

유기 및 관행재배 고추의 품질특성 비교

이유석** · 문제학*** · 오봉윤** · 남승희** · 이선경** · 이진우** · 정경주** · 강정화*

Comparison of the Quality of Hot Pepper(*Capsicum annuum* L.) Grown under Organic and Conventional Conditions

Lee, You-Seok · Moon, Jae-Hak · Oh, Bong-Yun · Nam, Seung-Hee ·
Lee, Sun-Kyung · Lee, Jin-Woo · Jung, Kyung-Ju · Kang, Jeong-Hwa

The aim of this study was to evaluate the product quality and function properties of hot pepper (green and red) fruits cultivated by organic and conventional agricultural practices. Organic and conventional hot peppers were analyzed their product quality with respect to pH, soluble solid, hardness, and color values. The soluble solid contents of organic hot peppers were 2.6~10% higher but their hardness was slightly lower than those of conventional hot peppers. Hot peppers were further analyzed their functional properties on chlorophyll contents, ASTA (American Spice Trade Association) value, total phenolics, and SEM ultrastructure. In case of green pepper, organic hot pepper showed higher (-)a value and the significantly ($p < 0.001$) higher amounts of chlorophyll a and b than conventional hot pepper. Interestingly, organic red hot pepper showed higher (+)a value than that of conventional one. The ASTA value of organic red hot pepper was 28% higher than that of conventional one. Regardless of the fruits color, total phenolics content of organic hot peppers was more enriched than those of conventional ones. These results suggest that organic hot peppers exhibited more excellent color quality and functional properties than conventional hot peppers regardless of fruit color.

Key words : *hot pepper, organic agricultural products, product quality functional properties*

* Corresponding author, 전라남도 농업기술원(kjhwa777@korea.kr)

** 전라남도농업기술원

*** 전남대학교 식품공학과

I. 서 론

고추는 가지과에 속하는 식물로 남아메리카 아마존강 유역이 원산지로서 알려져 있으며 열대지방에서는 다년생, 온대지방에서는 1년생의 작물로서 우리나라에서는 약 400년 전에 도입된 대표적 신미성 향신료로 알려져 있다(Lee et al., 1992). 고추의 소비는 일부 청고추 형태의 이용과 건조 후 보관하면서 고추장, 김치 및 젓갈류와 같은 양념소재로 광범위하게 이용되어 한국인의 식생활에서 매우 중요한 위치를 차지하고 있다(Jeong et al., 2007).

고추의 품질을 평가하는 요소는 capsaicin, vitamin C 등 영양성분이 주가 되며, 외적인 요소로는 착색도가 중요한 품질평가의 지표가 되고 있으며, 특히 건고추의 고춧가루 색택은 소비자가 상품을 선택하는 직접적인 요인으로 작용하는 것으로 보고되고 있다(Lee and Lee, 1992). 색소성분은 녹색의 경우 chlorophyll, 붉은 색소의 경우는 캡산틴이 34.7%로 주요 적색 색소이며, 이러한 색소성분과 함께 phenolic compounds 등과 같은 기능성 성분도 다량 함유되어 있는 것으로 알려져 있다(Hwang et al., 2011; Lee and Lee, 1992).

최근 국민 식생활 수준의 향상과 건강에 대한 관심증대, 환경에 대한 소비자 의식수준의 향상에 힘입어 유기농산물의 수요가 급증하고 있는 실정이다(Lee, 2004). 또한 정부에서는 환경농업 실시 기반을 확립하여 국내농업을 농약으로부터 안전한 농산물을 공급하여 국민의 건강과 생태계 및 자연환경 보전을 위한 미래산업으로 발전시켜 나갈 계획이다.

유기재배 농산물의 경우 화학비료와 합성농약을 사용할 수 없어 관행재배 농산물에 비해 병해충 발생과 같은 환경적 스트레스에 노출되며 이러한 스트레스는 식물의 자체 방어 기작으로 폴리페놀과 같은 2차 대사산물을 형성하여 기능성성분과 효능이 우수한 것으로 알려져 있다(Trutter D., 2001). 최근 유기농산물에 대한 소비와 관심이 급격히 증가하면서 유기 농산물에 대한 품질과 영양성분 등에 대한 연구가 일부 보고되고 있다(Brandt K. et al., 2001; Chassy A. W. et al., 2006; Na et al., 2007; Lee et al., 2010; Chol et al., 2010; Yoon et al., 2012).

고추는 고춧가루를 제외하고는 주로 생식으로 섭취되며 우리나라 국민 한 해 평균 소비량은 4 kg으로 우리 식생활과 밀접한 관계에 있어 유기재배의 요구도가 더 커지고 있는 작목이라고 할 수 있겠다. 지금까지 유기재배 고추에 대한 연구는 주로 재배법(Yoon et al., 2012; Yang et al., 2012)과 병해충 방제(Hong et al., 2013; Kwak et al., 2012)에 대한 연구가 주를 이루었으며 품질과 기능성 비교분석에 대한 연구보고는 거의 없는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 유기와 관행으로 재배한 고추에 대해 품질특성 및 기능성 성분에 대해 서로 비교분석하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

실험에 사용한 고추는 국립농산물품질관리원에서 유기농산물 인증을 받은 농가(35.13° N, 128.08° E)에서 재배하였으며 풋고추는 녹광 품종을 홍고추는 참조은 품종을 사용하였다. 유기재배의 경우 양분관리는 여름철 벼 재배 후 토양에 환원하였으며 관행의 경우 유기재배 인근의 농가 중 재배환경이 유사한 조건의 농가를 선택하여 같은 날 수확 후 냉장 상태를 유지하며 실험실로 옮겨 사용하였고, 실험이 진행되는 동안 -80°C의 초저온냉장고에 보관하며 사용하였다.

2. 재배포장 토양분석

재배포장의 토양분석을 위해 고추 수확 당일 표토(0~20 cm)를 채취하여 음건 후 시료로 사용하였으며, 성분분석은 농촌진흥청 토양 및 식물체 분석법(NIAST, 2000)에 준하여 분석하였다. 즉, 토양의 pH (토양/증류수 = 1:5, w/v)는 초자전극법, 유기물은 Tyurin법, 유효인산은 Lancaster법으로 spectrophotometer(us/8453E, Agilent technologies Inc., Palo Alto, CA, USA)를 이용하였으며, 치환성 양이온은 원자흡광분광광도계(AAnalyst 300, PerkinElmer, Waltham, MA, USA)를 사용하여 분석하였다.

3. 품질특성조사

당도와 pH는 고추 50 g을 취하여 마쇄 후 여과(Whatman, No. 4, Kent, UK)하여 각각 굴절당도계와 pH meter로 측정하였다. 고추의 경도는 Texture Analyzer(TA-XT2, Stable Micro System, Haslemere, England)를 이용하여 return to start mode로 측정하였으며, 이때 사용한 probe는 cylindrical type(ϕ 5 mm)을 이용하였다. 고추과실의 과피색도는 Minolta Chroma Meter(CR-200, Minolta Cl., Tokyo, Japan)로 Hunter L, a, b값을 측정하였다.

4. 클로로필 함량 및 ASTA value 조사

청고추의 클로로필 함량은 시료 2 g을 acetone 20 mL에 넣고 20초간 균질화 후, 암실에서 24시간 추출하여 여과한 액을 642.5 nm와 660 nm에서 spectrophotometer(us/8453E, Agilent technologies Inc., Palo Alto, CA, USA)로 측정된 후 AOAC법(AOAC, 1990)으로 환산하여 정량하였다.

홍고추의 붉은 색소는 ASTA(American Spice Trade Association value, 1986) 방법을 변형하여 측정하였다. 즉, 홍고추를 동결건조 후 blender로 분쇄한 후 시료를 균질화 하였다. 균질화된 시료 0.1 g에 acetone을 가하여 100 mL로 정용한 후 암소에서 16시간 추출하였으며, 추출물을 여과지(Whatman No. 4)로 여과하여 460 nm에서 흡광도를(us/8453E, Agilent technologies Inc., Palo Alto, CA, USA) 측정하여 아래의 식으로 ASTA 값을 산출하였다.

$$\text{ASTA value} = \frac{\text{Absorbance of acetone extracts} \times 16.4}{\text{Sample weight(g)}}$$

5. 총페놀성화합물 함량 조사

총페놀성화합물 함량은 Folin-Ciocalteu 방법(Singleton V. L. et al., 1965)을 이용하여 분석하였다. 즉 메탄올 추출물을 1 mg/mL의 농도로 녹인 시료 40 μ L에 증류수 200 μ L를 가한 다음, 2N Folin-Ciocalteu phenol reagent(Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA) 200 μ L을 넣은 후 교반하였다. 이 용액에 포화 30% Na_2CO_3 600 μ L와 증류수 160 μ L를 가한 후 2시간 동안 상온에서 반응시켜 분광광도계를 이용하여 765 nm에서 흡광도를 측정하였다. Gallic acid(Sigma Chemical Co.)를 표준물질로 사용하였으며, 0-500 μ g/mL 농도로 녹여 표준 검량곡선을 작성하였다.

6. 과피의 형태학적 특성 조사

유기 및 관행재배 고추 과피의 형태학적 특성을 비교하기 위해 청고추 상단 1/3 지점의 시료를 1 \times 1.5 cm로 잘라 2% glutaraldehyde와 1% OsO_4 로 이중 고정시킨 후 알코올로 단계 탈수시키고 이 시료를 isoamyl acetate로 치환시키고 CO_2 를 이용한 임계점 건조기로 건조시킨 후 백금으로 증착시킨 것을 주사전자현미경(scanning electronic microscopy, SEM)으로 1,500배 배율로 관찰하였다(Moon and Shin, 1996).

7. 통계분석

관행재배와 유기재배의 품질특성 비교에 대한 통계처리는 SAS package(Statistical Analysis System, version 9.1, SAS Institute Inc. Cary, NC, USA)를 이용하여 t-test로 비교하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 재배포장 토양 분석결과

유기 및 관행 재배 고추 포장의 토양분석 결과는 Table 1과 같다. 토양의 pH는 재배방법에 상관없이 7.0~7.3으로 유의적인 차이를 보이지 않았으며, 농촌진흥청의 고추 시비처방기준(RDA, 2007)인 6.0~6.5의 최적범위 보다는 다소 높은 경향을 나타내었다. 토양의 양분상태를 나타내는 전기전도도(Electric Conductivity, EC)의 경우, 유기재배 포장이 3.3 dS/m로 관행재배 포장보다 약 2배 정도 높았으며, 유기인산 함량 또한 유기재배 포장에서 고추재배 토양기준 보다 더 높은 함량(2,133 mg/kg)의 결과를 나타내었다. 전반적으로 유기재배 포장의 경우 인산 함량뿐만 아니라 질산태, 암모니아태 질소가 집적되어 다소 양분이 과다한 상태였다.

Table 1. The soil chemical properties for hot peppers cultivation

| Farming system | pH | EC ¹⁾ | P ₂ O ₅ | K | Ca | Mg | CEC ²⁾ | NO ₃ ⁻ -N | NH ₄ ⁺ -N |
|-----------------------------|---------|------------------|-------------------------------|----------------|---------|---------|-------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| | 1:5 | dS/m | mg/kg | -- cmolc/kg -- | | | | mg/kg | mg/kg |
| Organic | 7.0 | 3.3** | 2133*** | 2.5 | 16.4** | 3.6 | 29.3 | 134.4*** | 23.1*** |
| Conventional | 7.3 | 1.4 | 1400 | 1.0 | 11.0 | 2.4 | 22.6 | 13.2 | 6.0 |
| Optimal level ³⁾ | 6.0~6.5 | 2 | 450~550 | 0.7~0.8 | 5.0~6.0 | 1.5~2.0 | 10~15 | | - |

¹⁾ Electric conductivity

²⁾ Cation exchange capacity

³⁾ The level is recommend by Rural Development Administration.

* Values are significantly different from conventional(**p<0.01, ***p<0.001)

The values represents the mean ± SD(n=3).

2. 고추의 품질특성

유기 및 관행재배 청고추 및 홍고추의 품질특성은 Table 2와 같다. 청고추의 경우 과실의 과중은 유기재배와 관행재배가 각각 12.58 g, 20.86 g로 관행재배가 유의적으로 더 과중이 높았으며, 과길이는 각각 12.28 cm, 12.71 cm로 유의적인 차이는 인정되지 않았으나 전반적으로 고추의 외형적 품질 기준이 되는 과중과 크기, 과육두께는 청고추, 홍고추 모두 관행재배에서 더 좋은 것으로 조사되었다.

그러나 당도를 나타내는 가용성고형분 함량은 유기재배에서 청고추 5.1 °Brix, 홍고추 9.10으로 관행재배 4.62, 8.87에 비해 다소 높은 경향을 나타내었으나 통계적인 유의성은 나

타나지 않았다. Jo 등(2010)에 의하면 유기와 관행으로 재배된 배의 품질을 조사한 결과 유기재배 배의 가용성고형분 함량이 더 높았다는 보고와 일치하는 결과이다. 청고추의 경도는 유기재배가 716 g, 관행재배의 경우 811 g으로 관행재배의 경도가 더 높았고 홍고추의 경우에는 유기재배 1072 g, 관행재배 922 g으로 유기재배가 더 높은 경도를 나타내었으나 유의적인 차이는 인정되지 않았다. 이러한 결과는 관행재배 고추 과육 세포벽이 유기재배에 비해 더 두꺼워 경도에 영향을 미친 것으로 추정되며, 저장성에도 큰 영향을 줄 것으로 사료된다.

청고추와 홍고추의 Hunter color value는 Table 3과 같이 청고추의 경우 녹색도를 나타내는 a 값(-)은 유기재배 18.42 ± 1.26 , 관행재배 15.60 ± 1.80 으로 유기재배에서 높은 값을 나타냈으며 이러한 경향은 클로로필 함량(Fig. 1)과도 같은 경향을 나타내었다. 또한 홍고추의 품질기준인 적색도 a 값(+)은 유기재배의 경우 35.18 ± 3.85 , 관행재배의 경우 34.45 ± 1.92 로 재배방법에 따라 큰 차이를 나타내지 않았다.

Table 2. Physiochemical properties of hot peppers cultivated by organic and conventional conditions

| | Farming system | Weight (g/fruit) | Length (cm) | Thickness (mm) | pH | Soluble solid (°Brix) | Hardness (g/cm ²) |
|-------|----------------|------------------|-------------|----------------|-------|-----------------------|-------------------------------|
| Green | Organic | 12.58** | 12.28 | 2.14 | 4.85* | 5.15* | 716 |
| | Conventional | 20.86 | 12.71 | 2.41 | 5.54 | 4.62 | 811 |
| Red | Organic | 31.50 | 15.12 | 3.28 | 4.86 | 9.10 | 1072 |
| | Conventional | 31.97 | 15.46 | 3.44 | 4.88 | 8.87 | 922 |

* Values are significantly different from conventional(*p<0.05, **p<0.01)

The values represents the mean \pm SD(n=10).

Table 3. Color values of hot peppers cultivated by organic and conventional cultivation

| | Farming system | L(lightness) | a(redness) | b(yellowness) |
|-------|----------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Green | Organic | 41.31 \pm 3.89** | -18.42 \pm 1.26* | 29.25 \pm 3.63** |
| | Conventional | 36.84 \pm 2.99 | -15.60 \pm 1.80 | 22.50 \pm 3.64 |
| Red | Organic | 35.05 \pm 2.36 | 35.18 \pm 3.85 | 18.53 \pm 3.61 |
| | Conventional | 34.37 \pm 2.85 | 34.45 \pm 1.92 | 20.14 \pm 3.06 |

* Values are significantly different from conventional(*p<0.05, **p<0.01)

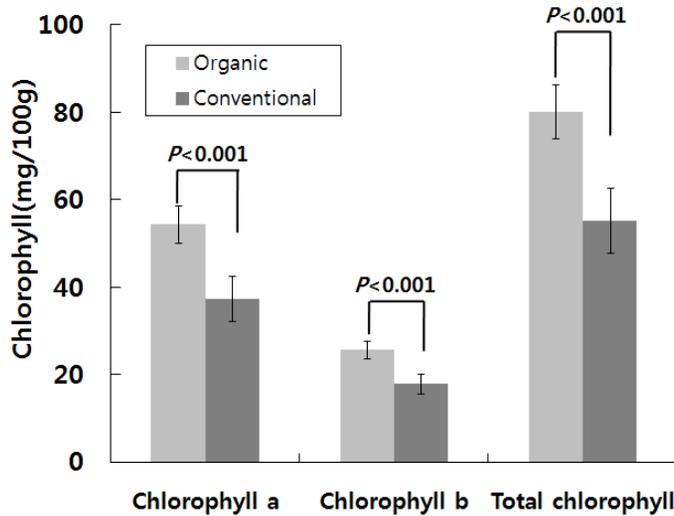


Fig. 1. Comparison of chlorophyll contents of organically and conventionally grown green pepper fruits. Values are expressed as mean \pm SD (n=10)

3. 클로로필 함량 및 ASTA value 비교

고추의 품질을 평가하는 외적 요소 중 색택이 가장 중요한 요인인 것으로 알려져 있으며 그 척도로서 청고추의 경우 chlorophyll 함량, 홍고추의 경우 ASTA 값이 널리 사용되고 있다. 유기 및 관행재배 청고추의 chlorophyll 함량을 조사한 결과 Fig. 1과 같이 유기재배가 관행재배 보다 더 높은 경향을 나타내었다. 즉, chlorophyll a, b, total chlorophyll 함량은 관행재배의 경우 각각 37.37 \pm 5.10 mg/100g, 17.93 \pm 2.25 mg/100g, 55.26 \pm 7.36 mg/100g, 유기재배의 경우 54.49 \pm 4.24 mg/100g, 25.73 \pm 1.95 mg/100g, 80.16 \pm 6.19 mg/100g으로 유기재배 고추에서 유의적으로 높게 나타나 Hunter Color Value와 일치하는 결과를 보였다. 이러한 결과는 유기재배 오이의 경우 관행재배 오이에 비해 a 값이 더 높고 chlorophyll 함량이 더 높았다는 보고(Lee et al., 2010)와도 일치하는 결과이다.

붉은색의 정도를 나타내는 ASTA 색도는 American Spice Trade Association에서 고춧가루 추출액의 색깔 함량을 분석하는 방법으로, 고춧가루의 품질 지표로 널리 사용되고 있으며 capsanthin, capsorubin, β -carotene과 같은 carotenoids로부터 유래하며, 건조 온도조건에 영향을 크게 받지 않아 갈변현상이 심하게 일어나지 않는 것으로 보고되고 있다(Lee et al., 2014). 유기 및 관행재배 홍고추의 ASTA 값을 측정된 결과 유기재배의 경우 112.77 \pm 1.32, 관행재배의 경우 88.06 \pm 2.17로 유기재배에서 유의적으로 높게 나타나 소비자가 홍고추 선택 시 좋은 방향으로 작용할 것으로 기대된다.

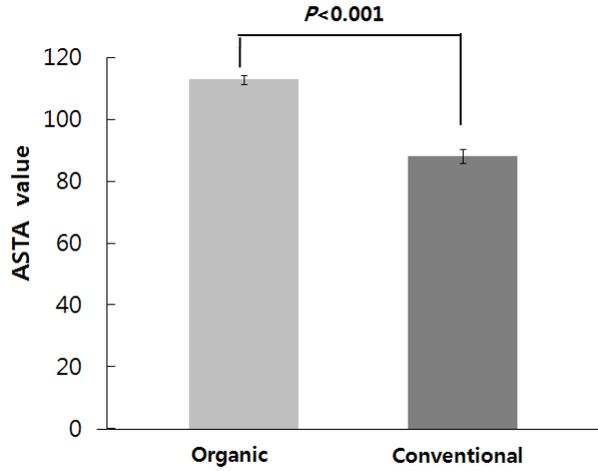


Fig. 2. Comparison of the ASTA value of organically and conventionally grown red pepper fruits. Values are expressed as mean±SD (n=10)

4. 과육의 형태학적 특성

일반적으로 고추 과육의 두께는 고추의 정도와 저장성에 큰 영향을 주는 것으로 알려져 있다. 본 연구에서는 유기재배 고추의 정도가 약간 낮게 나타난 원인을 규명하기 위해 현미경을 통해 고추 과육의 형태학적 차이를 조사하였다. 먼저 유기 및 관행재배 고추의 과육을 광학현미경으로 조사하였으며 그 결과 관행재배에 비해 유기재배에서 세포간극이 더 얇은 것으로 관찰되었고 과육부분의 세포벽 또한 유기재배가 더 얇은 것으로 관찰되었다 (data not shown). 따라서 이러한 현상을 자세히 관찰하기 위해 주사전자현미경을 이용하여 과육의 세포벽을 더 확대 관찰한 결과(Fig. 3) 유기재배의 경우 약 16.6 μm, 관행재배 약

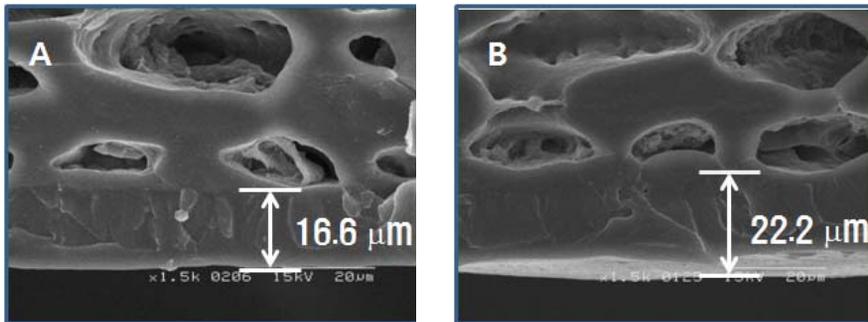


Fig. 3. SEM (Scanning Electron Microscopy) ultrastructure of cutting surface of hot pepper pulp under grown organically and conventionally conditions (Magnification X 1,500). A; Hot pepper fruit grown organically, B; Hot pepper fruit grown conventionally.

22.2 μm 로 관행재배의 과육 세포벽이 더 두꺼운 것으로 관찰되었다. 이러한 결과는 관행재배 고추 과피의 경도가 더 높은 경향을 나타내었던 결과에 영향을 미친 것으로 사료된다.

5. 총페놀성 화합물 함량

식물에서 자연적으로 형성된 식물성 화합물이나 기능성 물질은 현대의 주요 질병인 암, 심장병 및 고혈압 등의 발병률을 감소시키거나 예방하는 물질로 알려져 있으며 이러한 물질로는 대표적으로 폴리페놀, 플라보노이드, 카로티노이드 및 토코페롤 등이 알려져 있다. 유기 및 관행재배 고추의 총페놀성화합물 함량은 Fig. 4과 같이 청고추의 경우 유기재배 9.69 ± 0.81 mg/g, 관행재배 7.84 ± 0.43 mg/g이었으며, 홍고추의 경우 유기재배 10.34 ± 0.59 mg/g, 관행재배 8.92 ± 0.32 mg/g으로 숙기에 관계없이 유기재배가 관행재배 보다 총페놀성화합물 함량이 유의적으로 높게 나타났다. 일반적으로 유기재배 농산물의 경우 관행재배 농산물 대비 병해충 발생과 같은 스트레스에 노출되어 방어기작으로 폴리페놀과 같은 2차 대사산물이 형성되는 것으로 알려져 있다(Trutter D., 2001). 이렇게 생성된 2차 대사산물은 유기재배 농산물의 우수한 기능성 효능을 기대할 수 있을 것이다.

또한 홍고추가 청고추보다 함량이 더 높았으며 이는 숙기가 진행되면서 홍고추의 카로티노이드 함량 증가 때문으로 판단된다. 이러한 결과는 몇몇 연구자들에 의해 보고된 유기재배 농산물에서 폴리페놀 함량이 유의적으로 더 높게 나타났으며 이로 인해 항산화 효과 또한 더 높게 나타났다는 결과와도 일치하는 결과를 나타내었다(Ren et al., 2001; Carbonaro et al., 2002; Asami et al., 2003; Kim et al., 2010).

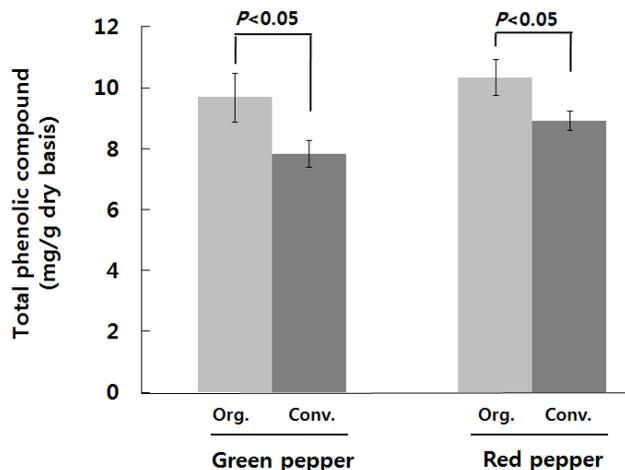


Fig. 4. Comparison of the total phenolic content of organically (Org.) and conventionally (Conv.) grown hot pepper fruits. Values are expressed as mean \pm SD (n=10)

유기재배 고추의 경우 수량이 감소되는 문제점은 있으나 최근 소비자의 주요 관심사인 기능성 효능의 우수성에 대해 지속적인 연구가 진행된다면 수요 확대에 크게 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

IV. 요약

본 연구에서는 우리 식생활과 가장 밀접한 관계가 있는 고추(청고추, 홍고추)를 유기 및 관행으로 재배하여 품질특성과 기능성성분 함량을 비교 분석하였다. 유기 및 관행재배 고추의 품질특성은 pH, 가용성고형물 함량, 경도 및 색도를 분석하였다. 그 결과 유기 및 관행재배 고추의 가용성고형물이 유기재배에서 2.6~10% 높은 경향을 나타내었으나 경도는 관행재배에서 높게 나타났다. 기능성 성분은 클로로필 함량, ASTA 값, 총페놀성화합물 함량 및 SEM을 통한 세포조직을 검토하여 비교분석 하였다. 청고추의 경우 유기재배에서 관행재배에 비해 녹색도(-a value)값이 더 높게 나타났으며 chlorophyll 함량 또한 a, b, total 값이 전반적으로 높게 나타났다. 홍고추의 경우 유기재배에서 붉은색의 정도를 나타내는 ASTA 값이 28% 더 높게 나타났다. 또한 항산화효과가 있는 것으로 알려진 총페놀성화합물 함량은 청고추와 홍고추에서 모두 유기재배가 관행재배 보다 더 높은 것으로 조사되었다. 따라서 고추 유기재배의 경우 고추 색깔에 관계없이 품질특성 측면에서 선택이 더 우수하고 기능성 측면에서 또한 더 우수한 것으로 사료된다.

[논문접수일 : 2014. 9. 19. 논문수정일 : 2014. 11. 6. 최종논문접수일 : 2014. 11. 7.]

Reference

1. AOAC. 1990. Official Methods of Analysis of AOAC Intl. 13th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA.
2. Asami, D. K., Y.-J. Hong, D. M. Barrett, and A. E. Mitchell, 2003. Comparison of the total phenolic and ascorbic acid content of freeze-dried and air-dried marionberry, strawberry, and corn grown using conventional, organic, and sustainable agricultural practices. *J. Agric. Food Chem.* 51: 1237-1241.
3. ASTA. 1986. Official analytical methods. American Spice Trade Association, Englewood Cliffs, NJ, USA. p. 68.

4. Brandt, K. and J. P. Molgaard. 2001. Organic agriculture; does it enhance or reduce the nutritional value of plant foods? *J. Sci Food Agric.* 81: 924-931.
5. Carbonaro, M., M. Mattera, S. Nicoli, P. Bergamo, and M. Cappelloni. 2002. Modulation of antioxidant compounds in organic vs conventional fruit (peach, *Prunus persica* L. and pear, *Pyrus communis* L.). *J. Agric. Food Chem.* 50: 5458-5462.
6. Chassy, A. W., L. Bui, E. N. C. R. Renaud, M. V. Horn, and A. E. Mitchel. 2006. Three-year comparison of the content of antioxidant microconstituents and several quality characteristics in organic and conventionally managed tomatoes and bell peppers. *J. Agric. Food Chem.* 54: 8244-8252.
7. Choi, H. S., X. Li, W. S. Kim, and Y. Lee. 2010. Comparison of fruit quality and antioxidant compound of 'Nuitaka' pear trees grown in the organically and conventionally managed systems. *Korean J Environ Agric.* 29: 367-373.
8. Hong, S. J., J. H. Kim, Y. K. Kim, H. J. Jae, C. K. Shin, M. J. Kim, J. H. Park, E. J. Han, H. J. Goo, K. Y. Choi, and J. C. Yun. 2013. Control efficacy of mixing application of microbial and chemical fungicide against phytophthora blight or red-pepper. *The Korean Journal of pesticide science.* 17: 460-467.
9. Hwang, I. G., H. Y. Kim, Y. Hwang, H. S. Jeong, and S. M. Yoo. 2011. Quality characteristics of wet noodles combined with cheongyang hot pepper (*Capsicum annuum* L.) juice. *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 40: 860-866.
10. Jeong, J. W., J. M. Seong, K. J. Park, and J. H. Lim. 2007. Quality characteristics of semi-dried red pepper (*Capsicum Annuum* L.) using hot-air drying. *Korean J. Food Reserv.* 14: 591-597.
11. Jo, J. A., W. S. Kim, and H. S. Choi. 2010. Fruit quality, total phenol content, and antioxidant activity of fruit obtained from sustainably managed vs conventionally managed asian pear orchard. *Korean J. Food Preserv.* 17: 169-173.
12. Kim, G. D., Y. S. Lee, J. Y. Cho, Y. H. Lee, K. J. Choi, Y. Lee, T. H. Han, S. H. Lee, K. H. Park, and J. H. Moon. 2010. Comparison of the content of bioactive substances and the inhibitory effects against rat plasma oxidation of conventional and organic hot peppers. *J. Agric. Food Chem.* 58: 12300-12306.
13. Kwak, Y. K., I. S. Kim, M. C. Choi, S. C. Lee, and S. Kim. 2012. Growth inhibition effect of environment-friendly farm materials in *Colletotrichum acutatum* in vitro. *Journal of Bio-Environment Control.* 21: 127-133.
14. Lee, G. J., M. G. Song, S. D. Kim, K. Y. Lee, T. J. Kim, D. E. Kim, J. W. Heo, and J. B. Yoon. 2014. Effects of night temperature management methods on quality of drying red

- pepper under sunlight in plastic house. *Korean J. Int. Agric.* 26: 48-53.
15. Lee, G. S. 2004. Organic agriculture. *Food Preserv. Process Ind.* 3: 1-9.
 16. Lee, H. D. and C. H. Lee. 1992. Studies on the quality evaluation of korean red pepper by color measurement. *Korean J. Dietary Culture.* 7: 105-112.
 17. Lee, H. D., M. H. Kim, and C. H. Lee. 1992. Relationships between the taste components and sensory preference of korean red peppers. *Korean J. Food Sci. Technol.* 24: 266-271.
 18. Lee, Y. S., H. Y. Seo, G. D. Kim, J. H. Moon, Y. H. Lee, K. J. Choi, Y. Lee, J. H. Park, and J. H. Kang. 2010. A comparison of quality and volatile components of two cucumber cultivars grown under organic and conventional conditions. *Korean J. Food Sci. Technol.* 42: 407-413.
 19. Moon, K. D. and S. R. Shin. 1996. Changes in the cell wall components and cell structure of tomato fruits during maturation. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 25: 274-278.
 20. Na, G. S., S. K. Lee, and W. Y. Kim. 2007. Antioxidative effects and quality characteristics of the rice cultivated by organic farming and ordinary farming. *J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem.* 50: 36-41.
 21. NIAST. 2000. Methods for chemical analysis of soil and crop plant. National Institute of Agricultural Science Technology. Suwon. Gyeonggi. Korea. pp. 103-131.
 22. RDA. 2010. Recommendations of fertilizers. Rural Development Administration. Suwon. Gyeonggi. Korea. p. 58.
 23. Ren, H., H. Endo, and T. Hayashi. 2001. Antioxidative and antimutagenic activities and polyphenol content of pesticide-free and organically cultivated green vegetables using water-soluble chitosan as a soil modifier and leaf surface spray. *J. Sci. Food Agric.* 81: 1426-1432.
 24. Trutter, D. 2001. Biosynthesis of phenolic compounds and its regulation in apple. *Plant Growth Regulators.* 34: 71-89.
 25. Yang, S. K., Y. W. Seo, J. H. Son, J. D. Park, K. J. Choi, and W. J. Jung. 2012. Properties of pepper growth and yield, cost down with no-tillage organic cultivation in vinyl greenhouse. *Korean J Organic Agri.* 20: 411-422.
 26. Yoon, S. T., Y. S. Kim, M. C. Lee, and I. S. Kim. 2012. Effect of effective microorganism applications on growth yield and fruit nutrient contents in hot pepper. *Korean J Organic Agri.* 20: 313-326.