

고추 유기농 재배 시 액비처리에 따른 수량 및 품질

남춘우* · 조영상** · 문희자*** · 채수영**** · 양은영***** · 조명철*****

Yield and Fruit Quality of Pepper as Affected by Different Liquid Fertilizer in Organic Farming

Nam, Chun-Woo · Cho, Young-Sang · Moon, Hee-Ja ·
Chae, Soo-Young · Yang, Eun-Young · Cho, Myeong-Cheoul

This experiment was carried out to determine optimal concentration of organic liquids for the improvement of antioxidant in pepper. As human beings enter the age of 100, they are naturally recognized as a standard of high quality agricultural products for safety and improvement of functional materials. Tomatoes are among the most consumed vegetables in the world and there is a growing interest in varieties with high functional content. However, there is a limit to the improvement of functional materials of certain varieties, so it is necessary to study the improvement of materials by cultivation physiology and environmental conditions. The test material was sown on March 15th in Wanju province and on June 15th in rain shelter house using pepper “suppermanidda” varieties. To investigate the optimum concentration of organic liquids for the improvement of antioxidant, 15 kinds of treatments were carried out including control, tomato liquid fertilizer etc. The liquid fertilizer of organic material was treated with 6 times of irrigation, and the analysis of nutrients and antioxidant was done by harvesting pepper on the September 10th. The contents of beta-carotene was increased in the T3, T4, T12 treatments, vitamin C was in the P14 treatments, flavonoid, polyphenol were in the P12 treatment compared to the control. In T12 treatment, flavonoid increased by 115.9%, polyphenol by 121.7%, beta-carotene by 117.2% and vitamin C by 136.1% compared to the control. There was no significant difference in the growth characteristics and characteristics of pepper fruit of pepper according to liquid fertilizer

* Corresponding author, 국립원예특작과학원 농업연구사(cwsky@korea.kr)

** 자연을답은사람들 대표

*** 국립원예특작과학원 연구원

**** 국립원예특작과학원 전문연구원

***** 국립원예특작과학원 농업연구사

***** 국립원예특작과학원 농업연구관

treatment. Therefore, it has been confirmed that the organic antioxidant is affected by the liquid fertilizer treatments of organic materials and it is necessary to study the environmental conditions such as temperature, moisture and photosynthesis.

Key words : *liquid fertilizer, nutritional content, organic farming, pepper*

I. 서 론

최근 우리나라의 자유무역협정(FTA)은 2006년 한-USA FTA, 2015년 한-중 FTA가 발효되어 현재는 본격적인 관세철폐가 되고 있다. 세계 농업강대국과 후발국과 본격적인 FTA가 가동되어 고품질의 기준에 따라 농산물 경쟁력이 결정될 것이다. 농산물의 고품질은 그 동안 크기, 모양, 맛에 따라 결정되었다면, 21세기는 100세 시대의 건강추구의 방향인 안전성, 기능성, 맛에 따라 결정될 것이다. 즉, 안전성, 기능성, 경영비에 따라 농산물의 운명이 결정될 시대에 접어들었다. 우리나라의 주요 채소생산비는 중국에 대비하면 시설고추는 10.5배가 많고(우리 12,315천원/10a, 중국 1,177천원/10a) 노지고추는 한국 11,686원/kg, 중국 1,895원/kg으로 6.2배로 상당한 차이가 있고, 마늘, 양파 등 대부분이 3배 이상으로 심한 차이를 보이고 있으며, 생산량도 중국이 11~80%까지 많았다(R.D.A, 2015). 이에 따른 중국 농산물 수입에 따라 고추, 마늘의 생산면적은 각각 84,941 ha/2000년, 44,941 ha/2000년에 비하여 36,120 ha/2014년, 25,062 ha/2014년으로 50% 감소하였으며(R.D.A, 2015). 이 현상은 특별한 일이 없는 한, 가속될 것으로 예상된다.

고추에 관한 연구로는 품종 및 재배지역에 따른 품질 특성(Shin and Lee, 1991; Choi et al., 2000), 건조 및 저장방법에 따른 특성 분석(Kim et al., 2004; Park et al., 2003), carotenoids, capsaicinoids 함량분석 및 분석법(Kim et al., 2002; Topuz and Ozdemir, 2007; Vega-G et al., 2009) 등 많은 선행연구가 있다. 또한, 고추는 다양한 항산화물질을 함유하고 있는데, 비타민 C는 대표적인 수용성 비타민 및 항산화 성분으로써 암 예방, 노화 예방, 철의 흡수를 도우며, 콜라겐의 합성과 뼈를 형성하는 데에 필요한 것으로 보고되고 있다(Choi, 2006; Gropper et al., 2009). Polyphenol 화합물은 식물 2차 대사물질로 과일 및 야채류에 주로 배당체 형태로 널리 분포하고 있으며, 체내 항산화 효과, 항암 및 심혈관과 당뇨병환의 예방 및 완화, 골다공증, 뇌기능 장애, 백내장, 면역계 쇠퇴 등을 조절하는 역할을 하는 것으로 알려져 있다(Sakihama et al., 2002; Scalbert et al., 2005; Han, 2009). 한국산 고추의 매운맛을 나타내는 주요 성분은 지용성 물질인 capsaicin과 dihydro-capsaicin에 기인한다고 보고되어 있으며, 매운맛 정도에 따라 식품 소재로의 활용도가 다양하다(Kawada et al., 1985; Chiang 1986). 고추의 가장 중요한 특성 중 하나는 독특한 매운맛을 가지고 있는 것이다. 고추의 매운맛은 capsaicinoid계 물질에 기인한 것으로 알려져 있으며, 5개 동족체 중에 capsaicin과

dihydrocapsaicin이 매운맛을 내는 주된 성분으로 알려져 있다(Kawada et al., 1985; Chiang 1986). Capsaicinoids는 음식의 풍미를 향상시키고 식욕을 촉진할 뿐만 아니라 항산화, 항암, 당뇨병성 신경성증, 관절염, 신경통 및 피부건선 치료 등 다양한 생리활성 효과가 있음이 보고되고 있다(Zhang et al., 1994; Gang et al., 2008).

우리의 농업 국제경쟁력 제고방안 중 안전성을 높이기 위한 방법 중의 하나가 유기농업이다. 유기농업은 안전성, 기능성 문제를 해결할 가능성이 있는 것으로 판단된다(Nam et al., 2015). 최근 우리나라에서도 오일, 유허제제의 병충해 방제효과가 밝혀진 바, 대부분의 유기농자재의 병충해 방제가가 50~70%이나 오일, 유허의 혼합액은 95% 이상으로 상당히 뛰어난 농자재로 보고되고 있다(Nam et al., 2015). 게다가 이것은 작물의 범용성과 여러 가지 병해충방제에 효과가 있는 것으로 나타났다(Cho, 2012; Nam et al., 2015). 그런데 FTA시대, 백세시대의 고품질 기준이 될 기능성 물질의 표준화는 아직 요원한 상태이다. 만약, 기능성 물질의 표준화 기술을 찾아낸다면 국제경쟁력 제고에 최고의 기술일 것으로 예상된다. 최근 기능성 물질향상은 당뇨병에 효과 있는 당조고추, 라이코핀 함량증진 토마토 품종 등 주로 품종개량을 통하여 시도되고 있으나 작물생리를 통한 시도는 거의 전무한 상태이다. 본 연구는 고추의 항산화 물질향상을 위한 유기농자재 즉, 적정 액비를 구명하고자 수행하였다.

II. 재료 및 방법

액비처리는 ① 대조, ② 고추, ③ 산야초, ④ 고추+산야초, ⑤ 약초, ⑥ 해초, ⑦ 혼합액비(5%, 2.5%) 등 15처리하였다(Table 1). 시험재료는 고추‘슈퍼마니파’ 품종을 이용하여 완주지방에서 3월 25일 파종하였고 6월 15일에 P1-13 처리구는 비가림하우스에, P14, P15처리는 노지에 각각 정식하였다. 고추액비 제조방법은 110 L 물통에 고추열매+목질화 되지 않은 줄기 등 부산물을 80% 채우고, 천일염 200 g+ 부엽토 200 g을 혼합한 후, 물을 100 L까지 채운 후, 뚜껑을 닫고 1년 이상 부숙 발효시킨다. P3~P15 모두 내용물만 다르고 조제 방법은 P2와 같다. 액비제조 방법은 고추액비+산야초(4종)+약초(3종)+해초(4종)으로 되어있고, 시비요령은 총 혼합액비(5%), 6회 관수하였다. P12는 고추액비+산야초(4종)+약초(3종)+해초(4종)+스테비아 등 5그룹으로 되어있다. 산야초, 약초, 해초, 스테비아도 각각 다른 통에 제조한 후, 액비로 사용할 경우 물과 각각 1:1의 비율로 혼합한 후, 액비혼입기를 이용하여 25배(4%)로 희석하여 최종 50배로 희석하여 관수하였다(Table 1). 그 다음 5분 정도 지하수로 관수하여 중화시키는 동시에 액비 찌꺼기가 점적호스를 막히지 않게 하였다(Table 1).

농자재 처리에 따른 영양성분 분석은 9월 상순에 적색고추를 수확하여 농업기술실용화재단에서 분석하였다. 무기성분은 K, Ca, Mg, P₂O₅, C/N율을 분석하였고, 항산화물질은 베

Table 1. The treatments content of liquid fertilizer for the functionality improvement in pepper

Treatments	Content
Control	Control (to use basal fertilization for organic farming)
P2	Pepper liquid fertilizer, 5%
P3	Wild plants of 4 sorts : dock leaves, reed, goldenrod, crabgrass, 5%
P4	Pepper liquid fertilizer + P3(wild plants of 4 sorts), 5%
P5	Herbal plant of 3 sorts : Ovate-leaf atractylodes, ginseng, wrinkled giant, 5%
P6	Seaweeds of 4 sorts : sea lettuce, Gloiopeltis tenax, bundle, Irish moss, 5%
P7	PB (pepper + wild plant (4 sorts) + herbal plant (3 sorts) + seaweed (4 sorts), 5%
P8	PB (pepper + wild plant (4 sorts) + herbal plant (3 sorts) + seaweed (4 sorts), 2.5%
P9	(P7)y + ginseng + brown seaweed, 5%
P10	(P7) + anchovy + fishes, 5%
P11	(P7) + ginseng + brown seaweed + molasses, 5%
P12	(P7) + stevia, 5%
P13	(P7) + saltwort, 5%
P14	ginseng, 5%
P15	brown seaweed, 5%

타카로틴, 플라보노이드, 폴리페놀, 비타민C, 캡사이신 등 5종을 분석하였다.

베타카로틴분석은 약 100-200 μg 에 해당하는 시료를 취하여 갈색 원심분리관에 넣는다. 3% 피로갈롤 에탄올 용액 10 mL과 60% 수산화칼륨 용액 1 mL을 가하여 70°C 수욕 중에 30분 간 진탕하며 비누화한다. 이것을 흐르는 물에 냉각하고 1% 염화나트륨 용액 22.5 mL을 가한 후 헥산·초산에틸(9:1) 혼합용액을 15 mL가하여 10분간 진탕한다. 이어서 2,000 rpm에서 5분간 원심분리하여 상층을 갈색플라스크로 옮긴다. 하층에 헥산·초산에틸(9:1) 15 mL을 가하여 2회 반복 추출하여 상층액을 합한다. 감압농축 후, 에탄올 50 mL에 녹여 시험용액으로 한다. 그 다음, HPLC의 분석조건(주입량 20, 칼럼온도 40°C, 유속 1.0 mL/분)을 맞춘 후 준비한 시험용액을 20 μL 를 주입하여 검출한다. HPLC (NANOSPACE SI-2, SHISEIDO, Japan)와 PDA Detector를 사용하여 다음의 계산식에 따랐다.

$$\text{베타카로틴(mg/g)} = C \times (a \times b) / S \times 1/1,000$$

C: 시험용액 중의 베타카로틴 농도($\mu\text{g/mL}$)

a: 시험용액의 양(mL), b: 희석배수(적용될 경우), S: 시료 채취량(g)

1/1,000: 단위 환산 계수

비타민 C 분석은 시료 중 존재하는 비타민 C를 메타인산용액으로 추출한 환원형 비타민 C (ascorbic acid, AA)를 2,6-dichlorophenol-indophenol (DCP)로 산화시켜 산화형 (dehydroascorbic acid, DHAA)으로 만든 다음 2,4-DNPH (dinitrophenyl hydrazine)를 가해 적색의 오사존(osazone)을 형성시킨 후 황산(H₂SO₄)을 가해 탈수시키면 등적색의 무수물 bis-2,4-dinitrophenylhydrazine으로 전환되어 안정된 정색반응을 나타내는데, 이를 파장 510-540 nm에서 표준용액과의 흡광도를 측정하여 정량한다. 시료의 일정량을 정밀히 단 후 정확히 같은 양의 메타인산-초산용액을 잘 혼합해서 균등한 죽 상태로 한다. 환원형 비타민 C로서 1-5 mg 함유되도록 균등한 죽상태의 일정량(W g)을 100 mL의 메스플라스크에 옮기고 묽은 메타인산-초산용액으로 100 mL로 한다. 용액을 여과하여 처음의 수 mL를 제거해서 그 후의 여액을 취하거나 또는 원심분리해서 상등액을 취하여 시험용액으로 한다. 다만, 조작은 모두 신속히 행한다. 흡광도에 따른 계산은 시험용액 2 mL 중의 총 비타민 C량 및 산화형 비타민 C량을 각각의 환원형 비타민 C량(μg)으로 나타낸 수치를 검량선에서 찾아서 T₁ 및 T₂에 대응하는 점으로부터 구하여 C₁ 및 C₂로 한다. 시료 중의 비타민 C함량은 다음 식으로 구한다.

$$\text{총 비타민 C 함량(mg/100 g)} = \frac{C_1}{1,000} \times 50 \frac{\text{시료 채취량(g)} \times 2}{W} \times \frac{100}{\text{시료 채취량(g)}}$$

총 플라보노이드 분석은 2-5 mg에 해당하는 시료를 정밀히 취하고 80% 에탄올 20 mL를 가하여 용해한다. 과립상, 정제상의 제품은 시료를 충분히 과쇄하여 사용한다. 또한 젤라틴 등을 포함한 제품은 내용물을 꺼내어 사용한다. 원심분리(1,600 ×g, 10분)를 하여 상층액을 취한다. 잔류물에 80% 에탄올 8 mL로 3회 추출한다. 전 추출액을 합하여 80% 에탄올을 사용하여 전량을 50 mL로 한다. 총 플라보노이드로서 2-5 mg에 해당하는 시료를 정밀히 취한다. 80% 에탄올 20 mL를 가하여 용해시킨다. 원심분리(1,600 ×g, 10분)하여 상층액을 취한다. 단, 당을 함유한 시료인 경우 시료를 취하여 증류수 10 mL에 용해하고 에탄올 10 mL을 가하여 원심분리(1,600 ×g, 10분)한다. 잔류물에 80% 에탄올 8 mL을 가하여 3회 추출한다. 전 추출액을 합하여 80% 에탄올을 사용하여 전량을 50 mL로 한다. 표준용액의 조제는 식약청 기능성식품기준 시험법에 따랐다. 표준물질의 농도별 흡광도와 각 농도별 공시험의 흡광도의 차를 이용하여 표준물질의 검량선을 작성한다. 시료의 흡광도와 시료의 공시험 흡광도의 차를 검량선에 적용시켜 시료 중 총 플라보노이드의 함량을 구한다.

$$\text{총 플라보노이드 함량(mg/g)} = C \times (a \times b) / S$$

C: 시험용액중의 총 플라보노이드 함량(mg/mL)

a: 시험용액의 전량(mL), b: 희석배수, S: 시료 채취량(g 또는 mL)

총 폴리페놀 분석에 사용되는 표준용액의 조제는 탄닌산 10 mg을 정밀하게 칭량하여 50 mL 부피플라스크에 취한 후 증류수를 가하여 정용한다. 위의 표준원액을 증류수로 적절히 희석하여 표준용액으로 사용한다. 시험용액의 조제는 탄닌산으로 5-10 mg에 상당한 양을 취하여 50 mL 부피플라스크에 취한 후 증류수를 소량 가한다. 30분 동안 초음파 추출한다. 위의 용액을 증류수로 50 mL 정용한 후 적절히 희석하여 시험용액으로 한다. 증류수 7.5 mL를 시험관에 각각 취한다. 시험관에 각각 표준용액, 시험용액 및 증류수(공시험용)를 1 mL씩 취한다. 각 시험관에 Folin-Denis 시약 0.5 mL을 가한 후 35% 탄산나트륨 1 mL을 넣어 혼합한다. 암소에서 30분 방치한 후 760 nm에서 흡광도를 측정한다. 표준물질의 농도별 흡광도와 공시험 흡광도의 차를 이용하여 표준물질의 검량선을 작성한다. 시료의 흡광도와 공시험 흡광도의 차를 이용하여 정량한다. 비타민 C가 총 폴리페놀 함량에 간섭하는 양을 보정하기 위해 시료 중 비타민 C의 함량을 「건강기능식품의 기준 및 규격」 비타민 C에 따라 미리 분석한다. 비타민 C 간섭보정계수 설정은 시료 중 비타민 C가 총 폴리페놀 함량에 간섭하는 양을 보정하기 위해 순수한 비타민 C를 일정량(mg)(5.1.3에서 분석한 값과 근접한 값) 취한다. 흡광도로 측정한 비타민 C의 실험값을 이론값으로 나누어 비타민 C 간섭 보정계수를 설정한다.

$$\text{총 폴리페놀의 함량(탄닌산으로서)}(\text{mg/g}) = [C \times (a \times b) / S] - (D \times E/F)$$

C: 시험용액 중의 탄닌산의 농도(mg/mL)

a: 시험용액 전량(mL), b: 희석배수, S: 시료무게(g)

D: 5.1.3에서 측정한 비타민 C의 함량(mg/g)

E: 5.2.2에 따라 흡광도법으로 측정한 비타민 C의 함량(mg/g)

F: 5.2.1에서 취한 순수한 비타민 C의 함량(mg/g)

* $\frac{E}{F}$ = 비타민 C 간섭 보정계수

캡사이신과 dihydrocapsaicin 분석은 capsaicin, dihydrocapsaicin의 표준품 5 mg를 정확히 정량하여 acetonitrile 5 ml로 녹인 표준품 1000 mg/L을 working solution으로 사용하였다. 동결 건조한 고추 분말시료와 acetonitrile을 1:10비율로 sonicator 를 사용하여 1시간 교반 후 중탕기에서 80°C로 4시간 중탕시켰다. 그 후 원심분리기를 이용하여 4°C, 15000 rpm 조건에서 15분 원심 분리하였다. 분리된 상등액을 PVDF 0.2 µm 주사기 filter를 이용하여 여과하여 분석에 이용하였다. 정량된 검사액을 UPLC의 조건을 column 온도 30°C, 유속 0.4 ml/min, 샘플온도 20°C 하에서 분석하였다.

Ⅲ. 결 과

시험전후 토양 성분의 차이는 pH는 P11 처리구 6.4, P15 처리구 6.7를 제외한 모든 처리구에서 약 7 정도로서 큰 차이가 없었으며 모두 적정범위에 있는 것을 나타냈다. EC는 대조구, P2, P8, P9, P10, P11, P13, P15 처리구에서 낮아졌고, P3, P5, P5, P6, P12 처리구에서는 일반적인 EC의 적정 범위보다 높아졌으나 정확한 이유는 알 수 없었다. K와, Ca는 산야 초액비가 포함된 P3, P11 처리구에서 높아졌고, 다른 처리구는 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 고추과실의 무기성분은 시험전후 토양성분(Table 2, 3), 자료를 나타내지 못한 처리별 액비성분, 과실의 무기성분(Table 8, 3), 고추 성장과정의 무기물 흡수량과의 관계를 구명할 수 있는 보다 정밀한 연구가 필요한 것으로 생각되었다. Mg는 대부분의 처리구에서 대체로 낮아졌으나 P11에서는 약간 높아졌고, P₂O₅는 P11에서 높아졌고 다른 처리구에서는 낮아졌고, NH₄-N와 NO₃-N는 P11 처리구에서 높아졌고 다른 처리구는 대부분 낮아진 것을 나타냈다. 이것은 Mg, P₂O₅가 다량 함유된 P7의 해초, P11의 감태가 포함되어 나타난 것으로 생각되었다. P14, P15 처리구의 NO₃-N는 없는 것으로 나타난 것은 처녀재배지로서 질산태 비료를 전혀 시비하지 않고 식물체의 질소필요량보다 부족한 것으로 생각되었다(Table 2, Table 3)

Table 2. The soil characteristics before test as affected by agricultural materials of organic farming in pepper

pH	EC	K (cmol/kg)	Ca (cmol/kg)	Mg (cmol/kg)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	NH ₄ -N (mg/kg)	NO ₃ -N (mg/kg)
7.18	6.07	1.65	19.53	8.96	648.16	45.27	503.9

Table 3. The soil characteristics after test as affected by agricultural materials of organic farming in pepper (Nov.22)

Treatments ^z	pH	EC ^y	K (cmol/kg)	Ca (cmol/kg)	Mg (cmol/kg)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	NH ₄ -N (mg/kg)	NO ₃ -N (mg/kg)
Control	7.30	3.05	1.02	18.87	4.06	507.92	13.30	38.5
P2	7.14	3.52	0.51	13.45	6.22	497.98	18.55	115.2
P3	7.13	9.48	2.06	21.66	6.96	619.38	21.35	136.9
P4	7.19	5.39	0.73	16.34	5.52	422.16	18.90	132.3
P5	7.06	9.27	1.91	20.75	6.86	634.01	25.20	267.4
P6	7.18	8.67	0.75	20.08	8.11	657.76	20.30	200.6
P7	7.24	6.28	0.78	18.10	6.70	590.34	21.70	135.1

Treatments ^z	pH	EC ^y	K (cmol/kg)	Ca (cmol/kg)	Mg (cmol/kg)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	NH ₄ -N (mg/kg)	NO ₃ -N (mg/kg)
P8	7.38	4.47	1.07	18.42	5.38	592.61	19.60	43.1
P9	7.27	5.10	0.78	16.16	6.90	600.28	21.70	45.2
P10	7.32	4.89	0.58	14.90	6.70	561.35	20.65	41
P11	6.44	1.67	2.39	20.76	9.40	981.13	100.80	766.4
P12	7.01	8.10	1.53	15.49	6.20	571.79	29.40	208.3
P13	7.27	3.33	0.46	14.96	6.32	517.72	25.90	20
P14	7.02	0.56	0.82	7.66	3.58	222.83	23.45	0
P15	6.73	0.60	0.50	7.74	4.08	129.55	24.15	0
Mean	7.11	4.96	1.06	16.36	6.20	540.45	27.00	143.3

^z See the Table 1.

^y Electric conductivity

주요 액비처리의 무기성분은 K성분은 고추, 산야초, 해초, 감태 액비에서 높았고, Ca, Mg 성분은 해초에서 특이하게 많았고 P₂O₅성분은 산야초에서 가장 많았고 Na성분은 해초, 함초에서 월등하게 많았고, Fe성분은 해초, 인삼에서 많았고, Mn성분은 해초, Zn성분은 감태에서 가장 많이 나타났다. 질소는 암모늄질소와 질산태질소에 따라 다르게 나타났지만, 평균적으로 해초에서도 가장 많이 나타났다. 종합적으로 K, Ca, Mg, Na, Fe, Mn, NH₄-N성분은 해초식물에서 높았고 P₂O₅성분은 산야초에서 높았고 Zn은 해초식물 중에서 감태에서 월등히 많이 나타났다(Table 4).

Table 4. The mineral nutrient of the main materials fertilizer to using test in pepper

Materials	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	Na (mg/kg)	Fe (mg/L)	Cu (mg/L)	Mn (mg/L)	Zn (mg/L)	NH ₄ -N (mg/kg)	NO ₃ -N (mg/kg)
Pepper	1,290.56	33.72	103.91	59.00	689.05	2.12	ndz	0.03	0.16	nd	57.28
Wild plant	1,130.88	160.07	139.50	71.74	653.03	4.86	nd	1.61	0.20	122.36	0.29
Herbal plant	527.82	322.53	111.55	38.27	677.30	5.69	nd	1.43	0.39	28.39	0.15
Seaweeds	1,958.19	436.62	790.48	25.64	2,421.64	7.13	nd	9.60	0.34	546.51	0.12
Stevia	418.79	69.19	79.86	24.42	600.46	2.31	nd	nd	0.39	nd	12.10
Saltwort	543.58	58.23	579.07	17.69	1,911.40	1.62	nd	nd	0.14	nd	64.09
Ginseng	276.88	238.11	85.20	12.61	574.89	6.20	nd	2.42	0.78	5.56	0.25
Brown seaweed	1,868.17	104.12	186.40	29.82	921.83	3.40	nd	nd	1.12	62.57	0.15

^z Not detect

시험기간 중 비가림 하우스 내 기온은 상당히 고온성으로 나타났고 맑은 날이 지속되어 8월 고온현상이 지속되었으며 1일 기온, 지온, 광환경 변화를 보면, 기온은 14시에 가장 높았고, 지온은 14시에 가장 높았으며 PPFDF는 10~12시 사이에서 가장 높게 분포하였다(Table 5).

Table 5. Change of air temperature, soil temperature and light intensity by times a day in the rainshelter

Times ^z	Air temperature (°C)	Soil temperature (°C)	PPFD ($\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)
10:00	28.6	23.5	1,291
12:00	36.7	26.1	1,231
14:00	42.5	35.2	990
16:00	38.7	31.7	230

^z Investigate date : Aug. 30. 2016.

Table 6. The growth characteristics as affected by agricultural materials after treatment of organic farming in pepper

Treatments ^z	Plant height (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Nod number per plant
Control	156.8a	11.1	5.1	17.5a
P2	150.1a	12.2	5.6	17.9a
P3	157.3a	12.9	5.4	17.1a
P4	157.6a	11.8	5.5	17.4a
P5	169.1a	11.6	5.3	18.2a
P6	167.3a	12.8	5.7	18.8a
P7	177.5a	12.5	5.6	18.1a
P8	157.4a	12.8	5.7	18.5a
P9	169.1a	11.8	5.3	17.5a
P10	162.5a	12.3	5.4	17.7a
P11	162.2a	13.5	6.0	18.3a
P12	167.1a	14.4	6.2	19.0a
P13	168.5a	13.6	5.8	15.1b
P14	96.4b	12.8	5.8	14.6b
P15	95.4b	12.4	5.7	14.6b
DMRT 0.05 ^y	*	ns	ns	*

^z See the Table 1.

^y Means separation within columns by Duncan's multiple range test ($p \leq 0.05$)

자료에는 나타내지 않았지만, 고온 때문에 온실가루이, 진딧물, 담배나방은 모든 처리구에서 나타났으나 주로 유기농자재인 유황, 오일제제(Cho, 2012)로 모두 방제하였다.

유기농자재 처리별 고추 생육특성은 초장, 엽장, 엽폭, 마디수 모두 대체로 차이가 없었으나 초장, 마디수에서 P14, P15 처리구에서 생육량이 적게 나타난 것은 노지 처녀재배지로서 비료성분이 거의 없었기 때문에 나타난 것으로 판단되었다(Table 6). 유기농자재 처리별 고추 과실특성은 청과는 과장, 과폭, 중량이 차이가 없었고 홍과도 과장, 과폭은 차이는 없었으나 중량은 차이가 있는 것으로 나타났으나 고추과실의 중량은 같은 크기라도 숙기가 다르기 때문에 나타난 것으로 별 차이가 없는 것으로 해석해야 할 것으로 생각되었다(Table 7). 유기농자재 처리별 고추 수량은 청과는 P2 처리구에서 가장 많았고 홍과는 P5 처리구에서 가장 많은 것으로 나타났다. 이것은 자료에는 나타나지 않았지만, 일반적으로 칼슘결핍에 의한 생리장해가 많은 것으로 수량차이는 생리장해 피해의 차이로 생각되었다(Table 8).

Table 7. The fruit characteristics as affected by agricultural materials after treatment of organic farming in pepper

Treatments ^z	Green pepper			Red pepper		
	Fruit length (cm)	Fruit width (cm)	Weight (g per fruit)	Fruit length (cm)	Fruit width (cm)	Weight (g per fruit)
Control	11.3a	16.8a	12.3a	11.1a	16.7a	10.3b
P2	11.7a	17.9a	14.5a	10.7a	16.4a	10.1b
P3	11.5a	17.6a	12.3a	10.7a	16.6a	9.9b
P4	11.9a	17.2a	15.0a	10.8a	17.3a	16.0a
P5	12.2a	16.9a	11.5a	10.9a	15.8a	9.4b
P6	12.6a	17.8a	14.3a	11.8a	16.8a	11.7ab
P7	12.5a	17.1a	13.3a	11.9a	17.0a	11.9ab
P8	12.2a	17.5a	14.4a	11.4a	15.9a	11.8ab
P9	12.1a	19.0a	15.9a	11.7a	16.9a	11.9ab
P10	12.1a	18.2a	15.0a	11.2a	18.2a	11.2b
P11	11.4a	17.3a	13.2a	11.2a	16.7a	10.4b
P12	11.6a	17.2a	13.3a	10.3a	15.0a	8.9b
P13	11.5a	16.7a	13.2a	11.1a	15.8a	12.3ab
P14	11.5a	16.8a	13.3a	11.3a	16.3a	13.5ab
P15	11.5a	17.3a	13.2a	11.3a	16.0a	13.5ab
DMRT 0.05 ^y	ns	ns	ns	ns	ns	*

^z See the Table 1.

^y Means separation within columns by Duncan's multiple rage test ($p \leq 0.05$)

홍고추 당도는 대체로 10~13 Brix %로서 대조구와 P4 처리구에서 가장 높게 나타났다 (Table 8). 유기농자재 처리별 적색 과실의 무기성분은 K, Ca, Mg, P₂O₅는 대체로 처리 간 성분차이가 크게 나타나지 않았고 C/N율은 대조구를 포함하여 대체로 2.25%로서 큰 차이를 보이지 않았다(Table 9).

고추 유기농자재 처리별 기능성물질 분석결과 베타카로틴은 산야초가 포함된 P3, 4 처리구에서 가장 높았고, 비타민 C는 P14 처리구에서 가장 높았고, 플라보노이드, 폴리페놀은 P12 처리구에서 가장 높게 나타났으며, 캡사이신은 P15 처리구에서 가장 높게 나타났다 (Table 10). P3, 4 처리구에서는 베타카로틴 물질은 가장 높게 나타났으나 플라보노이드를 비롯한 나머지 처리구에서는 낮게 나타났다. P12 처리구는 액비의 기본인 고추를 비롯하여 산야초, 약초, 해초와 스테비아를 추가한 액비로서 베타카로틴, 플라보노이드, 폴리페놀, 캡사이신 등에서 물질함량이 상대적으로 높게 나타났으며 종합적인 면에서 항산화물질의 함

Table 8. The yields characteristics as affected by agricultural materials after treatment of organic farming in pepper

Treatments ^z	Green pepper		Red pepper	No. of calcium deficiency
	Yield No. of per plant	Yield of small fruit No. of per plant	Yield No. of per plant	
Control	106.9ab ^y	52.6a-c	52.6a-c	38.6de
P2	112.2a	40.0a-d	68.5ab	22.3e
P3	86.6b-d	42.3a-d	53.9a-c	59.6cd
P4	71.6de	30.9de	44.4a-c	85.0bc
P5	76.9c-e	57.3ab	74.6a	50.6c-e
P6	84.4b-d	39.8a-d	45.8bc	66.8cd
P7	72.8c-e	40.4a-d	49.6a-c	78.7b-d
P8	73.0c-e	55.7ab	55.8a-c	70.2cd
P9	96.4a-c	39.7a-d	46.9bc	57.7cd
P10	102.0ab	37.8b-e	64.9a-c	33.1de
P11	57.9e	19.4f	40.1a-c	98.0a
P12	71.7de	32.3de	47.8bc	83.6b-d
P13	92.7a-d	34.7c-e	68.1ab	39.2de
P14	57.0e	55.0ab	50.9a-c	93.1ab
P15	58.7e	58.7a	51.0a-c	92.3ab
DMRT 0.05 ^y	*	*	*	*

^z See the Table 1.

^y Means separation within columns by Duncan's multiple range test (p≤0.05)

Table 9. The mineral nutrient as affected by agricultural materials after treatment of organic farming in red pepper

Treatments ^z	K (cmol/kg)	Ca (cmol/kg)	Mg (cmol/kg)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	C/N (%)
Control	3.65±0.2	0.13±0.2	0.33±0.2	0.92±0.2	2.44±0.2
P2	3.49±0.2	0.15±0.2	0.31±0.2	0.82±0.2	2.31±0.2
P3	3.76±0.2	0.13±0.2	0.31±0.2	0.96±0.2	2.50±0.2
P4	3.79±0.2	0.13±0.2	0.34±0.2	0.84±0.2	2.51±0.2
P5	3.96±0.2	0.16±0.2	0.34±0.2	0.94±0.2	1.80±0.2
P6	3.80±0.2	0.17±0.2	0.36±0.2	0.90±0.2	1.56±0.2
P7	4.08±0.2	0.15±0.2	0.36±0.2	0.97±0.2	2.52±0.2
P8	4.03±0.2	0.16±0.2	0.36±0.2	0.98±0.2	2.56±0.2
P9	3.99±0.2	0.17±0.2	0.36±0.2	0.97±0.2	2.43±0.2
P10	3.39±0.2	0.16±0.2	0.34±0.2	0.75±0.2	2.14±0.2
P11	4.06±0.2	0.14±0.2	0.34±0.2	1.04±0.2	2.52±0.2
P12	3.96±0.2	0.17±0.2	0.39±0.2	0.94±0.2	2.66±0.2
P13	3.52±0.2	0.18±0.2	0.38±0.2	0.86±0.2	2.35±0.2
P14	3.08±0.2	0.24±0.2	0.34±0.2	0.76±0.2	1.70±0.2
P15	3.20±0.2	0.20±0.2	0.32±0.2	0.70±0.2	1.80±0.2

^zSee the Table 1.

량이 가장 높았다. 따라서 P12 처리구 액비를 향산화물질의 증진액비로서 적정액비로 선발하였다. 다만, 앞으로 P12 처리구는 비타민 C 등의 성분을 높이는 연구가 필요하다고 생각되었다. 액비처리에 대한 무기성분은 C/N율을 제외하고 처리 간 차이가 없었으나, 향산화물질은 액비 처리 간 차이가 상당히 민감하게 나타나는 것으로 나타났다(Table 9, 10). 선행 연구에서 신품종 고추 품종 간 향산화물질의 함량차이는 카로티노이드는 최대 191%, 폴리페놀은 79%, 플라보노이드는 2배 이상 차이를 보였다. 선행연구와의 비교를 통해 기존 품종에 비해 대체적으로 품질이 향상된 품종임을 검증하였다(Huang et al., 2014)고 보고하였다. 또한, 노지 재배한 11개 품종의 capsaicin, dihydrocapsaicin, polyphenolics 및 vitamin C 함량은 각각 0.0-268.3 mg/100g, 0-55.1 mg/100g, 635-878 mg/100g 및 4.1-8.2 mg/g으로 품종 간 차이를 보였으나 재배방식 간의 유의적인 차이는 보이지 않았다. 기능성 성분 결과와 비슷하게, 품종에 따른 활성의 차이는 있었으나 재배 방식 간 활성에 대한 유의적인 차이는 보이지 않았다(Yoon et al., 2010)고 하였다. 따라서 품종간의 기능성 물질의 차이는 유의하였으나 노지, 비가림의 재배방식 간의 차이는 유의성이 없었다고 하였으나 본 연구에서의 액비처리구에 따라 기능성 물질차이를 나타났다. 따라서 재배방식(노지, 비가림과 액비처리)

Table 10. The content of antioxidant as affected by agricultural materials of organic farming of red pepper

Treatments ^z	Beta-carotene (ug/100g)	Vitamin C (mg/100g)	Flavonoid (mg/100g)	Polyphenol (mg/100g)	Capsaicin (mg/100g)
control	6718.70±279	87.64±4.8	166.58±18	247.26±12	24.60±0.3
P2	5232.89±118	93.27±1.4	114.84±6	213.95±0	23.98±0.0
P3	9871.01±185	87.32±2.3	106.37±0	192.21±12	17.35±0.9
P4	9858.48±153	103.11±12.0	130.46±7	194.33±15	16.97±0.4
P5	5278.17±111	96.69±1.0	99.90±0	225.50±16	16.98±0.3
P6	6334.06±53	101.86±6.1	123.90±6	193.62±0	18.30±0.1
P7	4015.63±138	90.83±4.7	95.43±1	191.93±4	12.86±0.0
P8	3430.35±42	101.86±6.0	118.03±0	199.79±1	18.18±0.2
P9	3565.75±160	94.93±0.2	112.97±0	212.20±0	14.47±0.7
P10	5402.14±29	89.54±5.1	105.96±6	175.67±6	12.64±0.2
P11	6272.54±62	89.92±4.7	106.99±2	218.40±0	20.48±0.2
P12	8111.15±153	69.18±1.6	197.97±8	315.88±2	24.24±0.0
P13	5469.38±137	104.56±9.5	164.98±12	218.46±31	19.33±0.4
P14	3669.21±73	171.35±11.3	138.81±5	253.27±4	21.68±0.9
P15	4390.88±66	131.89±3.8	146.80±11	244.26±24	27.27±0.9

^z See the Table 1.

의 내용에 따라 물질향상 효과가 다를 것으로 판단되었고 비료효과는 광합성, 수분 등 더 종합적인 연구가 필요하다고 생각되었다. 청양고추를 13개 지역에서 노지재배된 것을 채취하여 재배지역별 품질 특성을 비교 분석한 선행연구에서, 무기성분 함량은 지역별 차이를 보였지만 주요 무기성분은 K이었다. pH 및 총산도는 각각 4.86-5.26 및 2.10-4.25% 범위였다. 선행연구의 Capsaicin 함량은 100.27-261.54 mg, dihydrocapsaicin 함량은 51.01-84.58 mg 범위였고 capsaicinoid 함량은 11개 지역에서 200 mg 이상의 함량을 보였다(Hwang et al., 2011). 고추의 매운맛 성분 함량은 종과 재배 지역 및 환경, 건조 방법에 따라서 차이가 발생하나, 가공 및 저장 조건에 대해서는 비교적 안정적이다(Choi and Ha, 1994; Topuz et al., 2011). 국내산 고춧가루의 capsaicin 함량은 3-33 mg/100 g의 범위이며(Park et al., 1999), capsaicinoids의 함량이 7.0-57.4 mg/100 g으로 매우 광범위하다고 고하였다(Chai et al., 1994).

본 연구의 캡사이신은 처리별로 12-27 mg에 분포하여 액비에 따라 매운맛이 영향을 주는 것으로 나타나(Table 10) 선행연구와 직접 비교하기에는 조건의 차이가 있었다. 일반적으로 우리나라의 지역 간의 환경차이는 온도, 광량, 토양환경 등이다. 따라서 본 연구의 비료처리에 따른 기능성 물질향상 효과, 지역 간의 기능성 물질 차이가 있는 것으로 보아 환

경에 따라 기능성 물질함량의 차이가 있음을 확인하였다.

선행연구에서 Bahorun 등(2004)이 각종 채소에 대해 polyphenol 함량을 측정된 결과, 양파는 1.01, 브로콜리는 0.82, 토마토는 0.35, 당근은 0.13, 양배추는 0.13 mg/g (생시료)이었다. Kim 등(2009)은 시중에서 유통되고 있는 과일 및 채소류 29종에 대한 polyphenol 함량을 측정한 결과, 생강은 0.70, 체리는 0.95, 자두는 1.06 mg GAE/g (생시료)의 총 polyphenol 함량을 가진 것으로 보고하였다. polyphenol 선행연구의 sweet pepper에서 총 polyphenol 함량이 323-852 mg/100 g 수준이었다(Howard et al., 1994). 본 연구의 polyphenol 함량은 대조구 247 mg에 비하여 P12 처리구는 315 mg으로 27% 정도 높게 나타나 유의성을 보였다. 선행연구의 sweet pepper는 본 연구의 결과보다 높게 나타났고, 다른 작물은 상당히 낮게 나타나 고추의 높은 항산화물질이 확인하였다(Table 10). 토마토의 항산화물질 차이는 유기농업이 관행농업보다 비타민 C는 약 20%, 총 페놀함량은 28% 높았으나, 라이코핀 함량은 유의성은 없었다(Borguini et al., 2013). 또한, 유기농업과 관행농업의 시스템차이는 폴리페놀, 총 페놀은 차이가 없었고, 플라보노이드는 유기농에서 15% 높았으며, 표준형과 체리형의 차이는 폴리페놀은 표준형이 높았고 플라보노이드는 체리형이 높다고 보고하였다(Hallmann, 2011). 게다가 플라보노이드는 2008년 시험에서는 유기농이 높게 나타났으나 2009년에는 관행농이 높게 나타났다고 보고하였다(Hallmann, 2011). 따라서 기능성 물질의 연구결과는 유기농과 관행농업, 그 해의 기상조건, 품종에 따라 물질차이가 다르게 나타났음을 알 수 있었다(Hallmann, 2011; Borguini et al., 2013). 즉, 선행연구에서도 유기농업과 관행농업의 환경의 차이에 따라 기능성 물질이 차이가 있다는 것을 반증하는 것으로 판단되었다. 그 동안 선행연구의 환경차이는 대부분 광환경이고 본 연구의 비료효과는 토양환경에 따라서도 기능성 물질의 효과가 있음이 밝혀진 것으로 생각되었다. 선행연구와 같이 유기농 항산화물질은 식물의 2차 대사산물로서 기상적인 환경, 토양환경, 품종에 따라 다르게 반응하는 것으로 판단되었다. 즉, 기상환경은 온도, 습도에 따라 다르고, 토양환경은 토성, 비료성분에 따라 상당히 민감하게 작용하는 것으로서, 종합적 환경조건에 대하여 앞으로 보다 정밀한 연구가 필요하다고 생각되었다.

IV. 적 요

본 연구는 고추의 항산화 물질향상을 위한 유기농자재의 적정 농도를 구명하고자 대조, P2: 고추, P3: 산야초, P4: 고추+산야초, P5: 약초, P6: 해초, P7-8: 고추+산야초, 약초, 해초의 혼합액비(P7 5%, P8 2.5%), P9: P7처리구+인삼+감태, P10: P7처리구+멸치+어분, P11: P7처리구+인삼+감태+당밀, P12: P7처리구+스테비아, P13: 7처리구+함초, P14: 인삼, P15: 감태 등 15처리하였다. 시험재료는 고추 ‘슈퍼마니파’ 품종을 이용하여 완주군에 있는 원예특작

과학원 시험포장에서 3월 25일 파종하였고 6월 15일에 비가림하우스에 정식하였다. 농자재 처리에 따른 영양성분 분석은 9월 상순에 적색고추를 수확하여 분석하였다. 유기농자재 액비처리별 베타카로틴은 P3 산야초, P4 고추+산야초, P12 (P7+스테비아) 처리구에서 높았고, 비타민 C는 P14 인삼 처리구에서 높았고, 플라보노이드, 폴리페놀은 P12 처리구에서 높았으며 캡사이신은 처리 간에 큰 차이가 나타나지 않았다. 따라서 베타카로틴, 플라보노이드, 폴리페놀 등 전체적인 항산화 물질함량이 높은 P12 (총 혼합액비+스테비아) 처리구를 적정한 항산화물질 액비로 선발하였다. 액비처리별 고추 생육특성은 초장에서 P14 인삼, P15 감태처리구에서만 작았고, 나머지 처리구에서는 큰 차이가 나타나지 않았으며, 엽장, 엽폭 등에서는 차이가 나타나지 않았다. 한편, 액비처리별 과실특성은 홍과, 청과 모든 처리구에서 과장, 과폭, 중량 면에서 차이가 나타나지 않았다. 따라서 유기농자재 액비에 따른 고추 영양성분과 항산화 물질향상에 영향을 미치는 것을 확인하였고, 앞으로 온도, 수분, 광합성 등 환경조건의 연구가 필요하다고 생각되었다.

[Submitted, August. 26, 2019 ; Revised, November. 12, 2019 ; Accepted, August. 11, 2020]

References

1. Bahorun, T., A. Luximon-Ramma, A. Crozier, and O. Aruoma. 2004. Total phenol, flavonoid, proanthocyanidin and vitamin C levels and antioxidant activities of Mauritian vegetables. *J. Sci. Food Agr.* 84: 1553-1561.
2. Chai, J., M. Kim, I. Han, S. Lee, and I. Yeo. 1994. Relationships between the content and sensory evaluation of pungent principles in red pepper. *J. Korean Soc. Anal. Sci.* 7: 541-545.
3. Chiang, G. H. 1986. HPLC analysis of capsaicins and simultaneous determination capsaicins and piperine by HPLC-ECD and UV. *J. Food Sci.* 51: 499-503.
4. Cho, Y. S. 2012. *JaDam Organic farming.* pp. 269-295.
5. Choi, O. S. and B. S. Ha. 1994. Changes in volatile components and capsaicin of oleoresin red pepper during cooking. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 23(2): 232-237.
6. Choi, S. H. 2006. Ascorbic acid of Korean pepper by cultivating season, region and cooking method. *J. East Asian Soc. Dietary Life* 16: 578-584.
7. Choi, S. M., Y. S. Jeon, and K. Y. Park. 2000. Comparison of quality of red pepper powders produced in Korea. *Korean J. Food Sci. Technol.* 32: 1251-1257.

8. Gang, H. M., H. S. Park, K. R. Kwon, and T. J. Rhim. 2008. A study on the comparison of antioxidant effects between hot pepper extract and capsaicin. *J. Pharmacopuncture* 11(1): 109-118.
9. Gropper, S. S., J. L. Smith, and J. L. Groff. 2009. *Advanced Nutrition and Human Metabolism*. Nelson Education, Ltd., Toronto, Canada.
10. Han, H. M. 2009. Change of antioxidant activity of wheat flour dough with the addition of phenolic compounds at the different baking process. MS thesis, Kemyung University, Daegu, Korea.
11. Howard, L. R., R. T. Smith, A. B. Wagner, B. Villalon, and E. E. Burns. 1994. Provitamin A and ascorbic acid content of fresh pepper cultivars (*Capsicum annuum* L.) and processed jalapeños. *J. Food Sci.* 59: 362-365.
12. Kawada, T., T. Watanabe, K. Katsura, H. Takami, and K. Iwai. 1985. Formation and metabolism of pungent principle of capsicum fruits. XV. Microdetermination of capsaicin by high-performance liquid chromatography with electrochemical detection. *J. Chromatogr.* 329: 99-105.
13. Kim, C. H., S. H. Ryu, M. J. Lee, J. W. Baek, H. C. Hwang, and G. S. Moon. 2004. Characteristics of red pepper (*Capsicum annuum* L.) powder using N₂-circulated low temperature drying method. *Korean J. Food Sci. Technol.* 36: 25-31.
14. Kim, J. Y., C. R. Lee, K. H. Cho, J. H. Lee, and K. T. Lee. 2009. Antioxidative and Lp-PLA2 inhibitory activities in 29 fruits and vegetables. *Korea J. Food Preserv.* 16(4): 512-517.
15. Kim, S., J. H. Park, and I. K. Wang. 2002. Quality attributes of various varieties of Korean red pepper powders (*Capsicum annuum* L.) and color stability during sunlight exposure. *J. Food Sci.* 67: 2957-2961.
16. Nam, C. W., Y. A. Jang, Y. S. Cho, C. S. Choi, S. W. An, H. Chun, and S. G. Lee. 2015. Response of damage as affected by spray part and treatment concentration of agricultural materials of organic farming in tomato. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 33: 147.
17. Park, J. S., M. H. Kim, and R. N. Yu. 1999. Approximate amounts of capsaicin intakes determined from capsaicin contents in powdered soups of Korean instant noodles and hot peppers. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 28: 501-504.
18. Park, S. H., H. J. Koo, H. S. Lim, J. H. Yoo, S. Y. Hwang, E. H. Shin, Y. H. Park, J. H. Lee, and J. S. Cho. 2003. The physicochemical change during storage of red pepper powder dried in hot-air by various processing methods. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 32: 876-881.
19. R.D.A. 2015. A strategy for domestic agricultural development in preparation for the full

- open aga, including the Korea-China FTA (kor). pp. 1-72.
20. Sakihama, Y., M. F. Cohen, S. C. Grace, and H. Yamasaki. 2002. Plant phenolic antioxidant and prooxidant activities: phenolics-induced oxidative damage mediated by metals in plants. *Toxicology* 177: 67-80.
 21. Scalbert, A., I. T. Johnson, and M. Saltmarsh. 2005. Polyphenols: antioxidants and beyond. *Am J Clin Nutr* 81: 215S-217S.
 22. Shin, H. H. and S. R. Lee. 1991. Quality attributes of Korean red pepper according to cultivars and growing areas. *Korean J. Food Sci. Technol.* 23: 296-300.
 23. Topuz, A. and F. Ozdemir. 2007. Assessment of carotenoids, capsaicinoids and ascorbic acid composition of some selected pepper cultivars (*Capsicum annuum* L.) grown in Turkey. *J. Food Compos. Anal.* 20: 596-602.
 24. Topuz, A., C. Dincer, K. S. Ozdemir, H. Feng, and M. Kushad. 2011. Influence of different drying methods on carotenoids and capsaicinoids of paprika (Cv., Jalapeno). *Food Chem.* 129: 860-865.
 25. Vega-G lvez. A., K. D. Scala, K. Rodr Guez, R. Lemus-Mondaca, M. Miranda, J. L. pez, and M. Perez-Won. 2009. Effect of air-drying temperature on physico-chemical properties, antioxidant capacity, colour and total phenolic content of red pepper (*Capsicum annuum* L. var. Hungarian). *Food Chem.* 117: 647-653.
 26. Zhang, W. Y. and A. Li Wan Po. 1994. The effectiveness of topically applied capsaicin. *Eur. J. Clin. Pharmacol.* 46: 517-522.