

## 조리 과정 중 시금치의 항산화 활성 및 항균 활성의 변화

박초희 · 김경희 · 태미화 · 김나영\* · †육홍선  
충남대학교 식품영양학과, \*충부대학교 식품영양학과

### Cooking Process for Spinach and Their Effects on Antioxidant and Antimicrobial Activities

Cho-Hee Park, Kyoung-Hee Kim, Mi-Hwa Tae, Na-Young Kim\* and †Hong-Sun Yook

Dept. of Food and Nutrition, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

\*Dept. of Food and Nutrition, Jungbu University, Chungnam 312-702, Korea

#### Abstract

This study is conducted to investigate the yield of extract, total phenolic compounds, total flavonoid compound contents, free radical scavenging activities (DPPH assay, ABTS assay), reducing power (Oyaizu's assay, FRAP assay) and antimicrobial activities of spinach according to various cooking methods (non-blanching, blanching, seasoning). The yield of non-blanching spinach is 1.64% and the extract yield of blanching spinach is 1.49%, and on the other hand, the yield of seasoning spinach is 6.01%. Total polyphenol contents of seasoning spinach is recorded as 124.31±1.37 mg GAE/100 g FW, non-blanching spinach 51.24±0.27 mg GAE/100 g FW, and blanching spinach 42.48±0.53 mg GAE/100 g FW. From the total flavonoids, seasoning spinach extracts (15.60±0.20 mg CE/100 g FW) showed higher total flavonoid contents than non-blanching. Total antioxidant activities (DPPH assay, ABTS assay, FRAP assay, reducing power) are shown to be in the order of seasoning spinach > non-blanching spinach > blanching spinach. In the antimicrobial activities, non-blanching spinach (5, 10 mg/disc) showed antimicrobial activity against *S. enterica* and *P. aeruginosa*. The inhibition zone diameter from extracts of blanching spinach has not been detected. Seasoning spinach indicated antimicrobial activity only against *P. aeruginosa* (8.15 mm) at 10 mg/disc. If we are to eat a lot of non-blanching spinach, it would cause calculus. Blanching helps to prevent against calculus, since the blanching process can remove various amounts of oxalic acids. The overall results of this study demonstrate that seasoning cooked spinach would be the most efficient way of ingestion to consume antioxidant compounds.

Key words: spinach, cooking methods, antioxidant compounds, antioxidant activities

#### 서 론

시금치(spinach, *Spinacia oleracea* L.)는 대표적인 녹황색 채소로 페르시아 지방이 원산지이며, 중국을 통해서 우리나라에 들어왔고, 중종 22년(1572)에 펴낸 훈몽자회에 시금치가 등장하는 것으로 보아 15세기 말 중국으로부터 유입된 것으로 추정된다(Kwak 2003, Choi 2010). 시금치는 명아주과에 속하는 일년생 저온성 작물로, 우리나라 재래종은 잎사귀가 큰 것이 특징이다(Hyun 등 2000). 국내에서 생산되는 대표적인

엽채류 중에서 시금치는 총 엽채류 생산량 2,773,871 kg에서 81,457 kg을 차지하여 엽채류 생산량의 3%를 차지하고 있다(Choi 2010). 시금치는 비타민 A의 전구체인 카로틴과 아스코르빈산을 함유하고 있으며, 많은 무기질과 유기산을 함유하고 있는 엽채류 중 하나이다(Kim 등 1993). 또한 시금치에는 사포닌과 부드러운 섬유소가 들어있어 변비에도 효과가 있으며, 철과 엽산이 있어 빈혈 예방에도 좋다고 알려져 있다(Shin 등 2005, Ko 등 2013). 시금치는 발육기의 어린이와 임산부에게 좋은 알칼리성 식품이며, 암을 저지하는 엽산과 엽

† Corresponding author: Hong-Sun Yook, Dept. of Food and Nutrition, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea.  
Tel: +82-42-821-6840, Fax: +82-42-821-8887, E-mail: yhsuny@cnu.ac.kr

록소가 다량 함유되어 있어 위암, 대장암, 폐암 등을 억제시키는 효과가 있다(Meada 등 2005, Park 등 2007). 시금치 뿌리에는 구리와 망간이 들어 있어 몸에 해로운 요산을 분리하여 몸 밖으로 내보내는 역할을 하므로 잘라내지 말고 섭취하는 것이 좋다. 그러나 시금치에 존재하는 수산에 의하여 흡수율이 떨어져 생체이용률이 낮다는 단점이 있으므로, 시금치를 끓는 물에 데쳐 섭취하면 어느 정도의 수산을 제거할 수 있다(Kim 2012, Seo 등 2012).

가정에서는 시금치를 살짝 데쳐서 무치는 방법으로 먹거나, 토장국을 끓일 때 넣어서 섭취한다. 서양에서는 주로 채소를 익히지 않고 드레싱을 곁들여서 샐러드로 섭취하는 반면에, 동양에서는 데치거나 볶은 후 양념을 첨가하여 나물로 섭취하는 것이 일반적이다. 나물은 데치거나 볶는 조리 과정을 거치면서 데치기 전에 비해 부피가 감소하고 조리하는 과정에서 열에 의해 비타민, 미네랄, 효소 등의 영양소 손실을 초래한다는 단점이 있다. 그러나 나물을 조리하는 과정에서 부피가 줄어들으므로 그만큼 더 많은 양의 나물을 섭취할 수 있으며, 생으로 섭취하기 어려운 콩나물, 머위, 취나물 등의 채소를 익힌 후, 고추장, 된장, 파, 마늘, 참기름 등 갖은 양념을 첨가함으로써 보다 섭취를 용이하게 만들어 주고, 데치거나 볶는 과정을 거치면서 채소에 함유되어 있는 좋지 않은 성분들을 제거하며, 소화를 용이하게 도와준다는 장점이 있다.

지금까지 시금치에 관한 연구로는 데치는 방법에 따른 시금치의 phytochemical 성분 및 위해성 요인 변화(Hong & Ahn 2005), 시금치 분말을 대체한 식빵의 품질 특성(Ko 등 2013), 조리방법에 따른 무기질 함량(Yoo 1995), 조리 및 저장에 따른 엽산 함량의 변화(Min 1998) 등에 관한 연구가 대부분으로 조리 과정을 거쳤을 때 품질 특성 및 항산화 관련 연구는 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 조리 과정 중 시금치의 총 페놀 및 플라보노이드 함량과 항산화 활성 및 항균 활성을 평가하여 우리나라 고유의 조리법인 나물의 장점을 도출해 내고자 한다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험 재료

본 실험에 사용된 시금치는 경남 남해산으로 대전 유성구에 위치한 Homeplus에서 구입하여 3일 이내에 사용하였다.

### 2. 조리 과정

시금치의 이물질을 제거하고 흐르는 물에 깨끗이 씻은 후, 데치기 전, 데친 후, 무친 후로 조리 과정을 나눠서 실험하였으며, 데치기 전의 신선한 상태의 시금치를 대조군으로 사용

하였다. 데치는 방법은 1% 소금물 1,500 ml를 스테인리스 냄비에 붓고 물이 끓으면 시금치 300 g을 넣어 1분 동안 데치고, 바로 찬 물에 행귀 체에 15분 정도 반친 다음 키친 타올로 물기를 제거하여 시료로 사용하였다. 무치는 방법은 여러 요리책 및 인터넷 레시피를 참조하여 가장 적합한 조리법을 무침방법으로 선택하고, 다음과 같은 레시피로 시금치를 무친 다음 시료로 사용하였다. 시금치 300 g을 데친 후 물기를 제거하여 볼에 담아 간장 15 g, 다진 파 15 g, 다진 마늘 10 g, 깨소금 10 g, 참기름 15 g을 넣고 골고루 버무린 후, 시금치 무침을 제조하였다.

### 3. 시약 및 기기

본 연구에 사용된 시약은 2,2'-Azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt(ABTS), 2,4,6-tris(2-pyridyl)-s-triazine(TPTZ), Folin-Ciocalteu's phenol reagent, gallic acid, dimethyl sulfoxide(DMSO)는 Sigma(Sigma Chemical Co., St. Louis Mo, USA) 제품을 사용하였고, 균주의 배양에 사용된 배지는 Nutrient broth로 BD Diagnostic Systems(BD Diagnostic Systems, Sparks, MD, USA) 제품을 사용하였으며, 항균 활성 측정에 사용된 Nutrient Agar 또한 BD Diagnostic Systems(BD Diagnostic Systems, Sparks, MD, USA) 제품을 사용하였다. 본 연구에서 사용된 기기는 감압·농축기(EYELA A-1000S, Tokyo Rikakikai Co., Tokyo, Japan), 동결건조기(SFDSM12-60Hz, Samwon Freezing Engineering Co., Seoul, Korea)와 분광광도계(UV-1800 spectrophotometer, Shimadzu, Kyoto, Japan)를 사용하였다.

### 4. 시금치의 에탄올 추출물 제조 및 수율

조리 과정 중 시금치(300 g)의 무게는 데치기 전이 300 g, 데친 후가 246 g, 무친 후가 261 g으로 나타났으며, 각 시금치를 세절한 후 시금치 무게의 9배에 해당하는 80% ethanol을 부어 실온에서 24시간 동안 추출한 다음, 여과지(Whatman No. 4, Maidstone, England)로 감압 여과하였다. 여액을 30°C 수욕상에서 rotary vacuum evaporator(EYELA A-1000S, Tokyo Rikakikai Co., Tokyo, Japan)로 용매를 제거하고 감압·농축한 후, 동결건조시켜(SFDSM12-60Hz, Samwon Freezing Engineering Co., Seoul, Korea) 무게를 측정된 뒤, 수율을 계산한 다음 시료를 -3°C 이하로 냉동보관하면서 DW에 용해하여 실험에 사용하였다.

### 5. 총 폴리페놀 함량

총 폴리페놀 화합물 함량은 페놀성 물질인 phosphomolybdic acid와 반응하여 청색을 나타내는 원리를 이용한 Folin-Denis(1912)의 방법을 이용하여 측정하였다. 2.5 mg/ml의 농도로 DW에 용해시킨 시료액 0.2 ml와 Folin-Ciocalteu's phenol

reagent 0.2 ml를 첨가하여 혼합한 후 3분 동안 실온에서 반응시킨 뒤, 10% sodium carbonate( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) 용액 3 ml를 가하여 암실에서 1시간 동안 방치한 후 상등액을 765 nm에서 흡광도를 측정하였다. Gallic acid를 이용하여 표준곡선을 작성한 후, 이 검량곡선으로부터 시료 100 g 당 총 폴리페놀 함량을 구하였다.

### 6. 총 플라보노이드 함량

총 플라보노이드 함량은 Jia(1999)의 방법을 이용하여 측정하였다. 데치기 전 시금치는 10 mg/ml, 데친 후 시금치는 20 mg/ml, 무친 후 시금치는 50 mg/ml의 농도로 DW에 용해시켜 교반(150 rpm, 2 h, 25°C)한 후 원심분리(3,000 rpm, 20 min)하였다. 상등액 250  $\mu\text{l}$ 와 DW 1 ml를 넣어 희석한 다음 5% sodium nitrite( $\text{NaNO}_2$ ) 75  $\mu\text{l}$ 를 넣어 5분간 방치하고, 10% aluminium chloride( $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) 150  $\mu\text{l}$ 를 넣고 6분간 방치한 다음 1 M NaOH 500  $\mu\text{l}$ 를 가하여 11분 후 510 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로 (+)catechin hydrate를 농도 구배하여 검량선을 작성한 후 총 플라보노이드 함량은 수율을 적용하여 시료 100 g 당 mg catechin hydrate로 나타내었다.

### 7. DPPH radical 소거능 측정

조리법에 따른 시금치 추출물의 전자공여능은 DPPH를 이용하여 시료의 radical 소거 활성을 측정하는 Blois법(1958)을 활용하였다. 조리 과정을 다르게 한 시금치 추출물을 0.5 mg/ml~5 mg/ml 범위 안에서 4가지 농도로 제조한 다음, 시료 1 ml에 0.2 mM DPPH 용액 1 ml를 가하고, vortex mixer로 10초간 진탕하여 암실에서 30분 간 방치한 후, 분광광도계를 이용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 아래의 식을 이용하여 각 시료의 농도별 free radical 소거 활성 곡선을 그린 뒤, 50% 산화방지제 효과를 얻는 농도인  $\text{EC}_{50}$ (g fresh weight/ml)으로 나타내었다.

$$\text{DPPH radical scavenging activity(\%)} = \left(1 - \frac{\text{Sample absorbance}}{\text{Control absorbance}}\right) \times 100$$

### 8. ABTS radical 소거능 측정

ABTS radical 소거능의 측정은 Pellegrin 등(1998)의 방법에 의해 측정되었다. 즉, 7 mM ABTS와 140 mM  $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 을 5 ml: 88  $\mu\text{l}$ 로 섞어 어두운 곳에 14~16시간 방치한 후, 이를 absolute ethanol과 1:88 비율로 섞어 734 nm에서 대조구의 흡광도 값이  $0.70 \pm 0.02$ 가 되도록 조절된 ABTS solution을 사용하였다. 추출물로 예비실험을 거친 후 시료의 특성에 맞게 0.5 mg/ml~5 mg/ml 범위 안에서 4가지 농도로 제조한 시료 50  $\mu\text{l}$ 와

ABTS solution 1 ml를 30초 동안 섞은 후 2.5분 간 암실에 방치시켜 734 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 무처리구와 처리구의 값을 비교하여 free radical 소거 활성을 결정하였다. 아래의 식을 이용하여 각 시료의 농도별 free radical 소거 활성 곡선을 그린 뒤, 50%의 산화방지제 효과를 얻는 농도인  $\text{EC}_{50}$ (g fresh weight/ml)값으로 나타내었다.

$$\text{ABTS radical scavenging activity(\%)} = \left(1 - \frac{\text{Sample absorbance}}{\text{Control absorbance}}\right) \times 100$$

### 9. FRAP(ferric-reducing antioxidant potential) 측정

FRAP 측정 방법은 Benzie & Strain(1996)의 방법을 측정하였다. FRAP reagent는 25 ml acetate buffer(300 mM, pH 3.6)를 37°C에서 가온한 후, 40 mM HCl에 용해한 10 mM 2,4,6-tris(2-pyridyl)-s-triazine(TPTZ, Sigma) 2.5 ml와 20 mM ferric chloride hexahydrate( $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) 2.5 ml를 가하여 제조하였다. 제조된 900  $\mu\text{l}$  FRAP reagent에 2.5 mg/ml 농도로 용해시킨 시료 30  $\mu\text{l}$ 와 DW 90  $\mu\text{l}$ 를 넣은 다음 37°C에서 10분 간 반응시키고 593 nm에서 흡광도를 측정한 후, 0.125, 0.25, 0.5, 1, 2.5 및 5 mM의 농도로 반복하여 작성한  $\text{FeSO}_4$ 의 검량식에 대입하여 환산하였다.

### 10. Reducing power

Reducing power는 Oyaizu(1986)의 방법에 따라 측정하였다. 농도를 달리한(1, 2.5, 5, 10 mg/ml) 시료 1 ml에 200 mM sodium phosphate buffer(pH 6.6) 1 ml와 1% potassium ferricyanide 1 ml를 혼합시켰다. 그리고 혼합물을 50°C에서 20분 동안 incubation한 다음 10% trichloroacetic acid(w/v) 1 ml를 첨가시킨 후 10분 동안 3,000 rpm으로 원심분리하여 상등액 1 ml에 DW 1 ml와 0.1% ferric chloride 0.1 ml를 첨가시켰고, 700 nm에서 흡광도를 측정하였다. 각 시료의 농도에 따른 검량선에 흡광도 값을 대입하여 50% 산화방지제 효과를 얻는 농도인  $\text{EC}_{50}$ (g fresh weight/ml)으로 계산하였다.

### 11. 항균 활성

항균 활성 조사에 사용된 균주는 *Bacillus cereus*(*B. cereus*) KCTC 1012, *Bacillus subtilis*(*B. subtilis*) KCTC 3881, *Staphylococcus aureus*(*S. aureus*) KCTC 3881과 같은 Gram 양성 세균과 *Enterobacter cloacae*(*E. cloacae*) KTCT 1685, *Escherichia coli*(*E. coli*) KTCT 2441, *Salmonella enterica*(*S. enterica*) KTCT 1925, *Pseudomonas aeruginosa*(*P. aeruginosa*) KTCT 1636과 같은 Gram 음성 세균으로 총 7종을 한국생명공학연구원서 분양받아 사용하였고, 사용된 배지 조건은 Table 1과 같다. 각

**Table 1. List of strains used for antimicrobial experiments**

	Strains	Media	Temp. (°C)
Gram(+) bacteria	<i>Bacillus cereus</i>	NA <sup>1)</sup> /NB <sup>2)</sup>	30
	<i>Bacillus subtilis</i>		
	<i>Staphylococcus aureus</i>		
Gram(-) bacteria	<i>Enterobacter cloacae</i>	NA/NB	30
	<i>Escherichia coli</i>		
	<i>Salmonella enterica</i>		
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>		

<sup>1)</sup> NA: nutrition agar. <sup>2)</sup> NB: nutrition broth.

추출물의 항균 활성은 각 균주를 대상으로 disc diffusion assay로 측정하였다. 항균시험용 평판배지는 계대 배양된 각 균주를 멸균 면봉을 이용하여 100 µl씩 도말하여 준비하였고, 시료를 disc당 10 mg, 5 mg이 되도록 paper disc(8 mm)에 천천히 흡수시킨 뒤 건조과정을 거쳐 용매를 휘발시켰다. 평판배지 위에 밀착시킨 상태로 30°C에서 24시간 배양한 후, disc 주변에 생성된 생육 저해환(Clear zone, mm)을 측정하여 항균 활성을 비교하였다.

## 12. 통계 처리

모든 실험은 3회 이상 반복 실시하였으며, 얻어진 결과들은 SPSS 19.0(Statistical Package for social, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) software를 이용하여 유의적 차이가 있는 항목에 대해서 Duncan's multiple rang test로  $p < 0.05$  수준에서 유의차 검정을 실시하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 시금치의 에탄올 추출물 수율 측정

조리 과정에 중 시금치의 항산화 활성 및 항균 활성 비교를 알아보기 위해 시금치를 데치기 전, 데친 후, 무친 후로 나누어 조리하고 세절하여 80% 에탄올로 추출한 다음, 감압 농축한 고형분 함량을 추출 수율(dry basis, %)로 계산하고 Table 2에 나타내었다. 조리 과정 중 시금치의 무게는 데치기

전(300 g) > 무친 후(261 g) > 데친 후(246 g) 순으로 높게 나타났으나, 동결건조된 시금치 시료의 무게는 무친 후(15.68 g) > 데치기 전(4.91 g) > 데친 후(3.67 g) 순으로 높게 나타났다. 조리 과정에 따른 시금치의 수율은 무친 후(6.01%)가 가장 높게 나타났으며, 그 뒤로 데치기 전(1.64%)이 높은 수율을 보였고, 데친 후(1.49%)가 가장 낮은 수율을 나타냈다. 데친 후가 가장 낮은 수율을 나타낸 것은 데치는 중에 시금치에 함유되어 있던 수용성 성분들이 조리수에 의해 용출되었을 것이라 사료되며, 무친 것이 가장 높은 수율을 나타낸 것은 무치는 과정에서 첨가된 다진 마늘, 다진 파, 깨소금, 참기름 등의 부재료에 의한 것이라 사료된다.

### 2. 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량 측정

페놀 화합물은 식물계에 널리 분포하는 2차 대사물질로 수산기를 가지는 방향성 화합물을 총칭하는 것으로, 수산기를 통한 수소공여와 페놀 고리구조의 공명 안정화에 의하여 항산화능을 나타내며, 체내의 항산화 체계와 함께 자유기로부터 조직을 보호해 주는 역할을 한다(Hyon 등 2010, Kim 2010). 본 실험에서 조리 과정 중 시금치의 총 페놀 함량을 알아보기 위해 gallic acid를 표준용액으로 하여 작성한 표준곡선과 수율을 적용해 mg GAE/100 g FW로 총 페놀의 함량을 조사하여 Table 3에 나타내었다. 본 실험에서 조리 과정 중 시금치의 총 폴리페놀 함량은 무친 후가 124.31±1.37 mg GAE/100 g FW로 가장 높은 폴리페놀 함량을 나타냈으며, 데치기 전이 51.24±0.27 mg GAE/100 g FW, 데친 후가 42.48±0.53 mg GAE/100 g FW로 데친 후의 경우 데치기 전보다 페놀 함량이 감소하는 경향을 보였다. Hong(2005)의 연구에서는 데치는 방법에 따른 시금치의 phytochemical 성분을 알아보기 위해 데치기 전 시금치와 데친 후 시금치의 총 폴리페놀 함량을 비교하였는데, 생시금치에서는 24.75±0.36 mg/g, 3분 동안 데친 시금치에서는 19.35±0.20 mg/g의 함량이 보였으며, 데치는 조리법에 따라 페놀 함량이 줄어드는 것은 본 연구와 유사한 결과가 나왔다. Price 등(1997)은 엽채류를 15분 동안 데쳤을 때 엽채류에 함유되어 있던 항산화 물질과 페놀화합물들이 조리수에 용출되었으며, 이에 시간과 온도가 영향을 미친다고 하였다. Park(2001)은 한국인의 식생활에서 가장 많이 소비되는 야

**Table 2. Extraction yield of 80% ethanol extract from spinach samples according to cooking process**

Sample	Cooking method	Fresh sample (g)	Cooked sample weight (g)	Freeze dried extract weight(g)	Extraction yield (%) <sup>1)</sup>
Spinach	NB <sup>2)</sup>	300	300	4.91	1.64
	B		246	3.67	1.49
	S		261	15.68	6.01

<sup>1)</sup> Ratio(%)=(Freeze dried extract weight/Fresh weight)×100. <sup>2)</sup> NB; non-blanching, B; blanching, S; seasoning.

**Table 3. Total phenolic and total flavonoid contents in the spinach samples according to cooking process**

Sample	Cooking method	Total polyphenol contents (mg GAE/100 g FW <sup>3)</sup> ) <sup>1)</sup>	Total flavonoid contents (mg CHE/100 g FW <sup>2)</sup> )
	NB <sup>4)</sup>	51.24±0.27 <sup>5)bc6)</sup>	14.55±0.09 <sup>4)bs5)</sup>
Spinach	B	42.48±0.53 <sup>c</sup>	6.96±0.24 <sup>c</sup>
	S	124.31±1.37 <sup>a</sup>	15.60±0.20 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup> Expressed as mg gallic acid equivalent (GAE) per 100 g of fresh weight.

<sup>2)</sup> Expressed as mg catechin hydrates equivalent (CHE) per 100 g of fresh weight.

<sup>3)</sup> FW; fresh weight. <sup>4)</sup> NB; non-blanched, B; blanched, S; seasoned.

<sup>5)</sup> Value are mean±S.D. (n=3).

<sup>6)</sup> <sup>a-c</sup> Values with different letter within a column differ significantly ( $p < 0.05$ ).

채인 spinach, Chinese cabbage, cabbage, lettuce 등으로 총 페놀 함량을 비교하였는데, 각각 122.24±39.17 mg/100 g FW, 45.33±9.16 mg/100 g FW, 41.61±1.55 mg/100 g FW, 133.75±74.04 mg/100 g FW로 보고하여 시금치가 본 연구 결과, 보다 높은 폴리페놀 함량을 나타내었는데, 이는 사용된 시금치의 종류, 추출 방법 및 실험 방법 등에 의한 차이라고 사료된다.

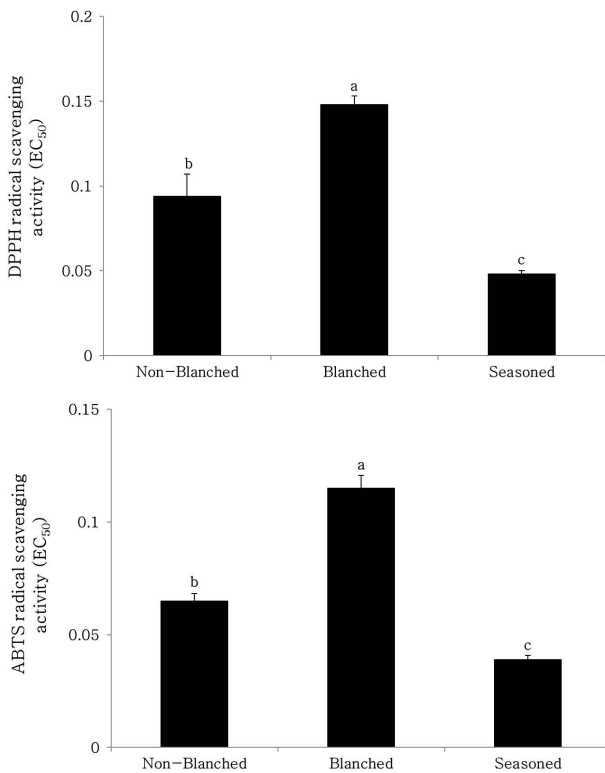
플라보노이드는 식물 특이 2차 대사산물로서 현재까지 8,000종 이상이 보고되어져 있으며(Harborne & Williams 2000), 식물체에서 광합성을 통한 탄소 고정 반응 후, 복잡한 생화학 합성경로를 거쳐 생성되며, 자외선 차단, 병원체 방어 등 다양한 식물체 보호 기능을 한다(Zhao & Dixon 2010). 본 실험에서는 시금치의 조리 과정에 따른 총 플라보노이드 함량을 알아보기 위해 catechin을 표준용액으로 하여 작성한 표준곡선과 수율을 적용하여 시금치의 총 플라보노이드 함량을 mg CHE/100 g FW로 Table 3에 나타내었다. 시금치의 총 플라보노이드 함량은 데치기 전이 14.55±0.09 mg CHE/100 g FW, 데친 후가 6.96±0.24 mg CHE/100 g FW, 무친 후가 15.60±0.20 mg CHE/100 g FW로 무친 후 > 데치기 전 > 데친 후 순으로 플라보노이드의 함량을 높게 나타내었다. 조리 과정 중 시금치의 총 플라보노이드 함량은 총 페놀 함량의 결과와 비슷한 경향을 볼 수 있었다. Hong 등(2005)의 연구에서 총 플라보노이드의 경우, 봄에 채취한 시금치를 데치기 전에는 19.83±0.04 mg/g, 3분 동안 데친 후에는 15.80±0.11 mg/g을 나타내어 데치는 조리법을 사용하였을 경우, 플라보노이드 함량이 낮아지는 결과를 보였다. Choi 등(2001)은 데침 조건에 따른 참취의 생리활성 및 품질 변화에서 데침 시간이 증가함에 따라 플라보노이드의 함량이 낮아지는 경향을 보인다고 하였으며, 나물의 조리방법도 중요하지만 나물을 데치는 시간도 플라보노이드와 총 페놀 함량에 영향을 미칠 수 있다고 보고하였다.

서양에서는 주로 시금치를 썰러드나 센 불에서 볶은 후 소금, 후추 등으로 양념하여 섭취하는 반면에, 한국에서는 국이나 데친 다음 파, 마늘, 간장, 참기름 등의 양념을 첨가하여 나물로 무친 후 섭취하는 것이 일반적이다. 본 연구에서 시금치의 총 페놀과 플라보노이드 함량은 데친 후에 가장 낮게 나타났으나, 무치는 과정을 거치면서 그 함량이 데치기 전보다 증가하였다. 이는 시금치에 함유되어 있는 생리활성 물질이 데치는 과정에서 열이나 조리수에 의해 손실되었으나, 무치는 과정에서 첨가되어진 양념으로 인하여 다시 증가한 것으로 사료된다.

### 3. DPPH radical 소거 활성 및 ABTS radical 소거 활성 측정

DPPH법은 천연물의 항산화 활성을 측정하기 위해 가장 많이 이용되고 있는 방법으로 항산화 능력이 있는 물질이 안정한 DPPH radical에 전자를 제공하고 환원시켜 탈색반응이 나타나는 원리를 이용하여 항산화 정도를 측정한다(Blois 1958; Hwang & Kim 2011). 조리 과정 중 시금치 추출물의 DPPH radical 소거 활성은 검체 농도에 따른 항산화 활성 변화곡선으로부터 50% 산화 방지제 효과를 얻는 농도인 EC<sub>50</sub>(Effective concentration of 50%)으로 나타내었으며, 수율을 적용하여 g fresh weight/ml로 계산하여 Fig. 1에 나타내었다. 시금치의 EC<sub>50</sub>값은 데치기 전 0.09±0.01 g FW/ml, 데친 후 0.15±0.01 g FW/ml, 무친 후 0.05±0.00 g FW/ml로 무친 후 > 데치기 전 > 데친 후 순으로 높은 활성을 나타냈다. Oboh(2004)는 야채를 데침에 있어서 모든 엽채류에 함유되어 있는 free radical scavenging activity가 감소한다고 하였다. Amin 등(2006)도 시금치를 데친 후에 DPPH radical 소거 활성이 감소했다고 보고하였는데, 페놀화합물이나 생리활성 성분이 데치는 과정 중에 손실되었기 때문이라고 하였으며, 이는 Papetti 등(2002)의 연구결과와도 유사하였다.

ABTS법은 산화 유도 물질인 potassium persulfate와 반응하여 생성된 ABTS<sup>•+</sup> 이온이 항산화성 물질에 의해 제거되어 ABTS 라디칼 특유의 청록색이 탈색되는 원리를 이용하여 항산화력을 측정하는 방법이다(Arao 등 2001). 시금치의 조리 과정 중 ABTS radical 소거 활성을 평가하기 위해 50% 산화 방지제 효과를 얻는 농도인 EC<sub>50</sub> 값으로 각 시료의 농도에 따른 검량선에 흡광도 값을 적용하여 계산한 다음 수율을 적용하여, g fresh weight/ml로 계산한 다음 Fig. 1에 나타내었다. 시금치를 데치기 전에는 0.06±0.01 g FW/ml, 데친 후에는 0.12±0.01 g FW/ml, 무친 후에는 0.04±0.00 g FW/ml의 ABTS radical 소거 활성을 보여 무친 후 > 데치기 전 > 데친 후의 순서로 높은 활성을 나타내었다. Yadav & Sehgal(1995)은 모든 종류의 데치기 전 시금치의 항산화 활성이 데친 후보다 높았으며, 엽채류는 데치는 과정 중에 항산화 물질이 감소한다고 보고하였다.



**Fig. 1. DPPH and ABTS EC<sub>50</sub> value of spinach samples according to cooking process.** Expressed as g per ml of fresh weight in solvent (in DW), each value is expressed as mean±S.D. (n=3). Means with different superscript letters in the spinach are significantly different ( $p < 0.05$ ).

## 6. FRAP value 및 Reducing power 측정

FRAP value의 측정은 낮은 pH에서 환원제에 의해 ferric tripyridyltri azine( $Fe^{3+}$ -TPTZ) 복합체가 파란색의 ferrous tripyridyltriazine( $Fe^{2+}$ -TPTZ)으로 환원되는 원리를 이용하였다 (Benzie & Strain 1996). 이 실험 방법은 환원되는 원리를 이용한 것으로 대부분의 항산화제가 환원력을 가지고 있다는 점을 착안하여 고안되어진 방법이다. 실험 결과는 조리 과정 중 시금치 추출물의 수율을 적용하여 mM/100 g FW로 Table 4에 나타내었다. 시금치 시료의 FRAP value는 데치기 전  $289.00 \pm 3.93$  mM/100 g FW, 데친 후  $222.59 \pm 1.93$  mM/100 g FW, 무친 후  $698.54 \pm 2.78$  mM/100 g FW로 무친 후 > 데치기 전 > 데친 후 순으로 높게 나타났다. Catherine 등(2012)은 데치는 조리 방법이 호박, 고구마, 아마란스 잎을 제외한 대부분의 야채에서 데치기 전보다 확연한 FRAP value의 감소를 나타낸다고 보고하였다.

Reducing power는 700 nm에서 ferric-ferricyanide( $Fe^{3+}$ ) 혼합물이 수소를 공여하여 유리라디칼을 안정화시켜 ferrous( $Fe^{2+}$ )로 전환하는 환원력을 흡광도 값으로 나타낸 것이다(Sa 등

**Table 4. FRAP values and reducing power (EC<sub>50</sub>) of spinach samples according to cooking process**

Sample	Cooking method	FRAP value (mM/100 g FW <sup>3)</sup> ) <sup>1)</sup>	Reducing power (g FW/ml <sup>2</sup> ) <sup>2)</sup>
Spinach	NB <sup>4)</sup>	$289.00 \pm 3.93^{5)6)}$	$0.18 \pm 0.00^{4)5)}$
	B	$222.59 \pm 1.93^c$	$0.22 \pm 0.00^a$
	S	$698.54 \pm 2.78^a$	$0.05 \pm 0.00^c$

<sup>1)</sup> Expressed as per mM per 100 g fresh weight.

<sup>2)</sup> Expressed as g per ml of fresh weight in solvent.

<sup>3)</sup> FW; fresh weight. <sup>4)</sup> NB; non-blanched, B; blanched, S; seasoned.

<sup>5)</sup> Value are mean±S.D. (n=3).

<sup>6)</sup> a-c Values with different letter within a column differ significantly ( $p < 0.05$ ).

2010). 조리 과정 중 시금치의 환원력은 검체 농도에 따른 항산화 활성 변화곡선으로부터 50% 산화방지제 효과를 얻는 농도인 EC<sub>50</sub> 값으로 나타내었으며, 수율을 대입하여 g FW/ml로 계산하여 Table 4에 나타내었다. 데치기 전 시금치는  $0.18 \pm 0.00$  g FW/ml이었고, 데친 후 시금치는  $0.22 \pm 0.00$  g FW/ml, 무친 후 시금치는  $0.05 \pm 0.00$  g FW/ml로 무친 후 > 데치기 전 > 데친 후 순으로 높은 활성을 나타내었다. Obboh(2004)의 연구에서 모든 생채소의 경우 0.5~1.5의 흡광도를 보였지만, 데친 채소의 경우 0.1~0.6의 흡광도를 보여 채소의 환원력이 데치는 조리법에 의해 감소한다고 보고하였다. Sultana 등(2008)은 조리방법에 따른 야채의 항산화 활성을 평가한 연구에서 데치는 조리 과정은 당근을 제외한 시금치, 양배추, 콜리플라워, 무 등에 함유된 비타민과 환원력의 확연한 감소를 보인다고 하였다.

## 8. Disc diffusion assay에 의한 항균 활성

조리 과정 중 시금치의 항균 활성을 *B. cereus*, *B. subtilis*, *S. aureus*와 같은 3종의 Gram 양성 세균과 *E. cloacae*, *E. coli*, *S. enterica*, *P. aeruginosa*와 같은 4종의 Gram 음성 세균으로 구성해, 총 7종의 세균에 대하여 disc 확산법으로 실시하여 Table 5에 나타내었다. 데치기 전의 시금치는 *S. enterica*균에 대해 항균력을 보였는데 5 mg/disc의 농도에서 8.75 mm, 10 mg/disc의 농도에서 9.25 mm의 clear zone을 형성하였고, *P. aeruginosa*균에 대해서는 5 mg/disc의 농도에서 9 mm, 10 mg/disc의 농도에서 9.25 mm의 clear zone을 형성하였으며, 농도가 높아짐에 따라 clear zone이 넓게 측정됨을 확인할 수 있었으나, 그 외의 균주에 대해서는 항균 활성을 나타내지 않았다. 데친 후의 시금치는 항균 활성 실험에 사용한 모든 균주에서 항균 활성을 나타내지 않았다. 무친 후의 시금치는 *P. aeruginosa*균에 대해서만 10 mg/disc의 농도에서 8.15 mm의 항균 활성이 있는 것

**Table 5. Antibacterial activity of spinach samples according to cooking process**

Microorganism	Size of clear zone (mm)		
	Cooking method	Conc. (mg/disc)	
		5	10
<i>B. cereus</i>	NB <sup>1)</sup>	- <sup>2)</sup>	-
	B	-	-
	S	-	-
<i>B. subtilis</i>	NB	-	-
	B	-	-
	S	-	-
<i>S. aureus</i>	NB	-	-
	B	-	-
	S	-	-
<i>E. cloacae</i>	NB	-	-
	B	-	-
	S	-	-
<i>E. coli</i>	NB	-	-
	B	-	-
	S	-	-
<i>S. enterica</i>	NB	8.75	9.25
	B	-	-
	S	-	-
<i>P. aeruginosa</i>	NB	9	9.25
	B	-	-
	S	-	8.15

<sup>1)</sup> NB; non-blanched, B; blanched, S; seasoned.

<sup>2)</sup> Not detected.

으로 확인되었다. 데친 후 시금치의 항균 활성이 소실된 것으로 보아, 무친 후의 항균 활성은 무치는 과정에서 첨가된 다진 마늘, 다진 파 등의 양념류에 의한 것으로 여겨진다. Kim 등(2012)의 황 함유 채소 에탄올 추출물의 항산화 및 항균 활성 연구 결과에 의하면 마늘의 경우(5 mg/disc), *B. cereus*(22.3 mm) 및 *E. coli*(24.3 mm)에 대해 높은 활성을 나타내었고, 파는 10 mg/disc 농도에서 *E. coli*(10.3 mm)와 *B. cereus*(12.5 mm) 균주에 대해서 항균력을 나타냈다고 보고하였다. Lee 등(36)은 고구마 조리방법 별 생리활성을 측정된 연구에서 생고구마를 습열 및 건열 처리했을 때 *E. coli*, *St. aureus* 균주에서 항균 활성이 절반 수준 이상으로 감소했다고 보고하였다. Kim 등(2004)의 연구에서 조리방법을 달리한 마늘 추출물의 항균 활성은 생마늘의 경우 모든 균에서 항균 활성이 강하였으나, 열처리한 자숙마늘, 구운 마늘, 전자레인지로 익히 마늘에서는 항균 활성이 나타나지 않아, 마늘의 항균성 물질은 가공방법 중 열

처리에 의하여 활성이 급격히 소실된다고 보고하였다.

본 연구에서 조리 과정 중 시금치의 항산화 활성과 항균 활성을 측정한 결과, 항균 활성 측면에서 데치기 전 시금치가 일부의 활성을 나타냈으나, 뚜렷하게 큰 활성을 보이지는 못했다. 그러나 항산화 활성 측면에서는 무친 후 > 데치기 전 > 데친 후의 순으로 활성이 높게 나타났는데, 이는 데치는 과정을 거치면서 비타민을 비롯한 생리활성 물질들이 열로 인하여 파괴되거나, 조리수에 의해 용출되었기 때문이라 사료된다. 시금치를 무치는 과정에서 다진 파, 다진 마늘, 깨소금, 참기름 등의 양념이 첨가되는데, Kim 등(2012)의 연구에 의하면 마늘과 파의 총 폴리페놀 함량은 10 mg/ml의 농도에서 각각 19.41±0.40 mg/ml, 68.83±2.11 mg/ml를 나타내었고, DPPH radical 소거 활성에서 마늘은 75.38±3.81 mg/ml, 파는 32.08±0.36 mg/ml의 IC<sub>50</sub> 값을 보였으며, FRAP value 측정 결과 1 mg/ml의 농도에서 마늘은 0.06±0.01 mM, 파는 0.30±0.02 mM을 나타내었다고 보고하였다. 또한 Kim(2012)은 시금치를 섭취함으로써 결석이 생길수가 있는데, 이를 방지하기 위해서는 필수 아미노산의 하나인 라이신을 섭취하는 것이 효과적이며, 이는 특히 참깨에 많이 함유되어 있어 시금치를 나물로 무칠 때 참깨와 참기름을 넣는 것이 시금치에 부족한 단백질과 지방을 공급하고 결석을 예방하는데 도움을 준다고 하였다. 따라서 무친 후 시금치의 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량과 항산화 활성이 높은 이유는 무치는 과정에서 첨가된 다진 마늘, 다진 파, 깨소금 등의 양념에 의한 것으로 사료되며, 우리나라의 나물 조리법은 익히는 과정에서 열이나 조리수에 의해 비타민 등의 영양소가 손실되지만, 무치는 과정을 거치면서 첨가되는 갖은 양념들로 인하여 실질적으로 섭취하였을 때 조리 전의 채소보다 항산화 활성이 증가되므로, 채소를 나물로 조리한 후 섭취하는 것이 건강적인 측면에서 이로울 것으로 사료된다.

## 요 약

시금치의 조리 과정(non-blanched, blanched, seasoned) 중 총 폴리페놀, 플라보노이드 함량 및 항산화 활성과 항균 활성 변화를 측정하였다. 80% 에탄올에 추출한 시금치의 수율은 데치기 전 1.64%, 데친 후 1.49%, 무친 후 6.01%로 무친 후 > 데치기 전 > 데친 후 순으로 높은 수율을 보였다. 총 폴리페놀 함량은 무친 후가 124.31±1.37 mg GAE/100 g FW로 가장 높았고, 데치기 전 51.24±0.27 mg GAE/100 g FW, 데친 후 42.48±0.53 mg GAE/100 g FW로 데친 후가 가장 낮은 총 폴리페놀 함량을 보였다. 총 플라보노이드 함량에서도 무친 후가 15.60±0.20 mg CHE/100 g FW로 가장 높은 함량을 나타냈다. 무친 후의 시금치는 4가지의 항산화 실험(DPPH assay, ABTS

assay, FRAP assay, Reducing power)에서도 데치기 전이나 데친 후의 시금치보다 우수한 활성을 보였다. 항균 활성 측정 결과, 데치기 전 시금치는 *S. enterica*와 *P. aeruginosa* 두 개의 균에 대해서 5 mg/disc와 10 mg/disc의 두 농도에서 항균 활성을 갖고 있는 것으로 나타났으며, 데친 후 시금치는 항균 활성을 나타내지 않았고, 무친 후 시금치는 *P. aeruginosa*에 대해서만 10 mg/disc의 농도에서 8.15 mm의 clear zone을 형성하였다. 따라서 항균 활성 측면에서는 시금치를 생으로 섭취하는 것이 이로우나, 시금치를 생으로 과다 섭취할 경우, 체내에 결석이 생길 수 있으므로 끓는 물에 시금치를 데쳐 어느 정도의 수산을 제거하는 것이 바람직하다고 사료되며, 시금치를 무치는 과정에서 갖은 양념을 첨가함으로써 데치기 전보다 항산화 활성이 증가하므로, 가능한 무친 후의 시금치를 섭취하는 것이 건강적인 측면에서 이로운 것으로 사료된다.

## 감사의 글

본 연구는 농림수산식품부 한식계화용역연구사업(한식 우수성 · 기능성 연구, 과제번호 912026-1)의 연구비 지원에 의해 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

## References

- Amin I, Norazaidah Y, Hainida KI. 2006. Antioxidant activity and phenolic content of raw and blanched *Amaranthus* species. *Food Chem* 94:47-52
- Amao MB, Cano A, Alcolea JF, Acosta M. 2001. Estimation of free radical-quenching activity of leaf pigment extracts. *Phytochem Anal* 12:138-143
- Benzie IFF, Strain JJ. 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": The FRAP assay. *Anal Biochem* 230:70-79
- Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181:1199-1200
- Catherine NK, Jasper KI, Michael WO, Hans KB, Vellingiri V. 2012. Total phenolic content, antioxidant and antidiabetic properties of methanolic extract of raw and traditionally processed Kenyan indigenous food ingredients. *J Food Sci Technol* 45:269-276
- Choi MJ. 2010. Characterization of nutritional composition of Korean spinach (*Spinacia oleracea* L.) in various cultivated areas. Doctor's Thesis, Youngnam University, Gyeongbuk, Korea
- Choi NS, Oh SS, Lee JM. 2001. Changes of biologically functional compounds and quality properties of *Aster scaber* (Chamchwi) by blanching conditions. *Korean J Food Sci Technol* 33:745-752
- Folin O, Denis W. 1912. On phosphotungstic phosphomolybdic compounds as color reagents. *J Biol Chem* 12:239-243
- Harborne JB, Williams CA. 2000. Advances in flavonoid research since 1992. *Phytochemistry* 55:481-504
- Hong JJ, Ahn TH. 2005. Changes in phytochemical compounds and hazardous factors of spinach by blanching methods. *Korean J Food Sci Technol* 37:268-273
- Hwang ES, Kim GH. 2011. Different cooking methods for Korean cabbage and their effect on antioxidant activity and carotenoid and tocopherol contents. *Korean J Food Cookery Sci* 27:713-721
- Hyon JS, Kang SM, Senevirathne M, Koh WJ, Yang TS, Oh MC, Oh CK, Jeon YJ, Kim SH. 2010. Antioxidative activities of extracts from dried *Citrus sunki* and *C. unshiu* peels. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39:1-7
- Hyun YH, Koo BS, Song CE, Kim DS. 2000. Food Material. Hyungsul Press, Seoul, Korea. pp 87-89
- Jia Z, Tang M, Wu J. 1999. The determination of flavonoid contents in mulberry and they scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chem* 64:555-559
- Kim DM. 2012. Whitening and physiological activities of solvent extracts from fermented flower-buds of *Panax ginseng* CA. Meyer. MS Thesis, Chungnam University, Daejeon, Korea
- Kim JS. 2012. Greens Notebook (*Namul suchup*). Woodumji, Gangnam, Korea. pp 204-205
- Kim KH, Kim HJ, Byun MW, Yook HS. 2012. Antioxidant and antimicrobial activities of ethanol extract from six vegetables containing different sulfur compounds. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41:577-583
- Kim NY, Yoon SJ, Jang MS. 1993. Effect of blanching on the chemical properties of different kind of spinach. *Korean J Soc Food Sci* 9:204-209
- Kim YD, Kim KM, Hur CK, Kim ES, Cho IK, Kim KJ. 2004. Antimicrobial activity of garlic extracts according to different cooking methods. *Korean J Food Preserv* 11:400-404
- Ko SH, Bing DJ, Chun SS. 2013. Quality characteristics of white bread manufactured with *Shinan seomcho* (*Spinacia oleracea* L.) powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42:766-773
- Kwak HS. 2003. Contents of nitrate, organic acid and sugar fractions in *Spinach oleracea* L. as affected by fertilization, harvesting time and cultivation condition. MS Thesis, Dan-



- kook University, Gyeonggi, Korea
- Lee YM, Bae JH, Kim JB, Kim SY, Chung MN, Park MY, Ko JS, Song J, Kim JH. 2012. Changes in the physiological activities of four sweet potato varieties by cooking condition. *Korean J Nutr* 45:12-19
- Meada N, Hada T, Murakami-Nakai C, Kuriyama I, Ichikawa H, Fukumori Y, Hiratsuka J, Yoshida H, Sakaguchi K and Mizushima Y. 2005. Effects of DNA polymerase inhibitory and antitumor activities of lipase-hydrolyzed glycolipid fractions from spinach. *J Nutr Biochem* 16:121-128
- Min HS. 1998. Changes of folate content in spinach by cooking and storage (The comparisons of thermal destruction and loss of folate into cooking water by blanching time of spinach). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27:286-290
- Oboh G. 2004. Effect of blanching on the antioxidant properties of some tropical green leafy vegetables. *Science Direct* 38: 513-517
- Oyaizu M. 1986. Studies on product of browning reaction prepared from glucose amine. *Jap J Nutr* 44:307-315
- Papetti A, Daglia M, Gazzani G. 2002. Anti and pro-oxidant water soluble activity of *Chicorium* genus vegetables and effect of thermal treatment. *J Agric Food Chem* 50:4696-4704
- Park JY, Heo JH, Shin HM, Kwon YK, Lee JM, Chung SK, Lee SH. 2007. *Spinacia oleracea* extract protects against chemical-induced neuronal cell death. *Korean J Food Preserv* 14:425-430
- Park NY. 2001. Estimation of daily per capita intake of total phenolics, total flavonoids and antioxidant capacity from the most consumed fruits and vegetables in the Korean diet. MS Thesis, KyungHee University, Seoul, Korea
- Pellegrin N, Roberta R, Min Y, Catherine RE. 1998. Screening of dietary carotenoids and carotenoid-rich fruit extract for antioxidant activities applying 2,2'-azinobis (3-ethylenbenzothiazoline-6-sulfonic acid) radical cation decolorization assay. *Method Enzymol* 299:379-389
- Price KR, Bacon JR, Rhodes MJC. 1997. Effect of storage and domestic processing on the content and composition of flavonol glucosides in onion (*Allium cepa*). *J Agric Food Chem* 45:938-942.
- Sa YJ, Kim JS, Kim MO, Jeong HJ, Yu CY, Park DS, Kim MJ. 2010. Comparative study of electron donating ability, reducing power, antimicrobial activity and inhibition of  $\alpha$ -glucosidase by sorghum bicolor extracts. *Korean J Food Sci Technol* 42:598-604
- Seo JH, Kang HW, Han JS. 2012. Quality characteristics of jajang noodles with added spinach. *J East Asian Soc Dietary Life* 22:278-289
- Shin YM, Kwon OY, Lee KJ, Kim HY, Kim MR. 2005. Storage characteristics of tofu added with spinach juice. *Chungnam J Human Ecology* 18:75-82
- Sultana B, Anwar F, Iqbal S. 2008. Effect of different cooking methods on the antioxidant activity of some vegetables from Pakistan. *Int J Food Sci Technol* 43:560-567
- Yadav SK, Sehgal A. 1995. Effect of home processing on ascorbic acid and beta-carotene content of spinach (*Spinachia oleracea*) and amaranth (*Amaranthus tricolor*) leaves. *Plant Foods for Hum Nutr* 47:125-131
- Yoo YJ. 1995. Mineral contents of spinach and broccoli blanched by conventional method. *Korean J Soc Food Sci* 11:337-341
- Zhao J, Dixon RA. 2010. The 'ins' and 'outs' of flavonoid transport. *Trends Plant Sci* 15:72-80

접 수 : 2013년 10월 18일  
 최종수정 : 2013년 12월 4일  
 채 택 : 2014년 3월 1일