

유기농 엽경채류의 품질 특성 및 항산화 활성

장민선·김건희[†]

덕성여자대학교 식물자원연구소

Quality Characteristics and Antioxidant Activities of the Organic Leaf and Stem Vegetables

Min-Sun Chang and Gun-Hee Kim[†]

Plant Resources Research Institute, DukSung Women's University, Seoul 132-714, Korea

ABSTRACT

Consumers are more aware of their health and more conscious of environmental conditions nowadays. As such, there is an increasing demand for agri-foods obtained from organic agricultural practices. The present study aims to compare quality characteristics and antioxidant activities between organically and conventionally grown perilla leaf, leaf lettuce, broccoli, and cabbage. The conventionally grown leafy and stem vegetables showed significantly ($p<0.05$) higher weights and lengths. There was no significant difference in moisture contents of organically and conventionally grown vegetables. The L (lightness), a (redness), and b (yellowness) values of organically and conventionally grown perilla leaf, leaf lettuce, broccoli, and cabbage showed significant differences ($p<0.05$). Conventionally grown perilla leaf, leaf lettuce, and broccoli showed significantly ($p<0.05$) higher DPPH and ABTS radical scavenging activities. Overall, the quality characteristics of conventionally grown leafy and stem vegetables were higher than those of organically grown ones. On the other hand, antioxidant activities of organically grown leafy and stem vegetables were higher than those of conventionally grown ones. Further studies are recommended to evaluate other differences such as flavor, organic acid, polyphenol, vitamin, mineral, and bioactivity compounds between organically and conventionally grown vegetables.

Key words: Antioxidant, color, organic, quality, vegetables

서론

전 세계적으로 국민건강에 대한 관심과 친환경 산업육성을 유도하는 정책으로 유기농업 재배를 원하는 농가들이 급격히 증가하는 추세이다(Lotter DW 2003). 친환경농산물은 유기농산물, 유기전환농산물, 무농약 농산물, 저농약 농산물로 구분이 되며, 2012년 농림축산식품부의 조사에 의하면 2007년부터 유기농산물에 대한 생산이 지속적으로 증가하였고, 2016년 저농약 인증제가 폐지됨에 따라 저농약 농가 가운데 일부가 유기재배로 전환할 것을 가정하면 유기농산물의 공급이 더욱 증가할 것으로 예상된다(Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs 2013; Kim CG 등 2013). 1990년대 이후 세계적으로 친환경 농업이 확산됨과 더불어 한국에서도 2010년 기준 친환경농산물의 출하량 비중이 전체 농산물 출하량의 약 12%에 달하고 있으며, 친환경농산물 시장의 거래규모는 2000년에 1,500억 원 수준에서 2005년에 7,800억 원, 2010년

에 3조 6,506억 원으로 크게 증가해온 것으로 추정된다(Kim CG 등 2013).

유기합성농약이나 화학비료 등을 전혀 사용하지 않고, 2년에서 3년 동안 재배한 농산물을 유기농산물이라고 하는데 (Seong JH 등 2006), 이는 농약 및 화학비료 사용에 대한 거부감을 약화시키는 장점이 있는 반면, 외관이 불량해지는 단점과 함께 소비자 인식에서 높은 가격대비 품질, 외관, 맛 등에 대한 낮은 신뢰도로 관행재배와의 경쟁력 확보에 다소 어려움이 있다(Nam KS 등 2007; Sohn HJ 2009; Choi JS 2013). 따라서 유기농산물의 소비 증대 및 신뢰 재고를 위해 소비자 단계에서의 유기재배와 관행재배의 품질을 확인하여 불필요가 있다.

유기농산물과 관련한 대다수의 연구가 유기농식품의 재배 기술(Ock HS & Pyon JY 2011; Yoon DH & Nam KW 2009; Jeong SJ 등 2000)에 집중되어 있고, 유해미생물(Yun HJ 등 2013) 및 중금속(Kim KD 2010), 잔류농약(Kim HY & Lee KB 2004) 등의 유해물질 분석과 같은 안전성 연구에 맞춰져 있어 유기 및 관행 농산물의 품질 특성 비교에 대한 연구는

[†] Corresponding author : Gun-Hee Kim, Tel: +82-2-901-8496, Fax: +82-2-901-8474, E-mail: ghkim@duksung.ac.kr

미흡한 실정이다. 또한, 현재 유기농산물은 관행재배 품목에 비해 높은 가격으로 판매되고 있으나, 수확 후 유기농산물의 품질에 대한 정보는 전무한 상태다. 이에 유기농산물 품질과 관련한 많은 연구가 진행될 필요가 있다.

따라서 본 연구에서는 엽경채류 중에서 깻잎, 청상추, 브로콜리 및 양배추 등을 대상으로 유기 및 관행재배에 따른 외관, 수분함량, 표면색도 및 항산화 활성을 비교함으로써 재배방법에 따른 엽경채류의 차이를 비교분석하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에 사용한 엽경채류는 깻잎, 청상추, 브로콜리, 양배추 등 4종이며, 깻잎은 충남 금산, 청상추는 경기도 광주, 브로콜리와 양배추는 충남 당진에서 수확한 것을 사용하였다. 유기 및 관행재배에 따른 시료 간의 오차를 줄이고, 객관성을 확보하고자 관행재배의 시료는 유기 엽경채류 재배농가의 동일지역, 인근 농가에서 재배되어 2015년 9월에 수확된 것을 사용하였다. 유기 및 관행재배 엽경채류 모두 외관상태와 모양이 전체적으로 균일한 것을 선별하여 시료로 사용하였다.

2. 무게, 길이, 수분함량 분석

유기 및 관행재배에 따른 엽경채류의 차이식별을 위하여 무게와 길이를 측정하였다. 무게와 길이는 각각 전자저울(TS500, TS, Shanghai, China)과 digital caliper(NA500-300S, Bluebird, Seoul, Korea)를 사용하여 깻잎과 상추는 한 장씩 측정하였으며, 각 100회 반복 측정하였고, 브로콜리와 양배추는 각 50반복 측정하여 평균값을 구하였다. 수분함량은 수분 측정기(FD-720, Kett, Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였다.

3. 표면색도 측정

유기 및 관행재배 엽경채류의 표면색도는 표준백판(L=97.40, a=-0.49, b=1.96)으로 보정된 chromameter(CR-400, Minolta Co., Osaka, Japan)를 사용하여 측정하였으며, Hunter 색차계인 L, a 및 b값을 이용하였다. 깻잎과 상추는 중심에서 상하좌우 3 cm로 절단한 후 초록부위의 뒷면을 측정하였고, 브로콜리는 화뢰부위, 양배추는 절단면의 중심부위를 각각 10회 반복 측정하여 평균값을 구하였다.

4. 항산화 활성 분석

1) DPPH Radical 소거능 측정

각 시료를 흐르는 물로 3회 씻은 다음 증류수로 다시 씻은

뒤 분쇄기(TOKEBI-V8000, BUWON Co., Seoul, Korea)로 분쇄한 후, 거즈(대한거즈에이, DAE HAN MEDICAL Co., Suwon, Korea)를 이용하여 큰 덩어리를 거른 착즙액을 ethanol (Sigma-Aldrich, St. Louis MO, EtOH, USA)과 동량의 비율로 혼합하여 균질화한 후 4,000 rpm에서 15분 간 원심분리하여 상층액을 시료로 사용하였다. 4 mM의 DPPH 에탄올 용액을 제조하여 흡광도를 1.000±0.1로 조절하여 사용하였다. 1% 농도의 시료 0.2 mL를 시험관에 가하고, DPPH 용액 2.8 mL를 혼합하여 10분간 반응시킨 후, 517 nm에서 microplate reader (M2, Molecular Device, Sunnyvale CA, USA)를 이용하여 측정하여 아래의 식으로부터 DPPH 라디칼 소거활성을 계산하였다(Chang MS 등 2015).

$$\text{DPPH radical scavenging activity (\%)} = \left[1 - \frac{A}{B}\right] \times 100$$

(A: 시료 첨가구의 흡광도, B: 시료 무첨가구의 흡광도)

2) ABTS Radical 소거능 측정

ABTS radical의 소거활성은 7.4 mM 2,2'-azino-bis (3-ethylbenzthiazoline-6-sulfonic acid; ABTS)와 2.6 mM potassium persulphate를 하루 동안 암소에 방치하여 ABTS 양이온을 형성시킨 후 이용액을 735 nm에서 흡광도 값이 1.4±0.05이 나오도록 buffer로 희석하여 사용하였다. 흡광도를 맞춘 ABTS 용액 190 µL에 0.1% 농도의 시료 10 µL를 가하여 10분간 반응시키고, 735 nm에서 흡광도를 측정하여 아래의 식으로부터 ABTS 라디칼 소거활성을 계산하였다(Chang MS 등 2015).

$$\text{ABTS radical scavenging activity(\%)} = \left[1 - \frac{A}{B}\right] \times 100$$

(A: sample의 흡광도, B: blank solution의 흡광도)

5. 통계처리

본 연구결과에 대한 통계처리는 SPSS Win Program(Version 19.0, Chicago IL, USA)을 이용하여 평균과 표준편차로 표시하였으며, t-test 검정을 실시하여 유기 및 관행재배에 따른 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 무게, 길이, 수분함량

유기 및 관행재배에 따른 엽경채류의 외관을 측정된 결과는 Fig. 1, Fig. 2와 같으며, 수분함량을 측정된 결과는 Table 1과 같다. 무게의 경우, 관행재배한 깻잎, 상추, 양배추가 유기재배한 시료보다 다소 높았고, 상추에서는 유의적 차이를 보였으며(p<0.05), 깻잎과 양배추에서는 유의적 차이를 보이

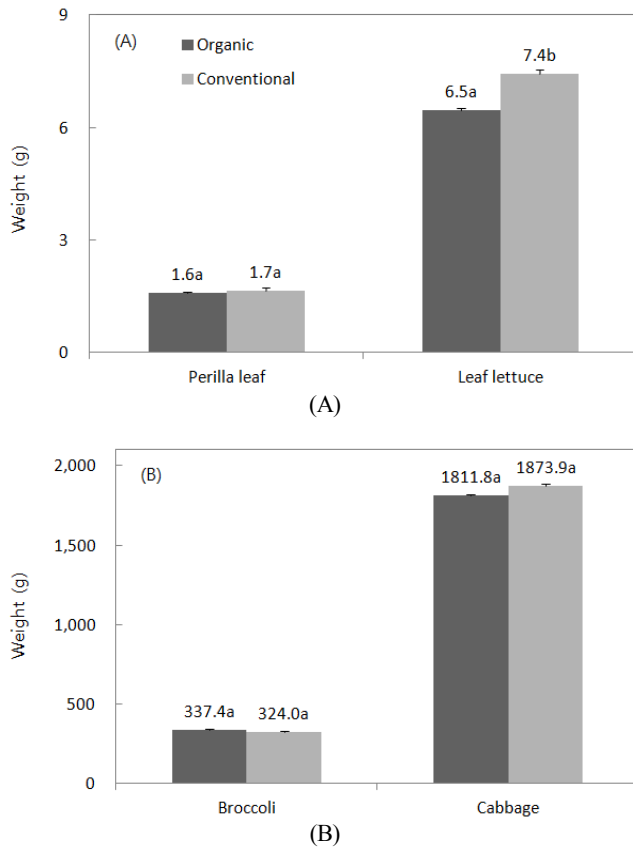


Fig. 1. Comparison of the organic and conventional agricultural practice on the weight of leafy vegetables (A) and stem vegetables (B).

^{a,b} Means within the same row without a common letter are significantly different ($p < 0.05$).

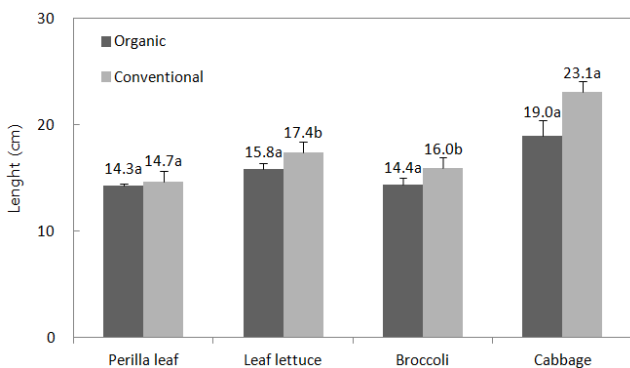


Fig. 2. Comparison of the organic and conventional agricultural practice on the length of leafy and stem vegetables.

^{a,b} Means within the same row without a common letter are significantly different ($p < 0.05$).

지 않았다. 브로콜리는 유기재배한 경우, 무게가 337.24 g, 관행재배한 경우는 324.03 g으로 유기재배한 경우 다소 무거웠으나 유의적 차이는 없었다. 길이는 전반적으로 관행재배

Table 1. Comparison of the organic and conventional agricultural practice on the moisture contents of leafy and stem vegetables

	Organic	Conventional
Perilla leaf	87.33±1.09 ^{N,S1)}	84.64±0.30
Leaf lettuce	86.81±0.86	92.13±0.64
Broccoli	88.37±1.11	87.39±0.21
Cabbage	92.65±0.36	92.97±0.10

Data represents mean±S.D.

¹⁾ N.S. Means within the same row without a common letter are no significant differences ($p < 0.05$).

한 엽경채류가 유기재배한 시료보다 더욱 길었고, 상추와 브로콜리에서 유의적인 차이를 보였다($p < 0.05$). 동일한 지역에서 재배한 시료에도 불구하고, 관행재배한 엽경채류의 무게가 크고, 길이가 길어 유기재배한 엽경채류와 차이가 나는 이유는 재배 중 유기합성농약 또는 화학비료 사용 등에 따른 것으로 생각된다. 수분함량의 경우, 깻잎, 상추, 브로콜리, 양배추 등 모든 시료에서 유의적인 차이를 보이지 않았다. 본 연구에서는 일반적인 차이식별을 위하여 무게, 길이에 대한 비교를 하였으며, 추후 동일한 품종과 동일한 지역에서 수확 시기에 따른 반복비교가 추가로 진행되어 통계적으로 분석할 필요가 있다고 사료된다.

2. 표면색도

관행 및 유기재배 엽경채류의 표면색은 Hunter's color value 인 L, a, b 값을 이용하였고, 측정된 결과는 Table 2와 같다. 깻잎과 상추의 a값을 제외한 모든 값에서 유의적인 차이를 보였다($p < 0.05$). 깻잎의 경우 유기재배한 L(32.27)과 b(10.81) 값이 관행재배한 시료의 L(30.06)과 b(9.60)값보다 높았으며, 상추의 경우 관행재배한 L(34.94)과 b(14.63)값이 유기재배한 L(31.29)과 b(13.00)값보다 높았다. 브로콜리는 유기재배한 시료의 b(10.41)값이 관행재배한 시료(7.75)보다 높았고, 양배추의 경우 a, b값에서 유기재배한 시료가 높은 값을 보였다. Lee 등(2015)이 연구한 관행 및 유기재배된 시금치의 표면색 비교에서 관행재배한 경우 L, a 및 b값이 높았다고 보고하였다. 유기 및 관행재배 간 품질 특성을 보이는 이유는 서로 다른 재배환경 때문이라고 사료된다.

유기 및 관행재배 간 농산물의 품질을 비교한 연구는 주로 미생물 오염도 분석(Jo MJ 등 2011), 중금속 함량 분석(Kim KD 2010) 등이 많으며, 국내산 농산물을 이용하여 외관 및 품질 특성을 분석한 연구 자료는 적어 추후 많은 연구가 진행되어야 할 것으로 판단된다. 또한, 본 실험에서는 한

Table 2. Comparison of the organic and conventional agricultural practice on the color of leafy and stem vegetables

		Organic	Conventional
Perilla leaf	L	32.27±1.87	30.06±1.57 ¹⁾
	a	-9.27±0.63	-9.28±0.72
	b	10.81±1.05	9.60±1.35*
Leaf lettuce	L	31.29±2.26*	34.94±2.70
	a	-12.16±0.91	-13.13±1.21
	b	13.00±1.29*	14.63±1.70
Broccoli	L	35.30±1.85	35.86±1.84
	a	-7.53±1.36*	-6.08±1.54
	b	10.41±2.00	7.75±1.87*
Cabbage	L	77.52±3.66*	79.64±3.99
	a	-10.43±1.79*	-5.79±4.07
	b	20.54±2.33	15.87±4.37*

Data represents mean±S.D.

¹⁾ * *t*-test between the conventional cultivation and the organic cultivation ($p < 0.05$).

농가의 시료를 이용하여 조사한 결과이므로 동일한 품종에 대하여 다른 재배농가의 시료를 이용한 반복 비교연구가 추가로 진행될 필요가 있다고 사료된다.

3. 항산화 활성

1) DPPH Radical 소거능

항산화 물질의 가장 특징적인 역할은 oxidative free radical 과 반응하는 것으로 이를 통해 항산화능을 측정하게 된다. DPPH는 천연소재로부터 항산화 활성을 분석하는데 많이 이용되며, 비교적 안정한 free radical로서 항산화제, 방향족 아민류 등에 환원되어 색이 탈색되는 원리를 이용하여 측정하게 된다(Lee SG 등 2008). 본 연구에서 깻잎, 상추, 브로콜리 및 양배추의 DPPH radical 소거능을 분석한 결과는 Fig. 3과 같다. 상추를 제외한 유기재배된 시료의 DPPH radical 소거능이 높았으며, 깻잎과 상추에서 유의적인 차이를 보였다($p < 0.05$). 유기재배한 깻잎의 DPPH radical 소거능은 13.81%, 관행재배한 깻잎은 3.38%였으며, 상추의 경우 유기재배한 시료가 11.03%, 관행재배한 시료가 11.88%를 나타냈다. 또한, 유기재배한 브로콜리는 27.01%, 관행재배한 시료는 24.72%의 DPPH radical 소거능을 나타냈으며, 양배추의 경우 유기재배한 시료가 50.52%, 관행재배한 시료가 45.42%로 측정되

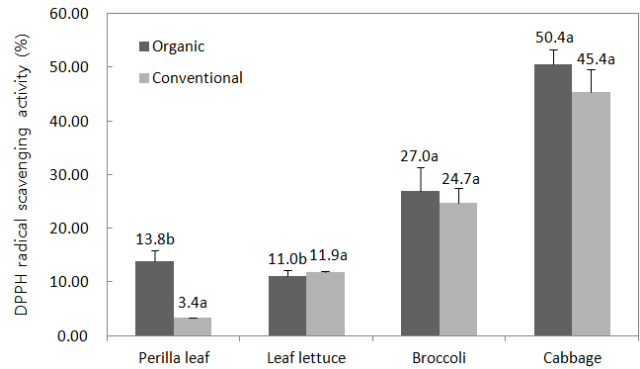


Fig. 3. Comparison of the organic and conventional agricultural practice on the DPPH radical scavenging activity of leafy and stem vegetables.

^{a,b} Means within the same row without a common letter are significantly different ($p < 0.05$).

었고, 시료 간 유의적인 차이는 없었다. Kim 등(2014)이 연구한 유기 및 관행재배된 케일 착즙액의 DPPH radical 소거능에서 유기재배한 케일 착즙액이 관행재배한 케일 착즙액보다 DPPH radical 소거능이 더 우수하다고 보고하여 본 결과와 유사하였다. 유기 및 관행재배 간 품질 특성을 보이는 이유는 농약 및 화학비료 사용 유무 등 서로 다른 재배환경 때문(Seong JH 등 2006)이라고 사료된다.

2) ABTS Radical 소거능

ABTS radical 소거능의 경우도 DPPH radical 소거능의 결과와 마찬가지로 전반적으로 유기재배한 시료에서 다소 높은 소거능을 보였다(Fig. 4). ABTS radical 소거능은 ABTS와 potassium persulfate가 반응하여 ABTS cation radical이 생성

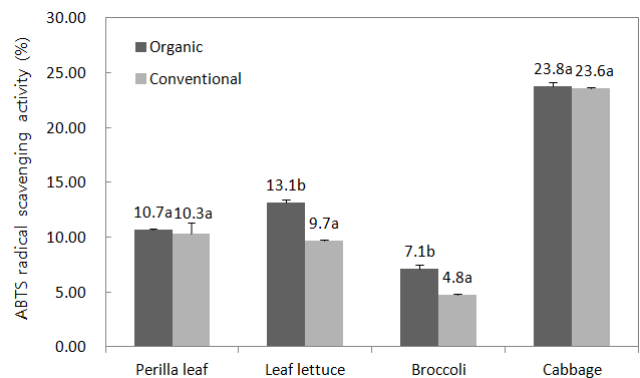


Fig. 4. Comparison of the organic and conventional agricultural practice on the ABTS radical scavenging activity of leafy and stem vegetables.

^{a,b} Means within the same row without a common letter are significantly different ($p < 0.05$).

되면 청록색을 띠게 되는데, 이때 항산화 물질과 반응하여 ABTS cation radical이 소거되면서 청록색이 탈색된다. 따라서 높은 탈색율을 보일수록 우수한 항산화 활성을 기대할 수 있다(Chung HJ & Jeon IS 2011). 유기재배한 깻잎의 ABTS radical 소거능은 10.69%, 관행재배한 깻잎은 10.31%를 나타냈으며 유의적인 차이가 없었다. 상추의 경우, 유기재배한 시료가 13.14%, 관행재배한 시료가 9.66%의 활성이 있었으며 유의적인 차이를 보였다($p < 0.05$). 또한, 유기재배한 브로콜리는 7.09%, 관행재배한 시료는 4.76%의 ABTS radical 소거능을 나타내며 유의적인 차이($p < 0.05$)를 보였으며, 양배추의 경우, 유기재배한 시료가 23.81%, 관행재배한 시료가 23.55%의 활성을 보이며 유의적인 차이는 없었다. Kwak 등(2013)은 깻잎의 ABTS radical 소거능은 46.0~78.9%라고 보고하였으며, 항산화 활성의 경우 같은 시료라 하더라도 추출방법, 추출시간, 추출용매 등에 따라 결과가 다를 수 있다고 사료된다. Lee 등(2015)이 연구한 유기 및 관행재배된 시금치의 ABTS radical 소거능의 경우 관행재배한 시금치가 유기재배한 시금치보다 다소 높았으나 유의적인 차이는 없다고 보고하였으며, 화학비료의 사용 및 해충의 공격 여부 등이 영향을 준 것으로 유추된다고 하였다.

일반적으로 소비자들은 유기농으로 재배된 과실이 건강에 이로우며 친환경적이고, 맛과 무기질 등이 많다고 믿고 있다(Saba A & Messina F 2003). 그러나 Rosen & Allan(2007)은 이러한 결과가 일관성 있는 것은 아니라고 하였으며, 그 예로 Lombardi-Boccia 등(2004)은 유기재배한 자두가 관행재배한 경우보다 플라보노이드와 비타민 함량이 높았으나, 페놀화합물과 quercetin의 함량은 적었다고 보고하였다. 총 페놀 함량은 그 식품의 총 항산화 활성에 기여하는 바가 매우 높다고 알려져 있는데(Winston GW & Giulioz RT 1991), 추후 깻잎, 상추, 브로콜리, 양배추의 생리활성효과에 대한 연구를 통해 유기 및 관행재배에 따른 차별성 규명이 필요하다고 판단된다. 또한, 유기재배한 깻잎, 상추, 브로콜리, 양배추에서 환경 스트레스인 병충해로 인한 품질저하 요인과 함께 이차대사물질 생산 등 항산화 작용과의 연계 가능성 여부에 대한 연구도 진행해 볼 필요가 있다고 사료된다.

요 약

유기 및 관행재배에 따른 엽경채류의 이화학적 품질 및 항산화 활성을 비교하고자 깻잎, 상추, 브로콜리 및 양배추 등을 이용하여 무게, 길이, 수분, 표면색, DPPH 및 ABTS radical 소거능을 분석하였다. 무게, 길이의 경우, 전반적으로 관행재배한 엽경채류의 값이 높았으며, 수분함량의 경우 유기 및 관행재배 간 비슷한 값을 나타내었고, 재배조건에 따

른 유의적 차이는 없었다. 표면색에 있어서 깻잎과 상추의 a 값을 제외한 모든 시료에서 유기 및 관행재배 간 L, a, b 값의 유의적인 차이를 보였다. 항산화 활성의 경우, 전반적으로 유기재배한 시료의 DPPH 및 ABTS radical 소거능이 관행재배한 시료보다 우수하였으며, 양배추의 경우 두 가지 항산화 활성에서 유의적 차이를 보이지 않았다. 본 연구에서는 무게, 길이 등의 외적 품질에 대해서 관행재배한 엽경채류의 값이 높았고, 항산화 활성에 대해서는 유기재배한 엽경채류의 값이 높았으나, 유기 및 관행재배에 따른 내외적 품질비교를 위해서 더 많은 분석이 추가로 진행되어야 할 필요가 있다고 사료된다.

감사의 글

본 논문은 농림축산식품부의 재원으로 농림수산식품기술기획평가원의 고부가가치식품기술개발사업(313030-03-2-HD040)의 지원을 받아 연구되었습니다.

REFERENCES

- Chang MS, Jeong MC, Kim GH (2015) Physicochemical characteristics and antioxidant activity of the organic green peppers. *Korean J Food Preserv* 22: 585-590.
- Choi JS (2013) A study of environment-friendly food development factors for consumers to improve the reliability. MS Thesis Myongji University, Seoul, Korea.
- Chung HJ, Jeon IS (2011) Antioxidative activities of methanol extracts from different parts of *Chrysanthemum zawadskii*. *Korean J Food Preserv* 18: 739-745.
- Jeong SJ, Chung WB, Kim HT, Kang KH, Lee JS, Oh JS (2000) Effect of the soil physicochemistry property and plant growth and components of Chinese cabbage after application organic farming materials. *Korean J Organic Agric* 8: 131-146.
- Jo MJ, Jeong AR, Kim HJ, Lee NR, Oh SW, Kim YJ, Chun HS, Koo MS (2011) Microbiological quality of fresh-cut produce and organic vegetables. *Korean J Food Sci Technol* 43: 91-97.
- Kim CG, Jeong HG, Moon DH (2013) Demand for organic farming technology and roadmap for technology development. Report of KREI. pp 1-31.
- Kim HY, Lee KB (2004) Content of pesticide contaminants in organic vegetables. *Korean J Food Preserv* 11: 57-62.

- Kim HY, Lee KB, Lim HY (2004) Contents of minerals and vitamins in organic vegetables. *Korean J Food Preserv* 11: 424-429.
- Kom JD, Lee OH, Lee JS, Park KY (2014) Antioxidative effects of common and organic kale juices. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43: 668-674.
- Kim KD (2010) Analysis of heavy metals in organic and non-organic vegetables. *J Korean Soc Environ Analysis* 13: 21-25.
- Kwak YE, Ki SH, Noh EK, Shin HN, Han YJ, Lee YN, Ju JH (2013) Comparison of antioxidant and anti-proliferative activities of perilla (*Perilla frutescens* Britton) and sesame (*Seasamum indicum* L.) leaf extracts. *Korean J Food Coookery Sci* 29: 241-248.
- Lee SG, Yu MH, Lee SP, Lee IS (2008) Antioxidant activities and induction of apoptosis by methanol extracts from avocado. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 269-275.
- Lee SY, Chang MS, Kim GH (2015) Antioxidant activities and quality characteristics of organic and conventional spinach (*Spinacia oleracea*). *J Korean Soc Food Cult* 30: 813-817.
- Lombardi-Boccia G, Lucarini M, Lanzi S, Aguzzi A, Cappelloni M (2004) Nutrients and antioxidant molecules in yellow plums (*Prunus domestica* L.) from conventional and organic productions : A comparative study. *J Agri Food Chem* 52: 90-94.
- Lotter DW (2003) Organic agriculture. *J Sustainable Agric* 21: 59-128.
- Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (2013) Agriculture, Food and Rural Affairs Major Statistics.
- Nam KS, Lee JY, Kim KD (2007) A study on the recognition of organic food of housewives in Seoul area. *Korean J Food Preserv* 14: 676-680.
- Ock HS, Pyon JY (2011) Trend and perspective of weed control techniques in organic farming. *Korean J Weed Sci* 31: 8-23.
- Rosen CJ, Allan DL (2007) Exploring the benefits of organic nutrient sources for crop production and soil quality. *Hort-Tech* 17: 422-430.
- Saba A, Messina F (2003) Attitudes towards organic foods and risk/benefit perception associated with pesticides. *Food Qual Prefer* 14: 637-645.
- Seong JH, Park SG, Park EM, Kim HS, Kim DS, Chung HS (2006) Contents of chemical constituents in organic Korean cabbages. *Korean J Food Preserv* 13: 655-660.
- Sohn HJ (2009) A study on the perception of the organic agricultural products and the state of purchasing them among housewives. MS Thesis Sangji University, Gangwon-do, Korea. pp 1-3.
- Winston GW, Giulioz RT (1991) Prooxidant and antioxidant in aquatic organisms. *Aquat Toxicol* 19: 137-161.
- Yoon DH, Nam KW (2009) Effect of intercropping of spring-sowing rye for organic soybean cultivation. *Korean J Organic Agric* 17: 529-538.
- Yun HJ, Park KH, Ryu KY, Kim BS (2013) Analyses of microbiological contamination in cultivation and distribution stage of tomato and evaluation of microbial growth in tomato extract. *J Food Hygiene Safety* 28: 174-180.

Date Received	May 2, 2016
Date Revised	Apr. 18, 2016
Date Accepted	Apr. 26, 2016