

## 유기농 및 일반재배 시금치의 이화학적 특성 및 항산화 활성

이신영 · 장민선 · 김건희\*  
덕성여자대학교 건강기능신소재학과

### Antioxidant Activities and Quality Characteristics of Organic and Conventional Spinach (*Spinacia oleracea*)

Shin-Young Lee, Min-Sun Jang, Gun-Hee Kim\*  
Department of Health Functional Materials, DukSung Women's University, Korea

#### Abstract

Consumers have recently shown great interest in organic foods since they are considered to have higher antioxidant activity compared to conventionally farmed foods. The purpose of this study was to evaluate the general characteristics of organic and conventional spinach, such as length, weight, color, moisture contents, and antioxidant capacity based on ABTS radical scavenging activity, total phenol, and flavonoid contents. Spinach that was used in this study was grown conventionally and organically in Po-Hang, Korea. As the results, conventional spinach showed higher values for length, weight ( $p < 0.001$ ), and moisture content ( $p < 0.05$ ). For antioxidant capacity, organically grown spinach showed higher antioxidant activity than the conventional group based on total phenol and flavonoid contents, but only total flavonoid content was significantly different ( $p < 0.05$ ). For ABTS radical scavenging activity, the conventional group showed a slightly higher capacity, but the difference was not significant. Thus, the organic farming system in spinach showed similar or slightly higher antioxidant activities.

Key Words: Spinach, quality, organic, conventional, antioxidant

### 1. 서 론

현대 우리의 농업은 기계화와 기술의 발전으로 생산량이 크게 증가하였으나, 농약과 화학비료의 지나친 사용으로 환경오염과 재배 작물들의 안전성에 대한 의문이 끊임없이 나오고 있다(Jung et al. 2014). 우리나라의 경제가 발전함에 따라 소비자들의 건강에 대한 관심이 증가하면서 안전한 유기농 작물들의 대한 수요가 꾸준히 증가하고 있다. 이러한 이유로 농업방식도 화학비료를 이용한 전통적 재배 방식에서 친환경적인 유기농 방식으로 변경되어가고 있으며 정부에서는 1997년 친환경농업육성법의 제정을 통해 농업의 환경보전기능을 증대시키고, 농업으로 인한 환경오염을 줄이고자 하였다(Korea's law. Environmentally-friendly agriculture promotion act. Available from: [www.law.go.kr/](http://www.law.go.kr/), [accessed 2015.07.27.]). 이후부터 친환경농업의 육성, 유통 관리, 인증제도 등을 시행하고 있으며, 유기농산물 시장규모는 2011년 3,000억 원에 달하며, 2020년에는 1조 4,296억 원에 달할 것으로 예측되고 있다(Seo et al. 2015). 앞선 연구에서 친환경

농산물에 대한 소비자 만족도를 조사한 결과 안전성, 신선도, 영양 등의 항목에서 높은 만족도를 보인 것과 같이(Park & Song 2014) 소비자들의 관심도가 높아지면서 친환경 농산물의 다양한 생리활성 물질과 항산화, 항암, 항염증 등의 건강기능성에 대한 많은 과학적 연구가 진행되고 있다.

유기농 과채류는 화학비료와 농약살포를 금지하고 천연자재에 의한 병해충방제 및 유기질 퇴비와 멀칭에 의해 재배된다. 이에 따라서 유기농은 관행재배와 비교하여 병해충 발생률이 증가하여 환경적 스트레스에 많이 노출되어 우리 몸에 이로운 2차 대사산물(폴리페놀, Vitamin C 등)이 형성될 수 있다(Treutter 2001; Choi et al. 2010). 유기농 복숭아와 서양배에서는 유기재배 한 과실에서 관행재배보다 높은 폴리페놀 함량과 항산화활성이 나타났으며(Carbonaro et al. 2002), 일반 재배와 유기농 재배 열무를 이용한 열무김치의 총 폴리페놀과 총 플라보노이드의 함량은 유기농 열무김치의 경우 일반 열무김치에 비해 약 1.5~3배가 높은 수준으로 나타났었다(Jung et al. 2014). 하지만 일부 학자들은 이러한 결과가 일관성이 있는 것이 아니라고 보고하였다(Rosen &

\*Corresponding author: Gun-Hee Kim, Department of Food and Nutrition, Duksung 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

Allan 2007). Lombardi-Boccia et al.(2004)은 유기재배 한 자두에서 관행재배 한 과실보다 플라보노이드와 여러 가지 비타민 농도가 높았으나 페놀화합물과 quercetin의 농도가 낮았다고 보고하였다(Choi et al. 2010). 따라서 재배 방법에 따른 생리활성물질 생성 차이에 대한 지속적인 연구가 필요하다.

한국인의 식생활에 널리 이용되는 채소인 시금치는 품종과 산지, 재배 방법에 따라 그 종류가 매우 다양하고, 맛과 형태에도 차이가 있으며, 우리나라 재래종은 잎사귀가 작고 뿌리 부분의 밑 등이 붉은색이지만 개량종은 잎사귀가 큰 것이 특징이다(Lee 1994; Mun & Lee 1995; Hyun et al. 2000; The Food Material Dictionary Compilation Committee 2001; Lee 2009). 또한 일상생활에서 나물과 국 등의 재료로 많이 사용되고 있다.

따라서 본 연구에서는 유기농으로 재배 한 시금치의 품질과 항산화 능력을 알아보고자 국내에서 채취한 일반 및 유기농재배 시금치의 이화학적 품질특성 및 항산화활성에 대한 차이를 비교 분석하였다.

## II. 연구 내용 및 방법

### 1. 실험재료

본 실험에 사용된 유기농 시금치(*Spinacia oleracea* L.)는 경상북도 포항 지역에서 재배하여 2015년 4월에 수확하였으며, 수확 직후 외관 상태와 모양이 전체적으로 균일한 것을 선별하여 실험실로 옮겨와 시료로 사용하였다. 일반재배 시금치는 시료군의 오차를 줄이고자 유기재배농가와 동일한 지역의 인근 농가에서 수확한 시료를 사용하였다.

### 2. 일반품질특성

중량은 총 시금치 줄기 150개를 electronic scale (CP3202S, Sartorius AG Germany, Germany)을 이용하여 측정하였다. 신장은 총 시금치 150줄기 중 각 줄기의 가장 긴 엽을 선택하여 digital caliper (NA500-300S, Bluebird, Korea)로 측정하였다. 수분 함량은 수분측정기(FD-720, KETT Electric Laboratory, Japan)를 이용하여 일반 재배와 유기농 재배 시료군에서 무작위로 고른 시금치 엽중에 잎과 줄기를 고르게 2 g을 취하여 5반복을 측정하였다. 표면색은 표준백판으로 보정된 chromameter (CR-400, Konica Minolta Sensing Inc., Japan)를 사용하여 측정하였으며, 총 시금치 150줄기 중 각 줄기에서 무작위로 고른 2장의 엽에 대하여 Hunter 색차계인 L, a, 및 b값을 측정하였다.

### 3. 총 페놀 함량 측정

항산화 시험에 사용한 시료의 제조는 시금치를 착즙한 뒤 원심분리를 통하여 얻어진 상층액을 에탄올과 1:1로 섞은 후, 다시 원심분리를 하여 그 상층액을 사용하였다.

시금치의 총 페놀 함량은 Folin-Ciocalteu법(Florence et al. 1992)에 따라 각 추출물을 70  $\mu$ L에 Folin-Ciocalteu reagent 70  $\mu$ L을 가하고 혼합한 다음 실온에서 3분간 정치한 후 2%  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  70  $\mu$ L을 가하고 실온에서 1시간 동안 반응시킨 뒤 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. 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.

### 4. 총 플라보노이드 함량 측정

총 플라보노이드 함량은 Quettier 방법(Quettier et al. 2000)을 이용하여 측정하였고, 각각의 시료용액 50  $\mu$ L에 MeOH에 녹인 2% aluminium chloride 150  $\mu$ L을 가하고 혼합한 다음 실온에서 15분간 반응시킨 다음 430 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로 quercetin (Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA)을 사용하였으며, 시료와 동일한 방법으로 분석하여 얻은 검량선으로부터 총 플라보노이드 함량을 산출하였다. 실험은 3회 반복 수행하여 평균값을 제시하였다.

### 5. 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 탈색되며 이의 흡광도를 측정하여 항산화 능력을 측정할 수 있다(Re et al. 1999). 7.4 mM ABTS 용액과 2.6 mM potassium persulfate을 혼합하여 암소에서 약 24시간 반응시킨 후 732 nm에서 흡광도가  $0.7 \pm 0.03$ 가 되도록 phosphate buffer saline (pH 7.4)으로 희석하여 사용하였다. 희석한 용액 190  $\mu$ L에 농도별로 조제한 시료 10  $\mu$ L를 첨가하여 잘 혼합하고 실온에 10분간 방치한 다음 732 nm에서 흡광도를 측정하였다.

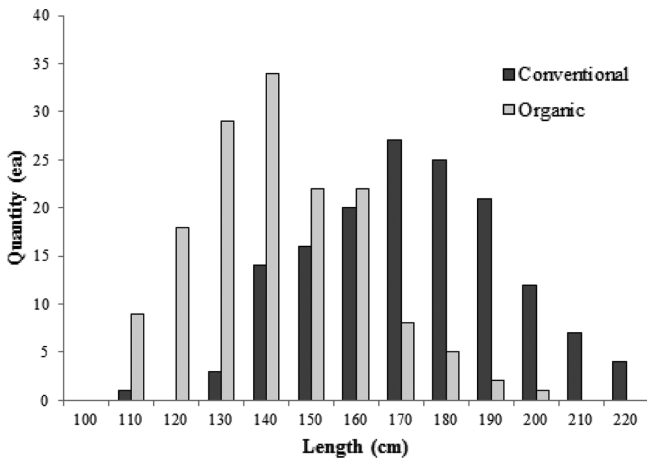
### 6. 통계처리

모든 실험에서 얻어진 결과는 SPSS Software Package (Statistical Package for the Social Science ver 18.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하여 평균과 표준편차를 산출하였으며 처리군 간 차이의 유의성을  $p < 0.05$  수준에서 검정하였다.

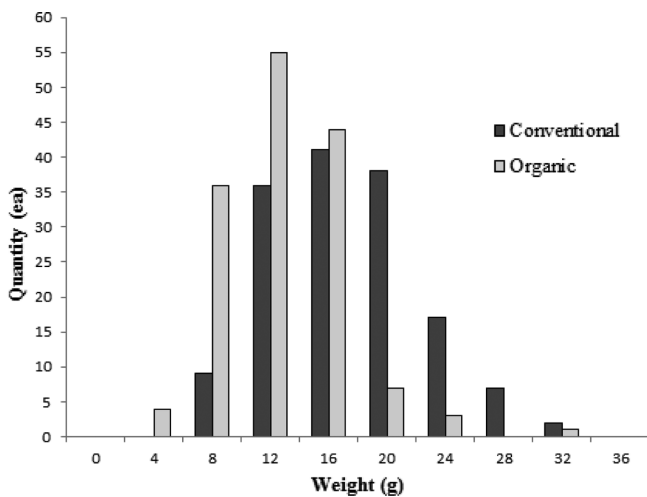
## III. 결과 및 고찰

### 1. 일반품질특성

일반과 유기농법으로 재배한 시금치의 일반품질특성 비교를 위해 각각의 신장, 중량, 수분 함량 그리고 표면색을 측정하였다.



<Figure 1> The comparison of length between conventional and organic spinach.



<Figure 2> The comparison of weight between conventional and organic spinach.

신장의 경우, 유기농 시금치는 130~140 mm 범위에서, 일반 시금치는 160~170 mm 범위에 가장 많은 시료 수가 분포하는 것으로 측정되었다<Figure 1>. 중량의 경우, 유기농 시금치는 8~12 g 범위에서, 일반 시금치는 12~16 g 범위에서 가장 많은 시료 수가 분포하였고<Figure 2>, 신장과 중량 측정치를 t검정으로 비교한 결과(문장 수정), 신장과 중량 모두 유의적인 결과 차이가 나타났다(p<0.001). 따라서 두 시료군의 평가에서는 일반 시금치가 월등히 큰 것으로 조사되었다.

수분 함량 및 표면색 측정 결과는 <Table 1>과 같으며, 수분 함량은 유기농 시금치가 89.32%, 일반 시금치가 91.73%로 농촌진흥청 국립농업과학원의 농식품종합정보시스템 국가표준식품성분표에 나온 생 시금치의 수분함량인 89.4%와 비교했을 때(Korean Standard Food Composition Table Search. Available from: koreanfood.rda.go.kr, [accessed 2015.08.10.]) 일반 시금치는 월등히 높은 수치를 보였다. 두 시료군의 값을 t검정으로 비교한 결과, 일반재배 시금치가 유

<Table 1> The moisture contents and color of conventional and organic spinach

Quality Characteristics	Farming system	
	Conventional	Organic
Moisture contents (%)	91.73±1.07*	89.32±1.79
Hunter Color value	L	34.18±2.54
	a	-9.56±1.62
	b	12.03±2.41

\*p<0.05

<Table 2> The total contents of phenol and flavonoid and ABTS radical scavenging activity of conventional and organic spinach

Quality characteristics	Farming system	
	Conventional	Organic
Total phenol contents (µg/g)	70.09±1.68	72.78±1.57
Total flavonoid contents (µg/g)	75.49±4.42	81.66±4.00*
ABTS radical scavenging activity (%)	93.27±0.05	93.11±0.72

\*p<0.05

의적으로 높았다(p<0.05). 두 종류의 시금치의 색도를 분석한 결과, 밝기를 나타내는 L값, 녹색을 나타내는 -a값 그리고 황색을 나타내는 b값에서 일반 시금치가 더 높은 값을 보였다. 따라서 일반 시금치는 유기농 시금치보다 더 밝은 녹색을 띠는 것을 알 수 있다.

2. 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량 측정과 ABTS 라디칼 소거능

식물성 식품 속에 함유되어 있는 많은 생리활성 물질 중 가장 많은 양을 차지하는 페놀류는 높은 항산화 활성을 가지는 것으로 알려져 있다. 플라보노이드는 식물에 의해 합성된 폴리페놀의 가장 큰 부류이며, 효과적인 free radical scavenger로서 항산화 효과를 가진다(Beecher 2003; Jang et al. 2012). 총 폴리페놀, 플라보노이드 함량 결과는 <Table 2>에 나타내었다.

시금치의 총 폴리페놀 함량을 gallic acid equivalent로 환산하여 나타낸 결과, 유기농 시금치가 72.78 µg/g으로 일반 시금치 70.09 µg/g보다 높은 함량을 보였지만 유의적인 차이는 없었다. 시금치의 총 플라보노이드 함량은 quercetin equivalent로 환산하여 나타낸 결과, 총 폴리페놀 함량과 마찬가지로 유기농 시금치가 72.78 µg/g으로 일반 시금치 70.09 µg/g보다 높은 함량을 보였으며 유의적인 차이를 볼 수 있었다 (p<0.05).

페놀류 물질의 함량이 많을수록 소거활성이 증가되는 ABTS 라디칼 소거활성은 potassium persulfate와 반응하여 형성된 청록색의 ABTS 라디칼 cation이 추출용액의 항산화 물질에 의하여 소거되어 탈색되는 원리를 이용하여 측정하였다(Jang et al. 2012). 실험 결과, 일반 시금치가 93.27%

으로 일반 시금치 93.11% 보다 미세하게 높은 함량을 보였지만 유의적인 차이는 없었다<Table 2>. 따라서 본 실험에서는 총 폴리페놀 함량과 ABTS 라디칼 소거능 모두 일반 시금치와 유기농 시금치 사이에 유의적인 차이가 나타나지 않았다.

식품의 영양과 생리활성물질의 함량은 재배 품종, 성장 조건인 해충의 공격여부, 비료사용, 기후, 수확시기, 저장 및 가공절차 등 다양한 요인에 따라 영향을 받는다(Young & Wang 2004; Selma et al. 2010; Jung et al. 2014). 본 연구의 결과에서 생리활성물질의 함량이 미세하지만 유기농 시금치에서 더 높은 함량이 나타난 원인으로는 화학비료의 투입량과 해충의 공격여부가 생리활성물질의 생성에 영향을 주었을 것으로 유추해 볼 수 있으나 유기농법의 차이 때문인지는 지속적인 연구가 더 필요할 것으로 사료된다(Jung et al. 2014).

#### IV. 요약 및 결론

본 연구는 일부 작물에 대한 연구 결과, 일반 재배 작물에 비해 항산화 능력이 우수하다고 알려진 유기농 채소 중에서 한국인이 일상적으로 나물 등으로 섭취하는 시금치의 재배 방식에 따른 일반품질특성과 항산화 능력을 비교하고자 시행하였다. 일반품질특성의 경우, 신장, 중량 등에서 일반재배를 통해 수확한 시금치가 높은 결과 수치를 보였지만, 총 페놀함량과 총 플라보노이드 함량에서는 모두 유기농 시금치가 높은 결과를 나타냈다. 항산화 활성을 평가하는 ABTS 라디칼 소거능 시험에서는 일반재배 시금치가 아주 미세한 차이로 유기농 시금치보다 높은 수치를 보였지만, 유의적인 차이는 없었다. 시금치는 우리나라에서 많이 소비되는 채소이므로 항산화 능력에 대한 보다 다양하고 깊이 있는 연구가 수행되어야 한다고 사료된다.

#### 감사의 글

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

#### References

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  
 Carbonaro M., Mattera M., Nicoli S., Bergamo P., Cappelloni M. 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  
 Choi HS, Li X, Kim WS, Lee Y. 2010. Comparison of fruit quality and antioxidant compound of 'Niitaka' pear trees grown in the organically and conventionally managed systems. *Korean J. Environ. Agric.*, 29(4):367-373  
 Florence CRF, Pascale MG, Jacques JN. 1992. Cysteine as an inhibitor of enzymatic browning. 2 Kinetic studies. *J. Agric. Food Chem.*, 40:2108-2113  
 Fridovich I. 1989. Superoxide dismutases. An adaptation to a paramagnetic gas. *J. Biol. Chem.*, 264:7761-7764  
 Hyun YH, Koo BS, Song JE, Kim DS. 2000. *Food Material Science*. Hyungseul Publishing Networks, Seoul, pp 87-88  
 Jang MR, Hong EY, Cheong JH, Kim GH. 2012. Antioxidant components and activity of domestic *Cirsium japonicum* extract. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 41(6):739-744  
 Jung SJ, So BO, Shin SW, Noh SO, Jung ES, Chae SW. 2014. Physicochemical and quality characteristics of young radish (Yulmoo) Kimchi cultivated by organic farming. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 43(8):1197-1206  
 Kim JD, Lee OH, Lee JS, Park KY. 2014. Antioxidative Effects of Common and Organic Kale Juices. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 43(5):668-674  
 Lee MH. 2009. Changes in nutritive components by growth periods in spinach growth outdoors in autumn. *J. East Asian Soc. Diet. Life*, 19(2):169-179  
 Lee OH, Lee BY, Lee JS, Lee HB, Son JY, Park CS, Shetty K, Kim YC. 2009. Assessment of phenolics-enriched extract and fractions of olive leaves and their antioxidant activities. *Bioresour. Tech.*, 100:6107-6113  
 Lee WS. 1994. *Korean Vegetables [한국의 채소]*. Kyungpook National University Press, Daegu, Korea, pp 147-156  
 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. Agric. Food Chem.*, 52:90-94  
 Mun BS, Lee KS. 1995. *Food Material Science*. Soohaksa, Seoul, Korea, pp 77-78  
 Park GA, Song KH. 2014. An analysis of the factors affecting in consumption increase of environment-friendly agricultural products. *Korean J. Organic Agric.*, 22(3):381-395  
 Quettier DC, Gressier B, Vasseur J, Dine T, Brunet C, Luyckx MC, Cayin JC, Bailleul F, Troitin F. 2000. Phenolic compounds and antioxidant activities of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) hulls and flour. *J. Ethnopharmacol.*, 72:35-42  
 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*

- Radic. Biol. Med., 26:1231-1237
- Rosen CJ, Allan DL. 2007. Exploring the benefits of organic nutrient sources for crop production and soil quality. Hort. Tech., 17:422-430
- Selma MV, Martínez-Sánchez A, Allende A, Ros M, Hernández MT, Gil MI. 2010. Impact of organic soil amendments on phytochemicals and microbial quality of rocket leaves (*Eruca sativa*). J Agric. Food Chem., 58:8331-8337
- Seo YS, Seo YJ, Lee BO. 2015. Influence of consumer's understanding on the purchase satisfaction of organic agricultural products (Summer Conference Proceeding Journal). Korean J. Food Mark. Econ., pp 267-281
- The Food Material Dictionary Compilation Committee. 2001. Food Material Dictionary. Korea Dictionary Research Institute, Seoul, Korea, pp 196-197
- Treutter D. 2001. Biosynthesis of phenolic compounds and its regulation in apple. J. Plant Growth Regul., 34:71-89
- Young JE, Wang WQ. 2004. Phytochemical farming: a new age in food, nutrition, and agriculture. Agro Food Ind. Hi Tec., 15:38-39
- Korea's law. Environmentally-friendly agriculture promotion act. Available from: [www.law.go.kr/](http://www.law.go.kr/) [accessed 2015.07.27.]
- Korean Standard Food Composition Table Search. Available from: [koreanfood.rda.go.kr](http://koreanfood.rda.go.kr) [accessed 2015.08.10.]
- 
- Received September 2, 2015; revised November 2, 2015; revised November 27, 2015; revised December 17, 2015; accepted December 22, 2015