

## 조리과정 중 콩나물의 항산화 활성 비교

박초희 · 김경희 · 육홍선<sup>†</sup>

충남대학교 식품영양학과

### Comparison of Antioxidant Activities in Soybean Sprout according to Preparation and Cooking Process

Cho-Hee Park, Kyoung-Hee Kim, and Hong-Sun Yook<sup>†</sup>

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

**ABSTRACT** This study was conducted to investigate extract, total phenolic compounds, total flavonoid compounds, free radical scavenging activities (DPPH assay, ABTS assay), and reducing power (Oyaizu's assay, FRAP assay) of soybean sprout according to cooking process (non-blanching, blanching, seasoning). This research was carried out in order to demonstrate the superiority of Korean traditional cooking methods 'Namul'. Soybean sprout sample extracts were prepared using 80% ethanol extraction. Extract yield of non-blanching soybean sprout was 1.42% while that of blanching soybean sprout was 0.65%. On the other hand, the yield of seasoning soybean sprout was 6.50%. Total contents of phenolic compound and total flavonoid seasoning soybean sprout were 79.52±1.41 mg GAE/100 g FW (fresh weight) and 6.21±0.16 mg CE/100 g FW, respectively. Seasoning soybean sprout extracts showed higher contents compared to non-blanching and blanching sprout extracts. Total antioxidant activities were in the order of seasoning soybean sprout > non-blanching soybean sprout > blanching soybean sprout. The overall results of this study demonstrate that cooked soybean sprout by seasoning would be the most efficient way to ingest antioxidant compounds.

**Key words:** soybean sprout, cooking process, antioxidant compounds, antioxidant activities

## 서 론

대두(*Glycine max* L. Merrill)는 콩과식물로 만주지방이 원산지이며, 기원전 4~5세기경에 이미 우리나라에서 재배되어온 것으로 기록되어 있다. 대두를 발아시킨 콩나물은 고려시대 이전부터 식용으로 이용되어 온 우리나라 고유의 전통식품으로 생육기간이 짧고, 재배가 손쉬울 뿐만 아니라 저렴한 가격의 대중적인 식품이다(1). 콩나물은 기르기가 쉬워서 생채소가 없던 겨울에 길러 섭취했고 과거에는 가정에서 자가 재배하여 소비하였으나 최근 외식산업 및 단체급식의 성장으로 대량 수요처가 생기면서 재배, 생산 및 포장까지 자동화된 설비에서 대량 생산하는 식으로 급격하게 변화하였다(2,3). 콩나물을 비롯한 간장, 된장, 두부 등 콩 가공식품을 많이 섭취하는 아시아인들이 서양인에 비해 성인병 발생 빈도가 낮은 것으로 알려지면서 미국을 비롯한 서양 각국에서도 대두의 가공식품에 대한 관심이 높아지고 있다(4,5). 특히 미국에서는 대두 및 곡류 발아식품에 대한 인기가 높아지고 있어 향후 대두 발아식품인 콩나물에 대한 관심과 소비도 증가될 것으로 생각된다(6,7). 콩나물은 생장과정 중 지

질이 현저히 감소하는 반면 섬유소는 증가하고 콩나물 머리에는 비타민 A와 C가 풍부하게 함유되어 있어 감기와 몸살에 효과적이며 전분이 당당류로 분해되어 소화율이 우수한 영양식품이다(8). 또한 콩나물에는 알코올의 분해를 돕는 조효소의 생성을 도와주는 aspartic acid가 전체 아미노산의 60~70%를 함유하고 있는데, 콩나물의 뿌리부위에 87% 이상이 함유되어 있고 간의 해독을 도와 숙취를 해소하는 기능이 탁월하여(8) 가정에서는 주로 콩나물을 국, 나물, 찜, 찌개, 콩나물 밥 등으로 조리하여 섭취한다.

서양에서는 주로 채소를 익히지 않고 드레싱을 곁들여서 샐러드로 섭취하는 반면에 동양에서는 데치거나 볶은 후 양념을 첨가하여 나물로 섭취하는 것이 일반적이다. 나물은 데치거나 볶는 조리과정을 거치면서 데치기 전에 비해 부피가 감소하며 조리하는 과정 중 열에 의해 비타민, 미네랄, 효소 등의 영양소 손실을 초래한다는 단점이 있다. 그러나 나물은 열처리하여 조리하는 과정에서 부피가 줄어들므로 그만큼 더 많은 양의 나물을 섭취할 수 있으며, 생으로 섭취하기 어려운 콩나물, 머위, 취나물 등의 채소를 익힌 후 고추장, 된장, 파, 마늘 등 갖은 양념을 첨가함으로써 섭취를 보다 용이하게 만들어 주고 다양한 종류의 나물을 섭취할 수 있게 하는 장점을 가진다. 콩나물에 관한 선행연구로는 콩나물의 재배방법에 대한 연구(9), 저장 중 품질 변화(7) 및 재배기간

Received 26 September 2013; Accepted 14 February 2014

<sup>†</sup>Corresponding author.

E-mail: yhsuny@cnu.ac.kr, Phone: +82-42-821-6840

에 따른 콩나물의 아미노산 변화(10) 등 다양한 시도가 이루어지고 있으며, 이외에도 식품으로써 콩나물에 대한 연구로는 콩나물국의 품질특성(11), 가열처리에 의한 식이섬유 함량 변화(12) 등이 있다. 콩나물은 특유의 이취로 인해 그대로 이용하지 못하고 여러 방법으로 가열 조리하여 섭취하게 되는데 그 조리하는 방법에 따라 수용성비타민, 무기질, 수용성 질소, 당분 따위가 조리과정 중에 상당량 변하게 된다(13). 그러므로 조리과정에 관한 콩나물의 품질특성 및 항산화 활성 연구가 필요하나 이에 관한 연구는 매우 부족한 실정이다. 따라서 본 연구는 나물의 여러 가지 조리방법 중 데치는 과정이 나물의 생리활성 물질 및 항산화 성분을 감소시켜 낮은 항산화 효과를 나타내므로 나물의 영양성분 및 기능성 성분의 보안을 위해서 조리과정의 변화가 반드시 필요하다고 사료되어 콩나물을 대중적인 조리방법인 무침으로 조리한 후 콩나물의 조리 전후 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량과 항산화 활성을 평가하여 우리나라 고유음식인 나물에 대한 장점을 도출해내고자 한다.

## 재료 및 방법

### 재료

본 실험에 사용된 콩나물은 충북 음성에서 재배된 것으로 대전 유성구의 대형마트에서 구입하여 사용하였다. 콩나물은 구입 후 3일 이내에 사용하였으며 재료의 전처리는 수돗물로 2~3회 수세하여 거즈로 물기를 제거한 뒤 각각 300 g씩 무게를 재어 조리과정에 맞춰 실험에 사용하였다.

### 조리방법

콩나물의 이물질을 제거하고 깨끗이 씻은 후 300 g씩 취하여 데치기 전, 데친 후, 무침 후로 조리과정을 나눠서 실험하였으며 데치기 전 신선한 상태의 콩나물을 대조군으로 사용하였다. 데치는 방법은 콩나물 300 g을 냄비에 넣고 콩나물 무게의 5배에 해당하는 물을 부어 센 불에서 20분간 삶은 후 바로 찬물에 행구고 체에 10분 정도 받친 다음 키친타올로 물기를 제거하여 시료로 사용하였다. 콩나물 무침은 시중의 요리책 및 인터넷, 조리 관련 교과서 등을 참조하여 제조하였다. 데친 콩나물을 불에 담은 뒤 소금 2 g, 다진 파 15 g, 다진 마늘 10 g, 깨소금 10 g, 고춧가루 10 g, 참기름 15 g을 넣고 잘 버무린 후 시료로 사용하였다.

### 시약 및 기기

본 연구에 사용된 시약은 ABTS(2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt), TPTZ(2,4,6-tris(2-pyridyl)-s-triazine), Folin-Ciocalteu's phenol reagent, gallic acid, dimethyl sulfoxide (DMSO)는 Sigma-Aldrich Co.(St. Louis, MO, USA) 제품을 사용하였고 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.

### 콩나물의 에탄올 추출물 제조 및 수율

조리과정을 다르게 한 콩나물을 세절하여 콩나물 무게의 9배에 해당하는 80% 에탄올을 부어 실온에서 24시간 동안 방치한 다음 추출하여 여과지(Whatman No.4, Whatman, Maidstone, UK)로 감압 여과하였다. 여액을 30°C 수욕상에서 감압·농축기로 용매를 제거하고 동결건조 하여 수율을 계산한 다음 -3°C 이하로 냉동보관 하면서 실험에 사용하였다.

### 총 폴리페놀 함량

총 폴리페놀화합물 함량은 페놀성 물질인 phosphomolybdic acid와 반응하여 청색을 나타내는 원리를 이용한 Folin-Denis(14) 방법을 이용하여 측정하였다. 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 Spectrophotometer 765 nm에서 흡광도를 측정하였다. Gallic acid를 이용하여 표준곡선을 작성한 후 이 검량곡선으로부터 추출수율을 이용하여 FW 100 g당 총 폴리페놀 함량을 gallic acid 함량(GAE)으로 구하였다.

### 총 플라보노이드 함량

총 플라보노이드 함량은 Zhishen(15)의 방법을 이용하여 측정하였다. 조리과정에 따른 콩나물은 예비실험을 거친 후 각각의 시료 특성에 맞게 50~100 mg/mL의 농도로 DW에 용해시켜 교반(150 rpm, 2 hr, 25°C)한 후 원심분리(3,000 rpm, 20 min) 한 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 추출수율을 대입하여 시료 100 g당 mg catechin hydrate 함량(CE)으로 나타내었다.

### DPPH radical 소거활성 측정

조리법에 따른 콩나물 추출물의 전자공여능은 DPPH를 이용하여 시료의 radical 소거활성을 측정하는 Blois법(16)을 활용하였다. 조리과정을 다르게 한 콩나물 추출물로 예비실험을 거친 후 시료의 특성에 맞게 2 mg/mL~10 mg/mL 범위 안에서 4가지 농도로 제조한 시료 1 mL에 0.2 mM DPPH 1 mL를 가하고 vortex mixer로 10초간 진탕한 후 암실에서 30분간 방치한 후 spectrophotometer를 이용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 아래의 식을 이용하

여 각 시료의 농도별 free radical scavenging activity 곡선을 그린 뒤, 50% 산화방지제 효과를 얻는 농도인 EC<sub>50</sub>(effective concentration of 50%)으로 나타내었다.

DPPH radical scavenging activity (%)=

$$\left(1 - \frac{\text{sample absorbance}}{\text{control absorbance}}\right) \times 100$$

### ABTS radical 소거활성 측정

ABTS radical 소거활성의 측정은 Fellegrini 등(17)의 방법에 의해 측정되었다. 즉 7 mM ABTS와 140 mM K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>을 5 mL : 88 μL로 섞어 어두운 곳에 14~16시간 방치시킨 후, 이를 absolute ethanol과 1:88의 비율로 섞어 734 nm에서 대조구의 흡광도 값을 조절한 다음 ABTS solution으로 사용하였다. 추출물로 예비실험을 거친 후 시료의 특성에 맞게 4가지 농도로 제조한 시료 50 μL와 ABTS solution 1 mL를 30초 동안 섞은 후 2.5분간 암실에 방치시켜 734 nm에서 흡광도를 측정하였으며 무처리구와 처리구의 값을 비교하여 free radical 소거활성을 결정하였다. 이때 EC<sub>50</sub>(g fresh weight/mL)은 아래의 식을 이용하여 각 시료의 농도별 free radical scavenging activity 곡선을 그린 뒤, 50%의 산화방지제 효과를 얻는 값으로 구하였다.

ABTS radical scavenging activity (%)=

$$\left(1 - \frac{\text{sample absorbance}}{\text{control absorbance}}\right) \times 100$$

### FRAP(ferric-reducing antioxidant potential) value 측정

FRAP value 측정은 Benzie과 Strain(18)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 TPTZ 2.5 mL와 20 mM ferric chloride hexahydrate (FeCl<sub>3</sub>·6H<sub>2</sub>O) 2.5 mL를 가하여 제조하였다. 제조된 900 μL FRAP reagent에 2.5 mg/mL의 농도로 용해시킨 시료 30 μL와 DW 90 μL를 넣은 다음 37°C에서 10분간 반응시키고 593 nm에서 흡광도를 측정한 후 0.125, 0.25, 0.5, 1, 2.5 및 5 mM의 농도로 반복하여 작성한 FeSO<sub>4</sub>의 검량식에 대입하여 환산하였다.

### Reducing power 측정

Reducing power는 Oyaizu(19)의 방법에 따라 측정하였다. 농도를 달리한(1, 2, 4, 6, 8 mg/mL) 시료 1 mL에 200 mM sodium phosphate buffer(pH 6.6) 1 mL와 1% po-

tassium 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 원심분리 하여 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 EC<sub>50</sub>(g fresh weight/mL)으로 계산하였다.

### 통계 처리

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

## 결과 및 고찰

### 콩나물의 에탄올 추출물 수율

콩나물의 조리과정 중 항산화 효과 비교를 알아보기 위해 콩나물을 데치기 전, 데친 후, 무친 후로 나누어 조리한 후 세절하고 80% 에탄올로 추출하여 감압 농축한 다음 고형분 함량을 추출수율(dry basis, %)로 계산하여 조리과정에 따른 콩나물 무게의 변화와 함께 Table 1에 나타내었다. 조리과정 중 콩나물의 무게 변화는 데치기 전(300 g)> 무친 후(276 g)> 데친 후(258 g) 순으로 높게 나타났으나 동결건조된 콩나물 시료의 무게는 무친 후(17.94 g)> 데치기 전(4.26 g)> 데친 후(1.60 g) 순으로 높게 나타났다. 조리과정 중 콩나물의 추출수율은 무친 후(6.50%)> 데치기 전(1.42%)> 데친 후(0.65%) 순으로 높게 나타났다. 데친 후 콩나물이 가장 낮은 무게와 수율을 나타낸 것은 데치는 중에 콩나물에 함유되어 있던 수용성 성분이 조리수와 열에 의해 용출되었을 것이라 사료되고 무친 후가 데친 후보다 많은 무게와 수율을 보인 것은 조리과정 중에 첨가된 고춧가루, 다진 마늘, 다진 파, 깨소금 등의 부재료에 의한 것이라 사료되며 첨가되어진 양념의 양에 비해 무친 후 적은 무게를 나타낸 것은 조리과정 중 나트륨에 의해 콩나물과 양념에 첨가되어 있던 수분이 빠져나왔기 때문으로 사료된다. Kim(20)의 연구에서는 조리 중 생채의 소금 절임이나 숙채의 데치기에 의하여 무게가 감소한다고 보고하였다.

**Table 1.** Extraction yield of 80% ethanol extract from soybean sprout samples according to cooking process

Sample	Cooking process <sup>1)</sup>	Fresh sample (g)	Cooked sample weight (g)	Freeze dried extract weight (g)	Extraction yield (%) <sup>2)</sup>
Soybean sprout	NB	300	300	4.26	1.42
	B		258	1.60	0.65
	S		276	17.94	6.50

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

### 총 폴리페놀 함량

폴리페놀계 물질들은 한 분자 내에 2개 이상의 phenolic hydroxyl(-OH) 기를 가진 방향족 화합물로서 식물체에 특수한 색깔을 부여하고 충치예방, 고혈압억제, 항산화, 항암 등의 다양한 생리활성을 가진다(21). 본 실험에서 조리과정 중 콩나물의 총 페놀 함량을 알아보기 위해 gallic acid를 표준용액으로 하여 작성한 표준곡선과 수율을 적용해 조리한 콩나물을 mg GAE/100 g FW로 Table 2에 나타내었다. 본 실험에서 조리과정을 다르게 한 콩나물의 총 폴리페놀 함량은 무친 후가 79.52±1.41 mg GAE/100 g FW로 가장 높았고, 데치기 전이 30.86±0.09 mg GAE/100 g FW, 데친 후가 14.54±0.02 mg GAE/100 g FW로 데친 후의 경우 데치기 전보다 페놀 함량이 감소하는 경향을 보였다. Chung과 Kim(22)은 조리법에 따른 국내산 마늘종의 페놀 함량을 측정하였는데 페놀화합물의 함량이 고추장 절임, 간장 절임, 데치기, 볶음 처리 순으로 낮아졌다. 이는 높은 페놀화합물 함량을 가진 채소들이 데치기, 볶음처리, 전자레인지 등의 열처리로 총 페놀화합물 함량이 감소하였다는 Ismail 등(23), Barroga 등(24), Cheigh 등(25)의 연구 보고들과 일치하였다. Park(26)은 한국인의 식생활에서 가장 많이 소비되는 채소인 bean sprout, Chinese cabbage, cabbage, lettuce 등으로 총 페놀 함량을 비교하였는데 각각 83.96±7.94 mg GAE/100 g FW, 45.33±9.16 mg GAE/100 g FW, 41.61±1.55 mg GAE/100 g FW, 133.75±74.04 mg GAE/100 g FW로 보고하여 본 연구 결과보다 많은 총 페놀 함량을 보였는데 이는 사용된 콩나물의 종류, 추출 방법 및 실험 방법 등에 의한 차이라고 사료된다. 또한 무친 후의 콩나물이 다른 조리군에 비해 높은 총 페놀 함량을 나타낸 것은 콩나물을 무치는 과정에서 다진 마늘, 다진 파, 깨소금, 고춧가루 등의 양념이 첨가되어지는데, 황 함유 채소의 항산화 활성을 연구한 Kim 등(27)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 나타냈다고 보고되며, 고추의 총 폴리페놀 함량을 연구한 Kang(28)에 의하면 고추 추출물 1 mg/mL의 농도에서 20.8 nmol gallic acid equivalent를 나타냈다고 보고하였다. 따라서 무친 후 콩나물의 총 폴리페놀 함량이 높은 이유는 무치는 과정에서 첨가된

**Table 2.** Total phenolic contents in the soybean sprout samples according to cooking process

Sample	Cooking process <sup>1)</sup>	Total polyphenol contents (mg GAE/100 g FW <sup>2),3)</sup>
Soybean sprout	NB	30.86±0.09 <sup>b4),5)</sup>
	B	14.54±0.02 <sup>c</sup>
	S	79.52±1.41 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>NB: non-blanching, B: blanching, S: seasoned.

<sup>2)</sup>FW: fresh weight.

<sup>3)</sup>Expressed as mg gallic acid equivalent (GAE) per 100 g of fresh weight.

<sup>4)</sup>Value are mean±SD (n=3).

<sup>5)</sup>Values with different letter (a-c) differ significantly ( $P<0.05$ ).

다진 마늘, 다진 파, 깨소금, 고춧가루 등의 양념에 의해 기인된 것으로 사료된다.

### 총 플라보노이드 함량

본 실험에서 조리과정을 다르게 한 콩나물의 총 플라보노이드 함량을 알아보기 위해 catechin을 표준용액으로 하여 작성한 표준곡선과 수율을 적용하여 조리과정을 다르게 한 콩나물의 100 g FW당 총 플라보노이드의 함량을 조사하여 Table 3에 나타내었다. 본 실험에서 콩나물의 총 플라보노이드 함량은 데치기 전 4.09±0.05 mg CE/100 g FW, 데친 후 0.58±0.00 mg CE/100 g FW, 무친 후 6.21±0.16 mg CE/100 g FW로 콩나물을 무친 후 플라보노이드 함량이 가장 높게 나타났다. 조리과정 중 콩나물의 총 플라보노이드 함량은 총 페놀 함량의 결과와 같았다. Choi 등(29)은 데침 조건에 따른 참취의 생리활성 및 품질 변화에서 데침 시간이 증가함에 따라 플라보노이드의 함량이 낮아지는 경향을 보인다고 하였으며, 채소의 조리방법도 중요하지만 데치는 시간도 플라보노이드와 총 페놀 함량에 영향을 미칠 수 있다고 보고하였다. Park(26)의 연구에서는 생콩나물의 플라보노이드 함량이 5.93±2.38 mg CE/100 g FW로 본 연구보다 높은 함량을 갖고 있었다. 이는 시료의 원산지, 추출방법 및 실험절차 등의 요인에 따라 함량의 차이를 보이는 것으로 사료된다.

서양에서는 주로 채소를 샐러드나 쎌 불에서 볶은 후 소금, 후추 등으로 양념하여 섭취하는 반면에 한국에서는 국으로 해먹거나 데친 다음 파, 마늘, 고춧가루, 깨소금 등의 양념을 첨가하여 섭취하는 것이 일반적이다. 본 연구에서는 콩나물의 총 폴리페놀과 플라보노이드 함량이 데친 후 가장 낮게 나타났으나 무치는 과정을 거치면서 그 함량이 데치기 전보다 증가하였다. 이는 콩나물에 함유되어 있던 생리활성 물질이 데치는 과정을 거치면서 조리수나 열에 의해 손실되었으나 무치는 과정을 거치면서 첨가되어진 양념으로 인하여 다시 증가한 것으로 사료된다.

### DPPH radical 소거활성

DPPH 전자 공여능은 활성 radical에 전자를 공여하여 지방질 산화를 억제시키는 척도로 사용되고 있을 뿐만 아니라

**Table 3.** Total flavonoid contents in the soybean sprout samples according to cooking process

Sample	Cooking process <sup>1)</sup>	Total flavonoid contents (mg CE/100 g FW <sup>2),3)</sup>
Soybean sprout	NB	4.09±0.05 <sup>b4),5)</sup>
	B	0.58±0.00 <sup>c</sup>
	S	6.21±0.16 <sup>a</sup>

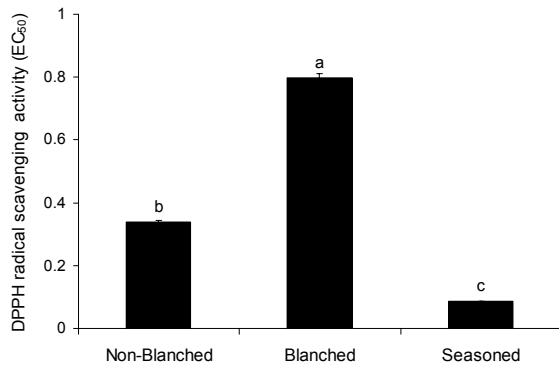
<sup>1)</sup>NB: non-blanching, B: blanching, S: seasoned.

<sup>2)</sup>FW: fresh weight.

<sup>3)</sup>Expressed as mg catechin hydrates equivalent (CE) per 100 g of fresh weight.

<sup>4)</sup>Value are mean±SD (n=3).

<sup>5)</sup>Values with different letters (a-c) differ significantly ( $P<0.05$ ).

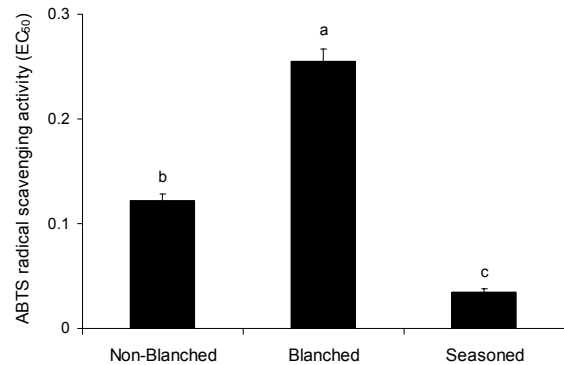


**Fig. 1.** DPPH EC<sub>50</sub> value of soybean sprout samples according to cooking process. Expressed as g per mL of fresh weight in solvent (in DW), each value is expressed as mean±SD (n=3). Means with different letters (a-c) in the soybean sprout are significantly different ( $P<0.05$ ).

인체 내에서 활성 radical에 의한 노화를 억제하는 작용의 척도로 이용되고 있다(30). 조리과정 중 콩나물의 DPPH radical 소거활성은 Fig. 1과 같으며, 검체 농도에 따른 항산화 활성 변화곡선으로부터 50% 산화방지제 효과를 얻는 농도인 EC<sub>50</sub>으로 나타내었으며 수율을 대입하여 g FW/mL로 계산하였다. 콩나물의 EC<sub>50</sub>값은 데치기 전이 0.339±0.004 g FW/mL, 데친 후 0.797±0.013 g FW/mL, 무친 후 0.086±0.001 g FW/mL로 무친 후의 조리과정을 거친 콩나물에서 높은 활성을 나타내었다. Hwang과 Kim(31)의 연구에서는 신선한 배추에 비해 끓이거나 찌는 조리법을 통해 다소 높은 radical 소거활성을 보였으나 조리시간과 radical 소거활성은 통계적으로 유의성 있는 상관관계를 나타내지 않았다고 보고하였다. Oboh(32)는 채소를 데침에 있어서 모든엽채류에 함유되어 있는 free radical scavenging ability가 감소한다고 하였으며 이는 끓이는 과정에서 항산화 물질이 비활성으로 변화하기 때문이라고 보고하였다. 콩나물을 무치는 과정에서 다진 마늘, 다진 파, 깨소금, 고춧가루 등의 양념이 첨가되어지는데 황 함유 채소의 항산화 활성을 연구한 Kim 등(27)의 연구에 의하면 마늘과 파의 DPPH radical 소거활성이 마늘은 75.38±3.81 mg/mL, 파는 32.08±0.36 mg/mL의 IC<sub>50</sub>값을 나타냈다고 보고하였고 Kang(28)은 고추의 DPPH radical 소거활성이 10 mg/mL의 농도에서 76.4%의 radical 소거활성을 나타낸다고 보고하였다. 또한 참깨에 다량 함유된 항산화 성분 리그난 화합물인 세사민은 *in vitro*에서는 항산화 활성을 나타내지 않지만 *in vivo*에서는 항산화 활성을 나타낸다고 보고되고 있다(33). 따라서 무친 후 콩나물의 radical 소거활성이 높은 이유는 무치는 과정에서 첨가된 다진 마늘, 다진 파, 깨소금, 고춧가루 등의 양념에 의해 기인된 것으로 사료된다.

#### ABTS radical 소거활성

콩나물의 조리과정을 다르게 하여 ABTS radical 소거활성을 평가한 결과는 50% 산화방지제 효과를 얻는 농도인



**Fig. 2.** ABTS EC<sub>50</sub> value of soybean sprout samples according to cooking process. Expressed as g per mL of fresh weight in solvent (in DW), each value is expressed as mean±SD (n=3). Means with different letters (a-c) in the soybean sprout are significantly different ( $P<0.05$ ).

EC<sub>50</sub>값으로 각 시료의 농도에 따른 검량선에 흡광도 값을 적용하여 계산한 다음 수율을 대입하여 g FW/mL로 계산하였다. Fig. 2와 같이 데치기 전에는 0.122±0.006 g FW/mL, 데친 후는 0.255±0.012 g FW/mL, 무친 후는 0.035±0.003 g FW/mL의 ABTS radical 소거활성을 보여, 데친 후의 콩나물이 50% 활성을 나타내기 위해 가장 많은 시료가 필요하였다. 조리법을 달리한 콩나물에서 데치기 전과 데친 후보다 무친 후에서 높은 활성을 나타내는 것을 확인할 수 있었다. Hwang과 Kim(31)의 연구에서 조리방법에 따른 항산화 활성을 평가한 결과 신선한 배추 추출물에 비해 1분과 5분 동안 끓이는 경우 ABTS radical 소거활성이 유의적으로 증가하였으나, 10분 동안 끓이는 경우에는 오히려 ABTS radical 소거활성이 감소한 것을 볼 수 있다고 보고하였다. 콩나물을 무치는 과정 중에 다진 마늘, 다진 파, 고춧가루 등의 갖은 양념이 첨가되어지는데, 황 함유 채소의 항산화 활성을 연구한 Kim 등(27)의 연구에 의하면 마늘과 파의 ABTS radical 소거활성이 10 mg/mL 농도에서 각각 21.06±0.08%, 33.17±0.08%로 나타낸다고 보고하였으며, Kwon(34)의 품종별 고추 메탄올 추출물의 ABTS radical 소거활성을 IC<sub>50</sub>값으로 측정된 결과, 모든 품종에서 600 ppm, 70% 이상의 활성을 가지므로 우수한 항산화 활성을 가진다고 보고하였다. 따라서 다른 군에 비해 무친 후의 콩나물이 높은 radical 소거활성을 보인 것은 무치는 과정 중 첨가되어진 양념 때문으로 사료된다.

#### FRAP value 측정

FRAP value의 측정은 낮은 pH에서 환원제에 의해 ferric tripyridyltriazine(Fe<sup>3+</sup>-TPTZ) 복합체가 파란색의 ferrous tripyridyltriazine(Fe<sup>2+</sup>-TPTZ)으로 환원되는 원리를 이용하였다(18). 이 실험 방법은 환원되는 원리를 이용한 것으로 대부분의 항산화제가 환원력을 가지고 있다는 점을 착안하여 고안되어진 방법이다. 실험 결과 100 g FW당 콩나물 시료의 FRAP value는 데치기 전 156.13±1.97 mM/

**Table 4.** FRAP values of soybean sprout samples according to cooking process

Sample	Cooking process <sup>1)</sup>	FRAP value (mM/100 g FW <sup>2)</sup> ) <sup>3)</sup>
Soybean sprout	NB	156.13±1.97 <sup>b4),5)</sup>
	B	67.09±1.57 <sup>c</sup>
	S	354.30±1.50 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>NB: non-blanching, B: blanching, S: seasoning.

<sup>2)</sup>FW: fresh weight.

<sup>3)</sup>Expressed as per mM per 100 g fresh weight.

<sup>4)</sup>Value are mean±SD (n=3).

<sup>5)</sup>Values with different letters (a-c) differ significantly ( $P<0.05$ ).

100 g FW, 데친 후 67.09±1.57 mM/100 g FW, 무친 후 354.30±1.50 mM/100 g FW로 무친 후의 조리과정이 가장 높게 나타났다(Table 4). Jon 등(35)의 연구에서는 콜리플라워의 조리방법을 다르게 하여 FRAP value를 측정된 결과, 삶기>데치기>찌기 순으로 삶기에서 항산화 관련 물질의 감소가 가장 높은 것으로 나타났으며 일반적으로 물을 이용한 모든 조리과정에서는 항산화 관련 물질이 감소하였다고 보고하였다. 무친 후 콩나물이 높은 FRAP value를 보인 것은 조리과정 중 첨가되어진 부재료 때문으로 사료되어지는데, Kim 등(27)의 황 함유 채소 에탄올 추출물의 FRAP value 측정에 의하면 1 mg/mL의 농도에서 마늘은 0.06±0.01 mM, 파는 0.30±0.02 mM을 나타내었다고 보고하였으며, Kwon(34)은 품종별 고추 메탄올 추출물의 FRAP value가 500 ppm에서 0.34 mM~0.51 mM을 보여 우수한 항산화 활성을 나타낸다고 보고하였다.

### Reducing power

이 실험은 700 nm에서 ferric-ferricyanide( $Fe^{3+}$ ) 혼합물이 수소를 공여하여 유리라디칼을 안정화시켜 ferrous ( $Fe^{2+}$ )로 전환하는 환원력을 흡광도 값으로 나타낸 것이다. 항산화 작용의 여러 가지 기작 중에서 활성 산소종 및 유리기에 전자를 공여하는 능력이 환원력이므로 이를 특정하여 항산화 활성을 검정하는 수단으로 이용할 수 있으며, 환원력이 강할수록 녹색에 가깝게 발색되므로 항산화 활성이 큰 물질일수록 높은 흡광도 값을 나타낸다(36). 콩나물의 reducing power는 검체 농도에 따른 항산화 활성 변화곡선으로부터 50% 산화방지제 효과를 얻는 농도인  $EC_{50}$ 값으로 나타내었으며 수율을 대입하여 g FW/mL로 계산하였다. 산화방지제 효과를 50% 나타내기 위해 필요한 콩나물은 데치기 전 0.24±0.00 g FW/mL였고 데친 후 0.65±0.00 g FW/mL, 무친 후 0.11±0.00 g FW/mL로 무친 후의 콩나물에서 높은 활성을 나타내었다(Table 5). Oboh(32)의 연구에서는 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.

콩나물의 조리과정을 다르게 하였을 경우 무친 후> 데치기 전> 데친 후의 순으로 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량

**Table 5.**  $EC_{50}$  values of reducing power of soybean sprout samples according to cooking process

Sample	Cooking process <sup>1)</sup>	$EC_{50}$ value (g FW <sup>2)</sup> /mL) <sup>3)</sup>
Soybean sprout	NB	0.24±0.00 <sup>b4),5)</sup>
	B	0.65±0.00 <sup>a</sup>
	S	0.11±0.00 <sup>c</sup>

<sup>1)</sup>NB: non-blanching, B: blanching, S: seasoning.

<sup>2)</sup>FW: fresh weight.

<sup>3)</sup>Expressed as g per mL of fresh weight in solvent.

<sup>4)</sup>Value are mean±SD (n=3).

<sup>5)</sup>Values with different letters (a-c) differ significantly ( $P<0.05$ ).

과 항산화 활성이 높게 나타났는데, 이는 데치는 조리과정을 거치면서 콩나물에 함유된 항산화 물질들이 조리수나 열에 의해 손실되었기 때문이라 사료된다. 그러나 무친 후 콩나물의 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량과 항산화 활성이 높은 이유는 무치는 과정에서 첨가된 다진 마늘, 다진 파, 깨소금, 고춧가루 등의 양념에 의해 기인된 것으로 사료되며, 우리나라의 나물 조리법은 익히는 과정에서 열에 의해 비타민, 미네랄, 효소 등의 영양소가 손실되지만 무치는 과정을 거치면서 첨가되는 갖은 양념들로 인하여 실질적으로 섭취하였을 때 조리 전의 채소보다 항산화 활성이 증가되므로 야채를 나물로 조리한 후 섭취하는 것이 건강적인 측면에서 이로울 것으로 사료된다.

## 요 약

본 연구는 조리과정 중의 콩나물을 데치기 전, 데친 후, 무친 후로 나누어 조리한 뒤 항산화 관련 물질의 함량과 항산화 효능을 비교 측정하여 한국 고유의 조리방법인 나물의 우수성을 알리고자 하였다. 조리과정을 달리한 콩나물을 80% 에탄올에서 추출한 수율은 데치기 전 1.42%, 데친 후 0.65%, 무친 후 6.50%로 무친 후가 가장 높았다. 총 폴리페놀 함량은 무친 것이 79.52±1.41 mg GAE/100 g FW로 가장 높았으며 총 플라보노이드의 경우에도 무친 것이 6.21±0.16 mg CE/100 g FW로 가장 높은 함량을 보였다. 4가지의 항산화 활성(DPPH assay, ABTS assay, FRAP assay, reducing power)에서도 무친 후의 콩나물이 가장 우수한 활성을 보였고 데치기 전, 데친 후의 순서로 총 폴리페놀 및 플라보노이드의 함량과 항산화 활성이 높게 나타남을 알 수 있었다. 따라서 항산화 효능 면에서 콩나물을 섭취할 경우 가능하면 물에 장시간 끓이는 조리법은 피하고 무치는 조리법을 사용하는 것이 좋을 것으로 사료된다.

## 감사의 글

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

## REFERENCES

- Choi HD, Kim SS, Hong HD, Lee JY. 2000. Comparison of physicochemical and sensory characteristics of soybean sprouts from different cultivars. *J Korean Soc Agric Chem Biotechnol* 43: 207-212.
- Bae KG, Yeo IH, Hwang YH. 1999. Methods of water supply of growth technology on best soybean sprouts. *Korea Soybean Digest* 16: 57-63.
- Hwang TY. 2012. Quality characteristics of soybean sprouts cultivated with carbonated water. *Korean J Food Preserv* 19: 428-432.
- Anderson JW, Johnstone BM, Cook-Newell ME. 1995. Meta-analysis of the effect of soy protein intake on serum lipids. *N Engl J Med* 333: 276-282.
- Orhan I, Ozcelik B, Kartal M, Aslan S, Sener B, Ozguven M. 2007. Quantification of daidzein, genistein and fatty acids in soybeans and soy sprouts and some bioactivity studies. *Acta Biol Cracov* 49: 61-68.
- Abdullah A, Baldwin RE, Fields M, Karr AL. 1984. Sensory attribute and safety aspects of germinated small-seeded soybeans and mung beans. *J Food Protect* 47: 434-437.
- Lee KA, Kim YH, Kim HS. 2010. Changes in quality characteristics of soy sprouts during storage. *Korean J Human Ecol* 19: 1095-1102.
- Lee SY, Park MJ. 1997. Consumption pattern and satisfaction degree for bean sprout by housewives living in Seoul and Kyungki-do area. *Korean J Soc Food Sci* 13: 1-10.
- Shin DH, Choi U. 1996. Comparison of growth characteristics of soybean sprouts cultivated by three methods. *Korean J Food Sci Technol* 28: 240-245.
- Song BS, Kim MJ, Kim GS. 2010. Amino acid composition changes in soybean sprouts during cultivation. *Korean J Food Preserv* 17: 681-687.
- Youn JE, Kim HS, Lee KA, Kim YH. 2011. Contents of minerals and vitamins in soybean sprouts. *Korean J Crop Sci* 56: 226-232.
- Chi HY, Roh JS, Kim JT, Lee SJ, Kim MJ, Hahn SJ, Chung IM. 2005. Light quality on nutritional composition and isoflavones content in soybean sprouts. *Korean J Crop Sci* 50: 415-418.
- Shon HK, Kim YH, Lee KA. 2009. Quality characteristics of *Kongnamulguk* with commercial soy sprouts. *Korean J Human Ecology* 18: 1147-1153.
- Folin O, Denis W. 1912. On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents. *J Biol Chem* 12: 239-243.
- Zhishen J, Mengcheng T, Jianming W. 1999. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chem* 64: 555-559.
- Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200.
- Fellegrini N, Ke R, Yang M, Rice-Evans C. 1999. Screening of dietary carotenoids and carotenoid-rich fruit extracts for antioxidant activities applying 2,2'-azinobis (3-ethylenbenzothiazoline-6-sulfonic acid) radical cation decolorization assay. *Method Enzymol* 299: 379-389.
- Benzie IF, Strain JJ. 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Anal Biochem* 230: 70-79.
- Oyaizu M. 1986. Studies on products of browning reaction: antioxidative activities of products of browning reaction prepared from glucosamine. *Jap J Nutr* 44: 307-315.
- Kim MY. 2007. Yield factor of *Muchim* for cooking. *MS Thesis*. Dankook University, Gyeonggi, Korea.
- Yu MH, Im HG, Lee HJ, Ji YJ, Lee IS. 2006. Components and their antioxidative activities of methanol extracts from sarcocarp and seed of *Zizyphus jujuba* var. *inermis* Rehder. *J Korean Food Sci Technol* 38: 128-134.
- Chung JY, Kim CS. 2009. Antioxidant activities of domestic garlic (*Allium sativum* L.) stems and garlic bulbs according to cooking methods. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 188-194.
- Ismail A, Marjan ZM, Foong CW. 2004. Total antioxidant activity and phenolic content in selected vegetables. *Food Chem* 87: 581-586.
- Barroga CF, Laurena AC, Mendoza EMT. 1985. Polyphenols in mung bean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek): determination and removal. *J Agric Food Chem* 33: 1006-1009.
- Cheigh HS, Park KS, Moon GS, Park KY. 1990. Antioxidative characteristics of fermented soybean paste and its extracts on the lipid oxidation. *J Korean Soc Food Nutr* 19: 163-167.
- 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*. Kyung Hee University, Seoul, Korea.
- 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.
- Kang HM. 2008. A study on the comparison of antioxidant effects between hot pepper extract and capsaicin. *MS Thesis*. Sangji University, Gangwon, 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.
- Muller L, Theile K, Bohm V. 2010. *In vitro* antioxidant activity of tocopherols and tocotrienols and comparison of vitamin E concentration and lipophilic antioxidant capacity in human plasma. *Mol Nutr Food Res* 54: 731-742.
- 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.
- Oboh G. 2005. Effect of blanching on the antioxidant properties of some tropical green leafy vegetables. *LWT-Food Sci Technol* 38: 513-517.
- Kim GS, Kim DH, Jeong MR, Jang IB, Shim KB, Kang CH, Lee SE, Seong NS, Song KS. 2004. Quantitative analysis of sesamin and sesamol in various cultivars of sesame. *Korean J Crop Sci* 49: 496-502.
- Kwon JE. 2011. Determination of biological activity on methanol extracts of *Capsicum annuum* L. from different varieties. *MS Thesis*. Kyungpook National University, Daegu, Korea.
- Jon V, Grehte Iren AB, Mannor H, Trude W, Gunnar BB. 2009. Processing (blanching, boiling, steaming) effects on the content of glucosinolates and antioxidant-related parameters in cauliflower (*Brassica oleracea* L. ssp. *botrytis*). *LWT-Food Sci Technol* 42: 63-73.
- Kim JH, Kim JK, Kang WW, Ha YS, Choi SW, Moon KD. 2003. Chemical compositions and DPPH radical scavenger activity in different sections of safflower. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 733-738.