

유기 및 일반재배에 따른 당근의 품질비교

이 진 · 장민선 · 김건희*
덕성여자대학교 건강기능신소재학과

Quality Characteristics and Antioxidant Activities of Organically and Conventionally Grown Carrot

Jin Lee, Min-Sun Chang, Gun-Hee Kim*
Department of Health Functional Materials, Duksung Women's University

Abstract

Demand for organic agriculture has greatly increased in the past decade. The objective of this study was to evaluate quality the characteristics and antioxidant activities of organically and conventionally grown carrots. Organically and conventionally grown carrots were harvested in Jeju Island, Korea. Carrot extracts were investigated for their antioxidative components (total phenolic and flavonoid contents) and their antioxidant activities (DPPH and ABTS radical scavenging activities). The quality characteristics of carrots were estimated in terms of hardness, length, weight, moisture contents, and soluble solid content (SSC). Conventionally grown carrots showed higher values than organic carrot in terms of hardness ($p < 0.05$), but there was no significant difference in moisture contents or SSC. In the case of antioxidant activity, organic carrots showed a higher value for DPPH radical scavenging activity ($p < 0.05$). However, there was no significant difference in other antioxidants. Consequently, quality characteristics and antioxidant activities were different between organically and conventionally grown carrots.

Key Words: Carrot, organic, conventional, quality, antioxidant activity

I. 서 론

최근 우리나라 국민들은 식품의 안전성을 최우선적으로 요구하고 있으며 환경보존에 대한 관심이 매우 높게 나타나고 있다(Kim 2011). 과거와는 달리 이제는 식생활도 양적 팽창보다는 질적 성장을 추구하고 동시에 점진적으로 유기농산물에 대한 인식이 새로워지고 있는 실정이다. 소비자들은 유기재배 농가에서 환경 친화적인 농법으로 더 나은 농산물을 생산한다고 믿고 있기 때문에 유기농 식품을 구매한다고 한다(Saba et al. 2003; Lockie et al. 2006). 따라서 유기농산물의 생산은 제품의 상대 우위 확보 및 판매력과 동시에 순이익 증대로 이어지고 있다. 하지만 가장 큰 문제점은 정확한 분석 및 판별법이 확립되어 있지 못하다는 것이다. 또한 유기농 식품의 잔류 농약이 적다는 보고들은 많으나(Lu et al. 2006) 유기농 식품들이 일반 재배 식품들에 비해 영양학적으로 우수하다는 연구보고는 적다(Benbrook et al. 2008; Cha et al. 2009; Lee et al. 2010; Reganold et al. 2010).

당근은 우수한 비타민 A의 공급원으로 우리나라 사람들이

많이 먹는 대표적인 채소 중 하나이다(Lee et al. 2011). 또한 재배가 쉽고 단위 면적 당 수확량이 많아 생식은 물론 가공용으로도 높이 평가받고 있다. 당근에는 provitamin A의 전구물질인 β -carotene이 많이 함유되어 있어 항산화 기능, 노화방지 및 암 발생이나 암세포 증식의 억제효과 등이 보고된 바 있다(Diplock 1991). 근래에는 당근의 연중 생산도 하고 있어 생산량은 점차 증가하는 추세이다(Lee et al. 2011).

본 연구에서는 유기 및 일반재배에 따른 일반품질특성, 항산화활성 분석을 통해 재배 조건에 따른 품질을 비교하고자 하였다. 일반품질 특성으로는 수분, 색도, 경도를 측정하였고, 항산화활성 분석에서는 DPPH, ABTS 라디칼 소거능, 총 페놀 함량, 총 플라보노이드 함량을 비교하였다.

II. 연구 내용 및 방법

1. 재료

본 실험에 사용된 유기 재배 당근은 제주 농가에서 재배

*Corresponding author: Gun-Hee Kim, Department of Food and Nutrition, Duksung Women's University, 33 Samyang-ro 144-gil, Dobong-gu, Seoul, Korea
Tel: 82-2-901-8496 Fax: 82-2-901-8474 E-mail: ghkim@duksung.ac.kr

하여 2015년 4월에 수확하였으며, 일반 재배 당근은 시료 간 차이를 줄이기 위해 동일 지역의 인근 농가에서 재배된 당근을 사용하였다. 유기 재배 당근은 화학비료나 농약을 사용하지 않고 재배한 것을 선정하였으며 수확 직후 외관 상태와 모양이 전체적으로 균일한 것을 선별하여 즉시 실험실로 운반 후 시료로 사용하였다.

2. 일반품질특성

중량은 전자저울(SARTORIUS AG, CP3202S, Germany)을 사용하여 측정하였고 길이는 digital caliper (BLUEBIRD, NA500-300S, Korea)를 사용하여 측정하였다.

수분 함량은 수분측정기(FD-720, KETT Electric Laboratory, Japan)를 이용하여 무작위로 고른 당근 중에 4 g 취하여 각 시료군별로 10반복을 측정하였다. 가용성 고형분 함량은 당근을 분쇄기로 마쇄하고 거즈로 착즙한 후 그 여과액을 취하여 디지털 당도계(HI-96801, HANNA instruments, Romania)를 사용하여 20회 측정하였다.

표면색은 표준백판(L=97.40, a=0.49, b=1.96)으로 보정된 색도계 (CR-400, Konica Minolta Sensing Inc., Japan)를 사용하여 측정하였으며, Hunter 색차계인 L, a 및 b값을 측정하였다.

유기 및 일반재배에 따른 당근의 경도측정은 직경 5 mm의 원형 probe가 부착된 texture analyser (LLOYD Instrument, Ametek, Inc, UK)를 이용하여 depression limit 10 mm, test speed 50 mm/min, trigger 0.5 N의 조건에서 측정하였다. 경도의 측정은 당근 윗 부분에서 5 cm지점을 측정하였다.

3. DPPH 라디칼 소거능

각 추출물의 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) 라디칼 소거능은 Blois 등(Blois 1958)의 방법을 약간 변형하여 분석하였다. 농도별 시료에 0.2 mM DPPH (Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA) 용액을 동일 비율로 가하여 잘 혼합하고, 암소에서 25분간 방치한 후 515 nm에서 흡광도를 측정하였다. 결과 값은 시료를 첨가하지 않은 대조군과 비교하여 라디칼의 소거활성으로 나타내었다. DPPH 라디칼 소거활성 실험은 3회 반복 수행하여 평균값을 제시하였으며 계산식은 다음과 같다.

$$\% \text{ DPPH} = (A - B) / A \times 100$$

A: Absorbance of the control

B: Absorbance of the sample

4. ABTS 라디칼 소거능

ABTS 라디칼 소거능 2,2'-azino-bis (3-ethylbenzthiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS)와 potassium persulfate을 혼합하여 암소에 두면 ABTS 양이온이 생성되는데 추출물의 항산화 물질과 반응하여 양이온이 소거됨으로써 특유의 청록색이 탈

색되며 이의 흡광도를 측정하여 항산화 능력을 측정할 수 있다(Re et al. 1999). 7.4 mM ABTS 용액과 2.6 mM 과황산 칼륨을 혼합하여 암소에서 약 24시간 반응시킨 후 732 nm에서 흡광도가 0.7 ± 0.03 가 되도록 phosphate buffer saline (pH 7.4)으로 희석하여 사용하였다. 희석한 용액 950 μ L에 농도별로 조제한 시료 50 μ L를 첨가하여 잘 혼합하고 실온에 10분간 방치한 다음 732 nm에서 흡광도를 측정하였다. 결과 값은 시료를 첨가하지 않은 대조군과 비교하여 라디칼의 소거활성으로 나타냈다.

5. 총 페놀 함량 측정

총 페놀 함량은 Florence 등의 방법(Florence et al. 1992)에 따라 각 추출물을 70 μ L에 Folin & Ciocalteu's phenol reagent 70 μ L을 가하고 혼합한 다음 실온에서 3분간 정치한 후 2% Na_2CO_3 70 μ L을 가하고 실온에서 1시간 동안 반응시킨 뒤 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. 추출물은 당근을 착즙한 뒤 얻어진 상층액을 취하여 에탄올과 1:1로 혼합한 후 원심분리를 하여 사용하였다. 표준물질로는 gallic acid (Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA)를 사용하여 시료와 동일한 방법으로 분석하여 얻은 검량선으로부터 총 페놀 함량을 산출하였다. 실험은 3회 반복 수행하여 평균값을 제시하였다.

6. 총 플라보노이드 함량 측정

총 플라보노이드 함량은 Quettier 등의 방법(Quettier et al. 2000)을 이용하여 측정하였고, 각각의 시료용액 50 μ L에 2% aluminium chloride 150 μ L을 혼합한 뒤 실온에서 15분간 반응시킨 후 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로 quercetin (Sigma Co., St. Louis, MO, USA)을 사용하였으며, 시료와 동일한 방법으로 분석하여 얻은 검량선으로부터 총 플라보노이드 함량을 산출하였다. 실험은 3회 반복 수행하여 평균값을 제시하였다.

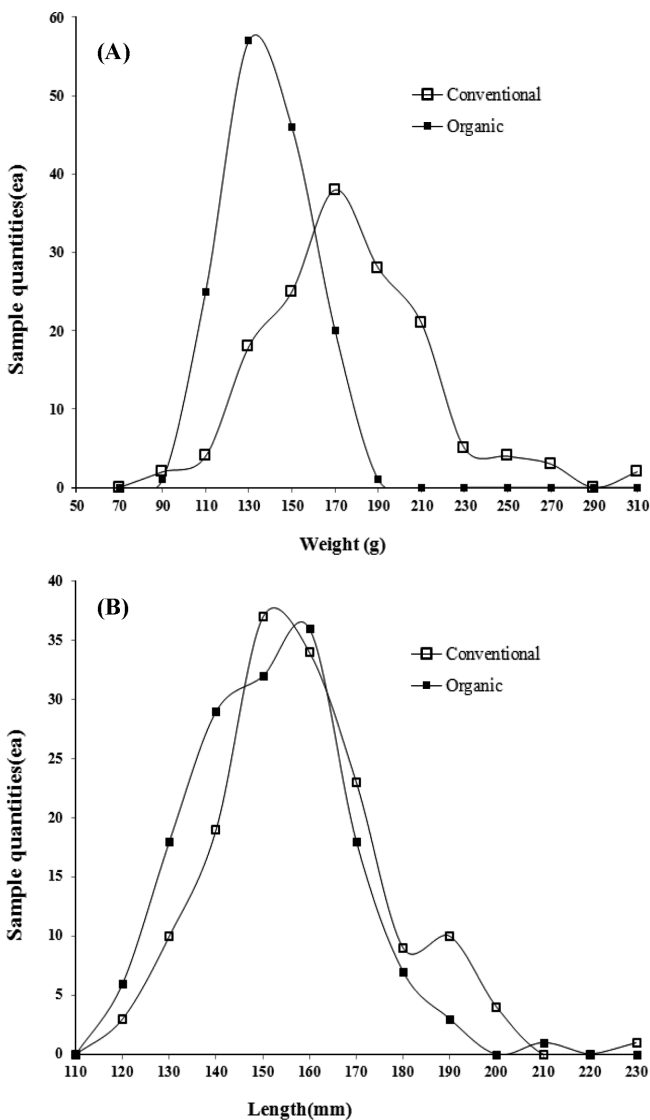
7. 통계분석

본 실험연구에서 얻어진 모든 측정치는 평균값과 표준편차로 나타내었고, 각 평균치간 차이에 대한 유의성은 SPSS program (ver. 19.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 ANOVA를 실시하고, Duncan's multiple range test로 각 군의 평균 차이에 대한 사후 검정을 하였으며, 통계적 유의성을 5% 수준에서 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 일반품질특성

일반 및 유기 재배에 따른 무게 및 길이 결과는 <Figure 1>과 같으며 무게의 경우 일반 재배 당근이 유기 재배 당근에 비해 전반적으로 무거운 것으로 나타났다. 유기 재배 당



<Figure 1> Comparison of conventional and organic grown carrot's weight (A) and length (B).

근의 무게를 보면 110~170 g에 해당하는 당근이 가장 많은 것으로 나타났으며 일반 재배 당근은 150~210 g에서 가장 많았다. 길이 차이를 보면 일반 및 유기 재배 당근에서는 큰 차이를 보이지 않았다. 두 재배 당근 모두 140~170 g에 해당하는 샘플이 가장 많았다. 국립농산물품질관리원의 농산물 표준 규격정보에 따르면 당근의 무게가 250 g 이상인 경우 2L, 200~250 g인 경우 L, 150~200 g인 경우 M, 100~150 g인 경우를 S로 구분하고 있다. 따라서 본 실험에 사용된 당근의 무게는 유기 당근이 S, 일반 당근은 M에 해당한다고 볼 수 있다.

색도결과는 <Table 1>에 나타내었으며 일반 재배 당근의 L값이 유기 재배 당근에 비해 다소 높았으며 유의적으로 차이가 있었다($p < 0.05$). a, b값에서는 유의적 차이를 나타내지 않았다. 당근의 특이색인 적색에 해당하는 a값에 유의적 차

<Table 1> The color of conventional and organic grown carrot

Quality characteristic		Conventional	Organic
Color	L	41.66±3.35*	41.12±4.09
	a	17.62±3.20	17.32±3.92
	b	19.15±2.04	19.35±2.64

* $p < 0.05$: Significantly different before and after by paired *t*-test

<Table 2> The hardness, SSC and moisture contents of conventional and organic grown carrot

Quality characteristics	Conventional	Organic
Hardness (N)	89.61±15.79*	74.49±14.33
Soluble solid content (°Brix)	8.88±0.93	8.92±1.08
Moisture contents (%)	89.74±1.20	89.47±1.02

* $p < 0.05$: Significantly different before and after by paired *t*-test

이가 없는 것으로 보아 유기 재배 당근과 일반 재배 당근의 색상 차이가 크게 나지 않는다고 볼 수 있다.

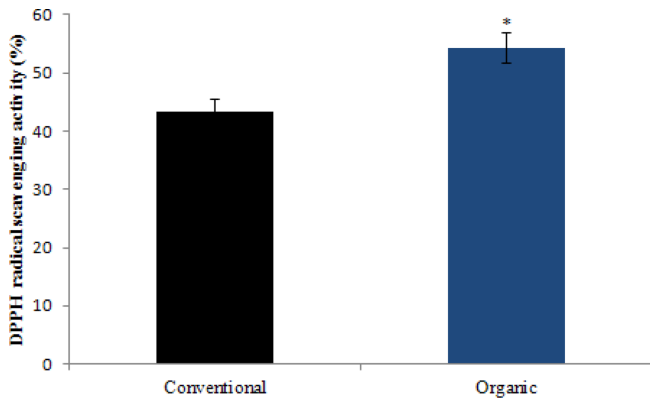
경도, 가용성 고형분 함량, 수분함량의 차이는 <Table 2>와 같다. 경도의 경우 일반 재배 당근은 유기 재배 당근에 비해 높은 값을 나타내었으며 유의적으로 차이가 있는 것으로 나타났다($p < 0.05$). 가용성 고형분과 수분 함량의 경우 두 당근 모두 유의적 차이를 보이지 않았다. 이를 통해 일반품질 특성에서 일반 당근이 유기 재배 당근에 비해 크기와 무게에서 유의적 차이가 있는 것으로 조사되었다.

2. DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능

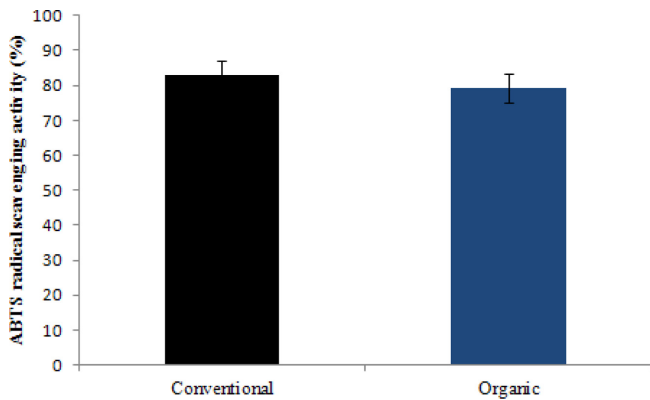
DPPH 라디칼 및 ABTS 양이온 소거능은 페놀성 물질 함량이 높을수록 소거활성이 증가되며 DPPH 라디칼 소거활성과 ABTS 양이온 소거활성은 유의적인 상관관계를 갖는 것으로 알려져 있다(Jeong et al. 2007). 또한, 대부분의 페놀성 물질이 라디칼을 효과적으로 제거하지만, 라디칼의 기질에 따라 선택적으로 작용하는 페놀성 물질이 존재하기 때문에 본 연구에서는 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거활성 모두를 측정하여 항산화 활성을 평가하였다.

DPPH 라디칼 소거활성을 측정한 결과는 <Figure 2>와 같으며, 일반 당근에서는 42.27%, 유기 당근에서는 54.23%의 소거 활성이 나타났고 DPPH 라디칼 소거활성의 유의차를 확인할 수 있었다($p < 0.05$). Kim et al.(2014)에 따르면 케일 착즙액의 항산화 효과에서 유기농 케일 착즙액은 DPPH 소거능이 51.5%로 일반농 케일 착즙액의 46.8%보다 우수한 것으로 나타났음을 보고하였다. 이는 본 실험 결과와 유사한 경향으로 일반 재배와 유기 재배 환경에 따라 생리활성에 차이가 있음을 확인할 수 있는 결과라 판단된다.

Potassium persulfate와 반응하여 형성된 청록색의 ABTS 라디칼 cation이 추출용액의 항산화 물질에 의하여 소거되어 탈색되는 원리를 이용하여 ABTS 라디칼 소거활성을 측정한다



<Figure 2> DPPH radical scavenging activities of carrot extracts from conventional and organic grown. Results are presented as the mean±SD of 3 independent experiments in triplicate.



<Figure 3> ABTS radical scavenging activities of carrot extracts from conventional and organic grown. Results are presented as the mean±SD of 3 independent experiments in triplicate.

결과<Figure 3>, 일반 재배 당근 추출물에서는 82.51%, 유기 당근 추출물에서는 79.04%의 소거 활성을 나타냈으며 ABTS 라디칼 소거활성의 유의차 ($p<0.05$)를 확인할 수 있었다.

3. 총 페놀 및 플라보노이드 함량

페놀은 식물성 식품 속에 함유되어 있는 생리활성 물질 중 가장 많은 비중을 차지하고 있으며 높은 항산화 활성을 가지는 것으로 알려져 있다. 플라보노이드는 식물에 의해 합성된 폴리페놀의 가장 큰 부류이며 효과적인 free radical scavenger로서 항산화 효과를 가진다(Beecher 2003). 일반 재배의 총 플라보노이드 함량은 6.05 $\mu\text{g/mL}$ 이며 유기 재배의 경우 6.71 $\mu\text{g/mL}$ 로 나타나 유의적 차이는 없었다 (Table 3). 총 페놀 함량의 경우 일반 재배는 18.47 $\mu\text{g/mL}$, 유기 재배는 22.41 $\mu\text{g/mL}$ 로 유기 재배가 더 높았으며 유의 차이를 확인할 수 있었다($p<0.05$). 본 실험에서는 일반 당근과 유기 재배 당근의 유의 차이가 나타나지 않았기 때문에 향후 항

<Table 3> The total flavonoid and total phenol contents of carrot extracts from conventional and organic grown carrot

Antioxidant contents ($\mu\text{g/mL}$)	Farming system	
	Conventional	Organic
Total flavonoid contents ($\mu\text{g/mL}$)	6.05±0.99	6.71±0.57
Total phenol contents ($\mu\text{g/mL}$)	18.47±3.44	22.41±1.58*

* $p<0.05$: Significantly different before and after by paired t-test

산화 성분을 조사하기 위해서 다양한 항산화 측정법을 사용하여 유기 및 일반재배에 따른 품질과 항산화 차이를 구명할 필요가 있다고 판단된다.

IV. 요약 및 결론

본 연구는 제주 지역에서 자생하는 당근을 추출하여 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능, 총 페놀과 총 플라보노이드 함량을 분석하여 항산화능을 분석하였다. 또한 일반품질특성으로 중량, 길이, 수분, 경도, 가용성 고형분 함량 비교를 통해 일반 재배와 유기 재배 당근의 차이를 조사하였다. 일반 재배의 경우 길이와 무게, 경도에서 유의적 차이를 보였지만 그 외의 일반 품질에서는 유의적 차이를 나타내지 않았다. 항산화 활성에서는 유기 재배 당근의 총 페놀 함량과 DPPH 라디칼 소거능이 일반 재배와 비교하여 유의적으로 차이가 있음을 확인할 수 있었다. 또한 일반 재배 당근에서는 ABTS 양이온 소거능이 유기 재배 당근에 비해 높게 나타났다. 유기 및 일반 재배 당근의 일반 품질에서는 큰 차이를 보이지 않았지만 항산화 활성에서 차이가 있는 것으로 보아 일반 및 유기재배에 따른 차이 구명을 위해서는 추후 연구가 필요하다고 사료된다.

감사의 글

본 연구는 농림수산물부 농림기술개발사업의 연구비 지원(313030-03-2-HD040)을 받아 수행된 연구로 이에 감사드립니다.

References

- Barbarika, A., Colacicco, D., W. J. Bellows. 1980. The value and use of organic wastes. Maryland Agri-Economics, May 1980. Cooperative Extension Service, Univeristy of Maryland, College Park, Maryland, USA
- Beecher GR. 2003. Overview of dietary flavonoids: nomenclature, occurrence and intake. J. Nutr., 133:3248S-3254S
- Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. Nature, 181:1198-1200
- Cha KH, Oh HJ, Park HG, An KN, Jung WJ. 2009. Comparision

- of yield and quality between organic cultivation and conventional cultivation in rice (*Oryza sativa* L.) field. In: Proceeding of the 2009 Korean Association of Organic Agriculture, Uljin, Korea. pp. 283-284
- Diplock, A.T. 1991. Antioxidant nutrients and disease prevention: an overview. *Am. J. Clin. Nutr.* 53:189-193
- Florence CRF, Pascale MG, Jacques JN. 1992. Cysteine as an inhibitor of enzymatic browning. 2 Kinetic studies. *J. Agric. Food Chem.*, 40:2108-2113
- Jeong JA, Kwon SH, Lee CH. 2007. Screening for antioxidative activities of extracts from aerial and underground parts of some edible and medicinal ferns. *Korean J. Plant Res.*, 20:185-192
- Kim BS. 2011. Selection of desirable cultivar for organic cultivation of carrot. *Res. Plant Dis.*, 17(1):95-98
- Kim JD, Lee OK, Lee JS, Park KY. 2014. Antioxidative effects of common and organic kale juices. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 43(5):668~674
- Lee JE, Yeoung YR, Kwon SB, Kim BS. 2011. Screening of seed treatment agents against leaf blight and black root rot for carrot organic cultivation. *Res. Plant Dis.*, 17(2):148-154
- Lee YS, Seo HY, Kim GD, Moon HH, Lee YH, Choi KJ, Lee Y, Park JH, Kang JH. 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
- Lockie S., Halpin D., D. Pearson. 2006. Understanding the market for organic food. In: Kristiansen P., Taji A., J. Reganold, editors. *Organic Agriculture: A Global Perspective*. Collingwood: CSIRO Publishing, pp 245-258
- Park YB, Kim YD, Moon JS. 2002. Evaluation of commercial varieties of carrot in Jeju island. *Prot. Hortic. & Plant Fact.*, 11(3):144-148
- Quettier DC, Gressier B, Vasseur J, Dine T, Brunet C, Luyckx MC, Cayin JC, Bailleul F, Trotin F. 2000. Phenolic compounds and antioxidant activities of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) hulls and flour. *J. Ethnopharmacol.*, 72(1):35-42
- Reganold JP, Andrews PK, Reeve JR, Carpenter-Boggs L, Schadt CW, Alldredge JR, Ross CF, Davies NM, Zhou J. 2010. Fruit and soil quality of organic and conventional strawberry agroecosystems. *PLoS One*, 5:e12346 (doi:10.1371/journal.pone.0012346)
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Bio. Med.*, 26:1231-1237
- Saba, A. and F. Messina. 2003. Attitudes towards organic foods and risk/benefit perception associated with pesticides. *Food Qual. Prefer.*, 14:637-645
- Suh JH, Paek OJ, Kang YW, Ahn JE, Yun J, Oh KS, An YS, Park SH, Lee SJ. 2013. Study on the Antioxidant Activity in the Various Vegetables. *J. Food Hyg. Safety*, 28:337-341

Received September 2, 2015; revised October 21, 2015; revised November 23; accepted December 1, 2015