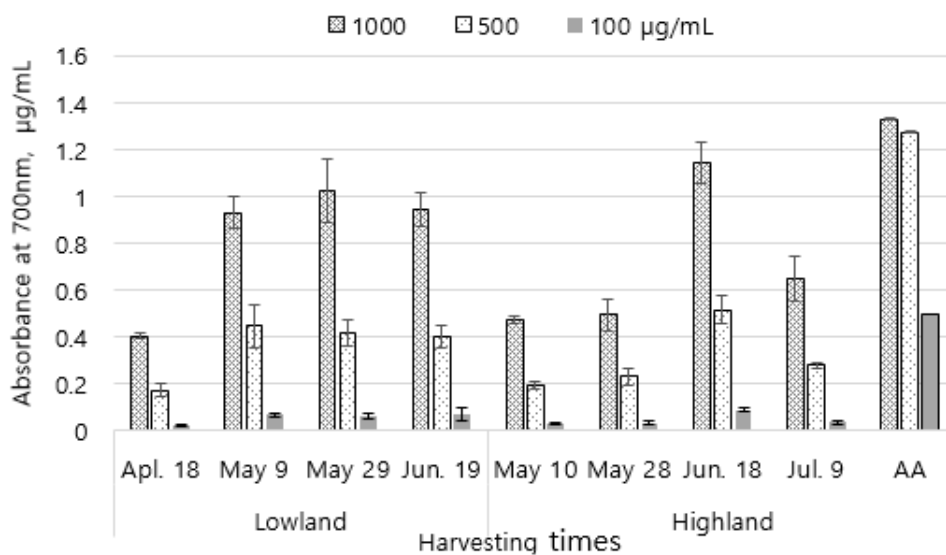


Fig. 3. Comparison of reducing power at different region and harvest date of the Gomchwi ‘Sammany’ variety of 2018 year. *AA: Ascorbic acid, *Each data value is mean \pm standard deviation of three replicate experiments.

생체 시료가 $42.62 \pm 0.14 \mu\text{g/mL}$ 의 IC_{50} 값을 나타내어 가장 높은 활성을 보여 합성 항산화제인 BHT보다 높은 활성 보여주었다. 그러나 4월 24일 수확 후 데친 시료는 $118.82 \pm 0.47 \mu\text{g/mL}$ 로 가장 낮은 활성을 나타냈다. 생체와 데친 것을 비교하였을 때, 생체가 더 높은 생리활성을 나타내는 것을 확인하였다. 제주재래종 감귤의 수확기별 전자공여능의 측정결과에서 확인한 바에 의하면 감귤종의 착즙액에서도 플라보노이드와 총 폴리페놀 함량이 증가하는 시기에 높은 항산화 활성을 나타내었으며, 이는 전자공여능이 phenolic acid, flavonoids 및 기타 페놀성 물질 등에 항산화 작용의 지표로서 환원력이 클수록 높은 전자공여능을 나타낸다고 보고한 바 있다(Kang *et al.*, 1996, Kim *et al.*, 2009). 또한, Kang and Shon (2007)의 국산 녹차 4종 채취기에 따른 항산화능 변화에서도 시료 0.1 mg/mL 의 농도에서 수확기에 따른 DPPH활성이 약 80 ~ 90% 정도의 차이를 가짐을 확인한 바 있다. 그리고 Jung *et al.* (2019)의 국내 수집 홍하 유전자원의 DPPH 라디칼 소거능 측정에서는 $18.76\text{--}93.98 \mu\text{g ASCE}$ 로 본 연구의 곰취 ‘쌈마니’ 품종과 비교해 볼 때 비교적 활성이 높은 것으로 나타났다. 결과적으로 곰취에 함유되어 있는 총 페놀 및 플라보노이드 함량 차이가 항산화 활성에 영향을 미치는 것으로 판단되며, 수확기별로 평난지는 5월 중순, 고랭지는 6월 중순에 DPPH free radical 소거능의 급격한 증가를 확인함으로써 곰취가 가지는 항산화 활성을 이용할 경우 반드시 수확기를 고려해야 할 것으로 생각된다.

환원력은 산화를 일으킨 후 반응을 정지시키고 FeCl_3 를 첨가

하여 ferric-ferricyanide (Fe^{3+})혼합물이 수소를 공여하여 유리라디칼을 안정화시켜 ferrous (Fe^{2+})로 전환하는 환원력을 700 nm에서 흡광도 값을 측정하여 나타내는 것이다(Sa *et al.*, 2010). 환원력을 측정한 결과는 Fig. 3과 같다. 각각의 결과는 흡광도를 그래프로 나타내었으며, 흡광도 측정값이 높을수록 높은 활성을 가짐을 확인할 수 있다. 또한 환원력에 있어서 시료 농도 100, 500, 1,000 $\mu\text{g/mL}$ 의 농도중 평난지에서는 저농도보다는 고농도에서 높게 나타났으며, 고농도인 1,000 $\mu\text{g/mL}$ 에서 5월 29일이 가장 높았고, 그 다음이 5월 19일, 5월 9일, 4월 18일 순이었다. 고랭지에서도 농도는 같은 경향이었으며, 6월 18일에 가장 높게 나타났고, 그 다음이 7월 9일, 5월 28일, 5월 10일 순이었다. 이는 DPPH를 이용한 항산화 활성과 유사한 결과 값이며, 고랭지에서 6월 18일 수확한 경우 동일 농도로 측정한 대조 AA (Ascorbic acid.)보다는 조금 낮은 환원력을 나타내지만 천연 추출물로서는 높은 항산화력을 가진다고 판단된다.

곰취 ‘쌈마니’ 품종의 재배지역, 수확기 및 가공상태별 환원력을 Fig. 4에서 보면 시료 농도가 높을수록 환원력이 높게 나타났으며, 시료농도 1000 $\mu\text{g/mL}$ 로 비교하였을 때, DPPH free radical 소거 활성과 마찬가지로 평난지에서는 6월 19일에 수확한 생체 시료가 가장 높은 활성을 보여주었고, positive control인 ascorbic acid와 비슷한 활성을 나타내었다. 수확기가 빠를수록 환원력이 낮아져 4월 18일에 수확하여 데친 시료가 가장 낮은 환원력을 나타내었다. 고랭지에서는 생 것과 데친 것 모두 5월 28일 이후에는 아주 높은 환원력을 나타내었으며, 4월 24일

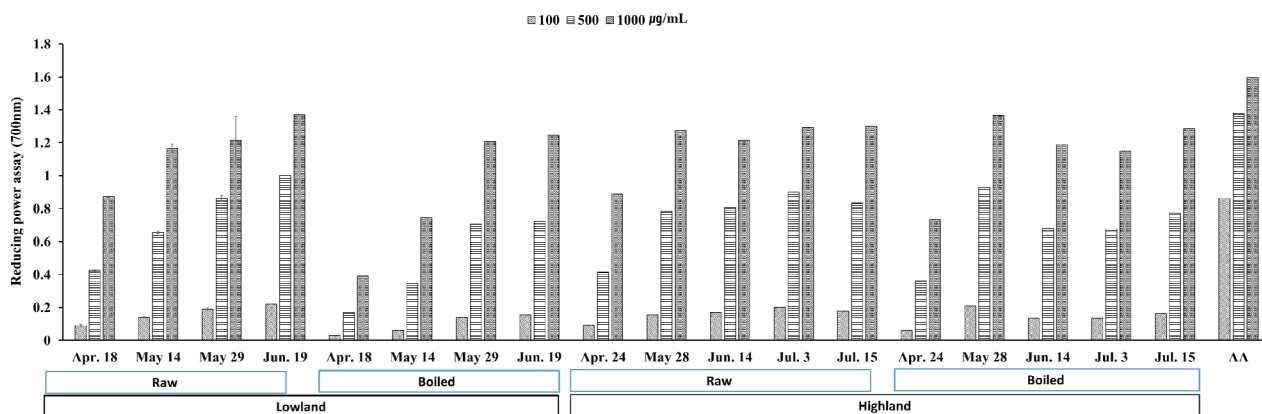


Fig. 4. Reducing power of extraction at different region, processing status and harvest date of the Gomchwi ‘Sammany’ variety of 2019 year. *AA; Ascorbic acid. *Each data value is mean ± standard deviation of three replicate experiments.

로 수확이 빠른 것은 환원력이 낮게 나타나 DPPH free radical 소거 활성과 유사한 경향을 나타내었다. 이러한 결과는 Suh *et al.*, (2015)이 고랭지에서 곰취 신품종을 가지고 수확시기별로 항산화 활성을 분석한 결과 6월 12일 수확부터 항산화 활성이 높게 나타났다고 한 보고와 일치하는 결과를 나타내었다. 그리고 Duan *et al.*, (2014)이 연구한 산사의 환원력을 0.2 mg/mL의 농도에서 측정하였을 때, 흡광도 값이 Abs 0.04 ~ 0.07로 확인 되었으며, DPPH를 이용한 항산화 활성 측정에서도 낮은 항산화 활성을 확인한 바 있다. Kang and Shon (2007)이 녹차의 환원력을 0.1 mg/mL 농도에서 측정한 실험에서는 Abs 1.0 이상의 흡광도 값을 확인하였으며, DPPH 실험결과에서도 높은 항산화 활성을 가짐을 확인함으로써 항산화 활성과 환원력 간의 연관성을 확인한 바와 같이 본 연구의 결과도 유사한 결과를 나타내었다. 또한 평nan지와 고랭지 모두 Fig. 1의 평균기온에서 보듯이 평nan지는 4월, 고랭지는 5월의 기온이 낮게 분포하는데 이러한 낮은 기온이 생육을 느리게 하고 광합성 산물의 집적을 억제하여 항산화 활성이 낮은 것으로 추정된다. 그러나 기온이 어느 정도 올라가는 평nan지 5월과 고랭지 6월에는 생육이 왕성하여 생리활성 물질의 집적이 많아지면서 항산화 활성도 높아지는 것으로 사료된다. 이러한 결과를 종합해 볼 때, 곰취 ‘쌈마니’ 품종은 평nan지에서는 5월, 고랭지에서는 6월에 수확하는 것이 항산화 활성이 높은 것으로 나타났다.

적 요

본 연구는 곰취 신품종 ‘쌈마니’의 고랭지와 평nan지 수확기 및 가공 상태에 따른 항산화 활성 차이를 구명하고자 수행 하였

다. 4월 18일부터 7월 15일까지 수확하여 생것과 데친 것을 냉동 건조한 후 메탄올에 추출하여 총 페놀 함량, 총 플라보노이드 함량, DPPH free radical 소거능과 환원력을 분석하였다. 재배지역 및 수확기별 총 페놀 함량, 총 플라보노이드 함량, DPPH free radical 소거능과 환원력은 평nan지에서는 4월 18일 조기 수확보다는 5월 수확이 더 효과적이었으며, 고랭지에서는 5월보다는 6월에 더 효과가 있는 것으로 나타났다. 재배지역, 수확기 및 가공상태별 총 페놀 함량, 총 플라보노이드 함량, DPPH free radical 소거능과 환원력은 평nan지에서는 4월 조기 수확보다는 5월부터 더 효과적이었으며, 고랭지에서는 6월부터 항산화 활성이 높게 나타났다. 생체와 데친 것을 비교하였을 때, 생체가 모든 항목에서 더 높은 항산화 활성을 나타내었다. 또한 평nan지 재배보다 고랭지 재배가 더 높은 항산화 활성을 나타냈다. 이상의 결과를 종합해볼 때, ‘쌈마니’ 품종은 평nan지에서는 5월, 고랭지에서는 6월에 수확하여 생으로 먹는 것이 데쳐서 먹는 것보다 항산화 활성이 더 높은 것으로 나타났다.

사 사

본 연구는 농촌진흥청 연구사업(세부과제명: 다년생 산채류 고랭지 경사지밭 고품질 재배기술 개발, 세부과제번호 PJ01135 702)의 지원에 의해 수행되었습니다.

Conflicts of Interest

The authors declare that they have no conflict of interest.

References

- Bae, J.H., S.O. Yu, Y.M. Kim, S.U. Chon, B.W. Kim and B.G. Heo. 2009. Physiological activity of methanol extracts from *Ligularia fischeri* and their hyperplasia inhibition activity of cancer cell. *J Bio-Environ Control* 18:67-73.
- Blois, M.S. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 181:1199-1200.
- Branen, A.L. 1975 Toxicology and biochemistry of butylated hydroxyanisole and butylated hydroxytoluene. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 52:59-63.
- Cho, S.D. and S.D. Kim. 2005. Food product development and quality characterization of *Ligularia fischeri* for food resources. *Korean J. Food Preserv.* 12:43-47 (in Korean).
- Choi, J.H. and S.K. Oh. 1985. Studies on the anti-aging action of Korean Ginseng. *Korean J. Food sci. Technol.* 17:506-515 (in Korean).
- Dewanto, V., W. Xianzhong and R.H. Liu. 2002. Processed sweet corn has higher antioxidant activity. *J. Agric. Food Chem.* 50:4959-4964.
- Duan, Y., M.A. Kim, J.H. Seong, H.S. Chung and H.S. Kim. 2014. Antioxidative activities of various solvent extracts from haw (*Crataegus pinnatifida* Bunge). *Korean J. Food Preserv.* 21(2):246-253 (in Korean).
- Ham, S.S., S.Y. Lee, D.H. Oh, S.W. Jung, S.H. Kim, C.K. Jeong and I.J. Kang. 1998. Cytotoxicity of *Ligularia fischeri* extracts. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 27:987-992 (in Korean).
- Joo, O.S., C.E. Hwang, S.Y. Hong, E.C. Sin, S.H. Nam and K.M. Cho. 2018. Antioxidative and digestion enzyme inhibitory activity of *Ganoderma lucidum* depends on the extraction solvent. *Korean J. Food Preserv.* 25:124-135 (in Korean).
- Jung, Y.J., A.D. Assefa, J.E. Lee, H.S. Lee, J.H. Rhee and J.S. Sung. 2019. Analysis of antioxidant activity and serotonin derivatives in safflower (*Carthamus tinctorius* L.) germplasm collected from five countries. *Korean J. Plant Res.* 32(5): 423-432 (in Korean).
- Kang, S.K. and M.Y. Shon. 2007. Changes of bioactive compounds and antioxidant activities in Korean green tea (*Camellia sinensis*) with different harvesting periods. *Korean J. Food Preserv.* 14(6):709-715 (in Korean).
- Kang, Y.H., Y.K. Park and G.D. Lee. 1996. The nitrite scavenging and electron donating ability of phenolic compounds. *J. Korean Food Sci. Technol.* 28(2):232-239 (in Korean).
- Kawaguchi, K., T. Mizuno, K. Aida and K. Uchino. 1997. Hesperidin as an inhibitor of lipases from porcine pancreas and pseudomonas. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 61:102-104.
- Kim, E.J., J.Y. Choi, M.R. Yu, M.Y. Kim, S.H. Lee and B.H. Lee. 2012. Total polyphenols, total flavonoid contents, and antioxidant activity of Korean natural and medicinal plants. *Korean J. Food Sci. Technol.* 44(3):337-342 (in Korean).
- Kim, S.M., S.W. Kang and B.H. Um. 2010. Extraction conditions of radical scavenging Caffeoylquinic acids from Gomchui (*Ligularia fischeri*) Tea. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 39 (3):399-405 (in Korean).
- Kim, Y.D., W.J. Ko, K.S. Koh, Y.J. Jeon and S.H. Kim. 2009. Composition of flavonoids and antioxidative activity from juice of Jeju native citrus fruits during maturation. *Korean J. Nutr.* 42(3):278-290 (in Korean).
- Kuhnau, J. 1976. The Flavonoids: a class of semiessential food components: their role in human nutrition. *World Rev. Nutr. Diet.* 24:117-120.
- Lee, S.H., S.H. Lee, S.K. Kim, E.Y. Hong, S.H. Chun, I.C. Son and D.I. Kim. 2014. Effect of harvest time on the several phenolic compounds and fruit quality of grape cultivars. *Korean J. Plant Res.* 27(2):119-124 (in Korean).
- Lemberkovic, E., E. Czinner, K. Szentmihalyi, A. Balazs and E. Sze. 2002. Comparative evaluation of *Helichrysi flos* herbal extracts as dietary source of plant polyphenols, and macro-and microelements. *Food Chem.* 78:119-127.
- Mei, N., V.M. Arlt, D.H. Phillips, R.H. Heflich and T. Chen. 2006. DNA adduct formation and mutation induction by aristolochic acid in rat kidney and liver. *Mutat. Res.* 602:83-91.
- Moreno, M.I.N., M.I. Isla, A.R. Sampietro and M.A. Vattuone. 2000. Comparison of the free radical-scavenging activity of propolis from several regions of Argentina. *J. Ethnopharmacol.* 71:109-114.
- Oh, H.K. 2016. Antioxidant and anti-inflammatory activities of extracts from *eugenia caryophyllata* Thunb. *J. Korean Soc. Food Cult.* 31:481-488.
- Oyaizu, M. 1986. Studies on product of browning reaction prepared from glucose amine. *Journal of Nutrition* 44:307-315.
- Park, H.J. and K.Y. Lee. 2013. Evaluations on antioxidant effect of methanol extract from immature cotton boll. *Korean J. Plant Res.* 26(4):426-432 (in Korean).
- Park, S.J., W.J. Park, B.C. Lee, S.D. Kim and M.H. Kang. 2006. Antioxidative activity of different species *Lycium chinensis*

- Miller extracts by harvest time. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 35(9):1146-1150 (in Korean).
- Sa, Y.J., J.S. Kim, M.O. Kim, H.J. Jeong, C.Y. Yu, D.S. Park and M.J. Kim. 2010. Comparative study of electron donating ability, reducing power, antimicrobial activity and inhibition of α -glucosidase by Sorghum bicolor extracts. Korean J. Food Sci. Technol. 42(5):598-604 (in Korean).
- Sen, C.K. 2003. The general case for redox control of wound repair. Wound Repair Regen. 11:431-438.
- Suh, J.T., E.Y. Choi, D.L. Yoo, K.D. Kim, J.N. Lee, S.Y. Hong, S.J. Kim, J.H. Nam, H.M. Han and M.J. Kim. 2015. Comparative study of biological activities at different harvesting times and new varieties for highland culture of Gom-chewi. Korean J. Plant Res. 28(4):391-399 (in Korean).
- Sun, J., Y.F. Chu, X. Wu and R.H. Liu. 2002. Antioxidant and anti-proliferative activities of common fruits. J. Agri. Food Chem. 50:7449-7454.
- Woo, J.H. and C.H. Lee. 2008. Effect of harvest date on antioxidant of *Dendranthema zawadskii* var. *latilobum* (Maxim.) Kitam and *D. zawadskii* var. *yezoense* (Maek.) Y.M. Lee & H.J. Choi. Korean J. Plant Res. 21(2):128-133 (in Korean).
- Yeon, B.R., H.M. Cho, M.S. Yun, J.W. Jhoo, J.W. Jung, Y.H. Park and S.M. Kim. 2012. Comparison of fragrance and chemical composition of essential oils in Gom-chewi (*Ligularia fischeri*) and Handaeri Gom-chewi (*Ligularia fischeri* var. *spicifolmis*). J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 41(12):1758-1763 (in Korean).
- Yu, M.H., S.G. Lee, H.G. Im, H.J. Kim and I.S. Lee. 2004. Antioxidant activities of *Prunus salicina* lindl. cv. *soldam* (Plum) at different growth stages. Korean J. Food Preserv. 11:358-363.

(Received 3 March 2020 ; Revised 4 May 2020 ; Accepted 7 May 2020)