

조리 과정 중 시래기의 항산화 활성 및 항균 활성 비교

박초희 · 김경희 · *육홍선
충남대학교 식품영양학과

Comparison of Antioxidant and Antimicrobial Activities in *Siraegi* (Dried Radish Greens) according to Cooking Process

Cho-Hee Park, Kyoung-Hee Kim and *Hong-Sun Yook

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

Abstract

We evaluated the yield of extract, antioxidant compounds (total phenolic, total flavonoid), antioxidant (DPPH assay, ABTS assay, Oyaizu's assay, FRAP assay), and antimicrobial activities of *Siraegi* (dried radish greens) according to cooking process (non-blanching, blanching, seasoning). The yield of non-blanching *Siraegi* was 4.91%, blanching *Siraegi* was 0.33%, and seasoning *Siraegi* was 7.55%. In total polyphenol and flavonoid contents, seasoning *Siraegi* extracts showed higher antioxidant compounds (129.85±0.62 mg GAE/100 g FW, 35.56±1.19 mg CHE/100 g FW) than non-blanching and blanching. Total antioxidant activities (DPPH assay, ABTS assay, FRAP assay, reducing power) were shown to be in the order of seasoning *Siraegi* > non-blanching *Siraegi* > blanching *Siraegi*. In antimicrobial activity, non-blanching *Siraegi* (5, 10 mg/disc) showed antimicrobial activity against *B. cereus*, *E. cloacae*, and *E. coli* (9.25 mm), and *P. aeruginosa* (9 mm) at 10 mg/disc. In terms of antimicrobial activity, non-blanching *Siraegi* was good but eating the dried vegetable was difficult so it is essential to blanch it. Also, with many added seasonings in the process of cooking, it can be easy to eat. Overall, the results of this study demonstrate that cooked *Siraegi* with seasoning would be the most efficient way of ingesting the antioxidant material.

Key words: *Siraegi*, dried radish greens, antioxidant activities, antimicrobial activities, cooking process

서 론

무(*Raphanus sativus* L)는 우리나라의 대표 채소 중의 하나로 중국에서 이미 기원전 1100년경에서 400년경에 걸쳐 편찬된 이아(爾雅)에 무가 재배되었던 기록이 있고, 우리나라는 삼국시대에 중국에서 도입된 후, 고려시대에는 재배가 보편화되었던 것으로 추정된다(Ku 등 2006). 2006년도 기준으로 국내 무 생산량은 1,494천 톤으로 채소류 총 생산량의 약 13~15%를 차지하고 있으며(Ku 등 2008), 무청의 생산량도 그에 상응할 것으로 예측된다. 무의 뿌리부분은 무채, 깍두기, 단무지 등으로 사용되며, 잎 부분은 무청 김치로 이용하거나, 무청을 건조하여 나물이나 국 재료로 사용하고 있다(Ku 등 2006).

시래기는 무청을 데쳐서 말려둔 것으로 비타민과 칼슘, 무기질이 풍부하게 들어 있으며, 시래기에 함유된 풍부한 식이섬유는 장내의 노폐물을 제거하여 대장암 예방에 도움을 준다. 특히 시래기를 건조하는 과정에서 식이섬유가 3~4배 이상 늘어나 영양이 더욱 우수해지고, 칼슘과 비타민 D가 풍부하게 들어 있어 뼈를 튼튼하게 해주고, 골다공증을 예방하는데 도움을 준다(Yoon HS 2012). 우리 민족은 자연환경과 사회경제적인 영향 등에 의해 식량자원이 부족하여 야생 식물의 이용을 발달시켰으며, 그 대표적인 예로 겨울철 부족하기 쉬운 비타민을 보충할 수 있는 가장 좋은 식품인 나물을 장기 저장해 두어 1년 내내 먹을 수 있도록 하였다. 나물은 손질한 다음 데쳐서 햇볕에 바짝 말린 후 저장해야 하는데, 그래야 나물

* 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

본래의 색깔을 유지할 수 있으며, 나물을 데침으로써 나물에 함유되어 있는 아린맛과 쓴맛 그리고 독성분을 제거할 수 있다(Kim JS 2012).

서양에서는 주로 채소를 익히지 않고 드레싱을 곁들여서 샐러드로 섭취하는 반면, 동양에서는 데치거나 볶은 후 양념을 첨가하여 나물로 섭취하는 것이 일반적이다. 나물은 데치거나 볶는 조리 과정을 거치면서 데치기 전에 비해 부피가 감소하고, 열에 의해 비타민, 미네랄, 효소 등의 영양소 손실을 초래한다는 단점이 있지만, 나물로 조리하는 과정에서 채소에 함유된 섬유소가 연해지고 전분이 호화되어 소화율이 높아진다는 장점을 갖고 있다. 또한 생으로 섭취하기 어려운 채소나 건조나물 등은 데치거나 볶은 후 갖은 양념을 첨가함으로써 보다 섭취를 용이하게 만들어준다. 한편, 시래기나 무청에 관한 연구로는 무청 추출물의 생리활성(Ku 등 2008), 열풍 건조 무청의 품질특성(Ku 등 2006), 조리 전처리 방법에 따른 시래기의 무기성분의 변화(Park 등 1997) 등이 있다. 건조 나물은 특성상 그대로 이용하지 못하고, 여러 방법으로 가열 조리하여 섭취해야 하므로, 조리법에 관한 무청의 품질 특성 및 항산화 활성 연구가 필요하나, 이에 관한 연구는 매우 부족한 실정이다.

그러므로 본 연구는 대중적으로 사용되고 있는 조리방법인 무침으로 시래기를 조리 한 후, 조리과정 중 시래기의 총 페놀, 총 플라보노이드 함량과 항산화 활성 및 항균 활성을 평가하여 우리나라 고유의 나물 조리법에 대한 장점을 도출해 내고자 한다.

재료 및 방법

1. 재료

본 실험에 사용된 시래기는 경기도 남양주산으로 대전 유성구에 위치한 Homeplus에서 구입하여 3일 내에 사용하였으며, 재료의 전처리하는 수돗물로 2~3회 수세한 다음 거즈로 물기를 제거한 뒤, 300 g 씩 측정하여 시료로 사용하였다.

2. 조리과정

시래기의 이물질을 제거하고 깨끗이 씻은 후, 300 g씩 취하여 데치기 전, 데친 후, 무침 후로 조리과정을 나눠서 실험하였으며, 데치기 전의 건조된 시래기를 대조군으로 사용하였다. 데치는 방법은 시래기 300 g을 3시간 동안 찬 물에 담가 불린 후 냄비에 넣고, 1,500 mL의 물을 부어 40분 동안 삶은 후 찬 물에 헹구고, 15분 정도 체에 방치한 다음 키친타올로 물기를 제거하여 시료로 사용하였다. 무치는 방법은 여러 요리책 및 인터넷 조리법(Kim JS 2012; Yoon HS 2012)을 참조하여 가장 적합한 조리법을 무침방법으로 선택하고, 다음과 같은 조리

법으로 시래기를 무친 다음 시료로 사용하였다. 시래기 300 g을 물에 불려 데친 후, 물기를 제거하여 불에 담은 뒤 된장 15 g, 간장 7 g, 다진 파 10 g, 다진 마늘 7 g, 들기름 20 g, 들깨 가루 15 g을 넣고 골고루 버무려서 시래기 무침을 제조하였다.

3. 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(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. 시래기의 에탄올 추출물 제조 및 수율

조리과정을 다르게 한 시래기를 세절하여 시래기 무게의 9배에 해당하는 80% ethanol을 부어 24시간 동안 실온에 방치한 다음 추출하여, 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 동결건조(SFDSM12-60Hz, Samwon Freezing Engineering Co., Seoul, Korea)하여 수율을 계산하고, -3°C 이하로 냉동보관하면서 실험에 사용하였으며, 50% ethanol에 용해하여 사용하였다.

5. 총 폴리페놀 함량

총 폴리페놀 화합물 함량은 페놀성 물질인 phosphomolybdic acid와 반응하여 청색을 나타내는 원리를 이용한 Folin & Denis(1912) 방법을 이용하여 측정하였다. 5 mg/mL의 농도로 50% ethanol에 용해시킨 시료액 0.2 mL와 Folin-Ciocalteu's phenol reagent 0.2 mL를 첨가하여 혼합한 후 3분 동안 실온에서 반응시켰다. 그 후 10% sodium carbonate(Na_2CO_3) 용액 3 mL를 가하여 암실에서 1시간 동안 방치한 후 상등액을 분광광도계를 이용해 765 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로는 gallic acid를 이용하여 작성한 STD 검량곡선($Y=5.0751x+0.0049$, $R^2=0.9962(\text{mg/mL})$)으로 부터 추출수율을 적용하여 시료 100 g 당 총 폴리페놀 함량을 구하였다.

6. 총 플라보노이드 함량

총 플라보노이드 함량은 Zhishen 등(1999)의 방법을 이용하여 측정하였다. 데치기 전과 데친 후의 시래기는 50 mg/mL, 무친 후의 시래기는 20 mg/mL의 농도로 용해시켜 교반(150 rpm, 2 h, 25°C)한 후 원심분리(3,000 rpm, 20 min)한 상등액 250 μ L와 DW 1 mL를 넣어 희석한 다음, 5% sodium nitrite (NaNO₂) 75 μ L를 넣어 5분간 방치하였다. 10% aluminium chloride(AlCl₃ · 6H₂O) 150 μ L를 넣고 6분간 방치한 다음, 1 M NaOH 500 μ L를 가하여 11분 후 510 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로 (+)catechin hydrate를 농도 구배하여 검량 곡선($Y=4.6594x+0.0112$, $R^2=1$ (mg/mL))을 작성한 후, 추출수율을 적용하여 총 플라보노이드 함량을 시료 100 g당 mg catechin hydrate로 나타내었다.

7. DPPH radical 소거능 측정

조리과정에 따른 시래기 추출물의 전자공여능은 DPPH를 이용하여 시료의 radical 소거 효과를 측정하는 Blois법(1958)을 활용하였다. 조리과정 중 시래기 추출물로 예비실험을 거친 후, 시료의 특성에 맞게 0.5~10 mg/mL 범위 안에서 4가지 농도로 제조한 시료 1 mL에 0.2 mM DPPH 1 mL를 가하였다. Vortex mixer로 10초 간 진탕하여 암실에서 30분간 방치한 후, 분광광도계를 이용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 다음의 식을 이용하여 각 시료의 농도별 free radical scavenging activity 곡선을 그린 뒤, 50% 산화 방지제 효과를 얻는 농도인 EC₅₀(g fresh weight/mL)으로 나타내었다.

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 Fellegrini 등(1998)의 방법에 의해 측정되었다. 즉, 7 mM ABTS와 140 mM K₂S₂O₈을 5 mL : 88 μ L로 섞어 어두운 곳에 14~16시간 방치시킨 후, 이를 absolute ethanol과 1 : 88의 비율로 섞어 734 nm에서 대조구의 흡광도 값이 0.70±0.02가 되도록 조절한 ABTS solution을 사용하였다. 추출물로 예비실험을 거친 후, 시료의 특성에 맞게 1~10 mg/mL 범위 안에서 4가지 농도로 제조한 시료 50 μ L와 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. 이때 EC₅₀(g fresh weight/mL)은 다음의 식을 이용하여 각 시료의 농도별 free radical scavenging activity 곡선을 그린 뒤, 50%의 산화 방지제 효과를 얻는 값으로 구하였다.

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 TPTZ 2.5 mL와 20 mM ferric chloride hexahydrate(FeCl₃ · 6H₂O) 2.5 mL를 가하여 제조하였다. 제조된 900 μ L FRAP reagent에 2.5 mg/mL의 농도로 용해시킨 시료 30 μ L와 DW 90 μ L를 넣은 다음 37°C에서 10분 간 반응시키고 593 nm에서 흡광도를 측정 후, 0.125, 0.25, 0.5, 1, 2.5 및 5 mM의 농도로 반복하여 작성한 FeSO₄의 검량식에 대입하여 환산하였다.

10. Reducing power

Reducing power는 Oyaizu M(1986)의 방법에 따라 측정하였다. 농도를 달리한(1, 2, 4, 8 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 원심 분리하여 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% 산화 방지제 효과를 얻는 농도인 EC₅₀(g fresh weight/mL)으로 계산하였다.

11. 항균 활성

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

Table 1. List of strains used for antimicrobial experiments

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

¹⁾ NA: Nutrition agar, ²⁾ NB: Nutrition broth

12. 통계 처리

모든 실험은 3회 이상 반복 실시하였으며, 이상의 실험에서 얻어진 결과는 SPSS 19.0(Statistical Package for social, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) software를 이용하여 One Way ANOVA test로 분석하였으며, 유의적 차이가 있는 항목에 대해서는 Duncan's multipul rang test로 $p < 0.05$ 수준에서 유의적 차이를 검증하였다. 또한 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량과 항산화 활성과의 상관관계를 알아보기 위하여 Pearson's correlation test를 $p < 0.05$ 수준에서 실시하였다.

결과 및 고찰

1. 시래기의 에탄올 추출물 수율 측정

조리과정 중 시래기의 항산화 활성 및 항균 활성을 알아보기 위해 시래기를 데치기 전, 데친 후, 무친 후로 나누어 조리하고 세절하여 80% ethanol에서 추출한 다음, 감압농축한 후 고형분 함량을 추출수율(dry basis, %)로 계산하여 조리과정에 따른 시래기 무게의 변화와 함께 Table 2에 나타내었다. 조리과정에 따른 시래기 무게는 무친 후(717 g) > 데친 후(675 g) > 데치기 전(300 g)의 순서로 무친 후 시래기의 무게가 가장 높게 나타났다. 조리과정에 따른 시래기의 추출 수율은 무

Table 2. Extraction yield of 80% ethanol extract from *Siraegi* (dried radish greens) samples according to cooking process

Sample	Cooking process	Fresh sample(g)	Cooked sample weight(g)	Extraction yield(%) ¹⁾
<i>Siraegi</i>	NB ²⁾		300	4.91
	B	300	675	0.33
	S		717	7.55

¹⁾ Ratio(%)=(Freeze dried extract weight/fresh weight)×100

²⁾ NB: Non-blanching, B: Blanching, S: Seasoned

친 후가 7.55%로 가장 높았으며, 데치기 전이 4.91%를 나타내었고, 데친 후가 0.33%로 가장 낮은 수율을 보였다. 데친 후의 시래기가 데치기 전보다 많은 무게를 나타내었으나, 수율이 가장 낮은 이유는 데치는 과정에서 건조된 시래기가 수분을 흡수하여 무게를 증가시켰으나, 시래기에 함유되어 있던 수용성 성분들이 조리수에 의해 용출되었기 때문이라고 사료되며, 무친 후의 시래기가 가장 높은 수율을 보인 것은 무치는 과정에서 첨가된 부재료에 의한 것이라 사료된다. Ku 등(2008)의 연구에 의하면 브랜칭을 하지 않고 건조한 무청 시료가 브랜칭 처리 후 건조한 무청 시료보다 추출 용매에 관계없이 높은 추출수율을 보였다고 하였다.

2. 총 폴리페놀 함량 측정

조리과정 중 시래기의 총 폴리페놀 함량은 gallic acid를 표준 용액으로 하여 작성한 표준곡선으로부터 조사한 후, 수율을 적용해 조리한 시래기 100 g 당 총 페놀의 함량을 Table 3에 나타내었다. 조리과정에 따른 시래기의 총 폴리페놀 함량은 3.57~129.85 mg GAE/100 g FW 범위로, 데친 후 시래기의 총 폴리페놀 함량이 3.57±0.05 mg GAE/100 g FW로 가장 낮게 나타났고, 무친 후 시래기가 129.85±0.62 mg GAE/100 g FW로 가장 높게 나타났으며, 데친 후보다 약 36배 높은 페놀 함량을 나타냈다. 데치기 전의 시래기는 44.75±0.11 mg GAE/100 g FW의 페놀 함량을 나타내어 무친 후 > 데치기 전 > 데친 후의 순으로 높은 페놀 함량을 보였다. Ku 등(2008)의 연구에서 브랜칭을 하고 건조한 무청시료는 49.06~59.37 mg/g 범위의 폴리페놀 함량을 보인 반면, 브랜칭을 하지 않은 건조한 무청시료는 53.41~62.08 mg/g으로 높은 폴리페놀 함량을 나타내었다. 또한 Kim 등(2009)의 연구에서는 브로콜리를 끓는 물에 조리할 경우, 시간이 경과함에 따라 총 페놀 함량이 0.92(1분), 0.79(3분), 0.67(10분) mg/g으로 감소하는 것을 확인할 수 있는데, 이는 끓이는 과정 중에 수용성 페놀 화합물 등이 빠져 나

Table 3. Total polyphenol contents in the *Siraegi* (dried radish greens) samples according to cooking process

Sample	Cooking process	Total polyphenol contents (mg GAE/100 g FW ²⁾) ¹⁾
<i>Siraegi</i>	NB ³⁾	44.75±0.11 ⁴⁾⁵⁾
	B	3.57±0.05 ^c
	S	129.85±0.62 ^a

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

^{2,3)} FW: Fresh weight, NB: Non-blanching, B: Blanching, S: Seasoned

⁴⁾ Value are mean±S.D. (n=3).

⁵⁾ a-c Values with different letter within a column differ significantly ($p < 0.05$).

간 것으로 사료된다고 보고하였다. 시래기를 무치는 과정에 된장, 다진 파, 다진 마늘 등의 양념이 첨가되어지는데, Oh & Kim(2007)의 연구에 의하면 된장의 총 폴리페놀 함량은 28.5 mg GAE/100 g DW로 청국장(5.8 mg GAE/100 g DW), 대두(5.0 mg GAE/100 g DW), 증자대두(4.3 mg GAE/100 g DW)보다 약 5배 정도 높게 나타났다고 보고하였다. 또한 황 함유 채소의 항산화 활성을 연구한 Kim 등(2012)은 마늘과 파의 총 폴리페놀 함량이 10 mg/mL의 농도에서 각각 19.41±0.40 mg/mL, 68.83±2.11 mg/mL를 나타내었다고 보고하여, 무친 후 시래기의 총 페놀 함량이 다른 군에 비해 높게 측정된 것으로 사료된다.

3. 총 플라보노이드 함량 측정

플라보노이드는 식물의 주요 2차 대사산물 중 하나로 자외선 차단, 식물의 수분을 위한 곤충 유인 등 외부환경에 적응하는데 이로운 역할을 한다. 특히 플라보노이드는 항산화 효과가 우수한 것으로 알려져, 노화 방지와 생활습관 질병 예방에 유용하다(Han 등 2013). 본 실험에서 조리과정에 따른 시래기의 총 플라보노이드 함량을 알아보기 위해 catechin을 표준용액으로 하여 작성한 표준곡선과 이에 수율을 적용하여 조리과정을 다르게 한 시래기 100 g 당 총 플라보노이드의 함량을 조사하여 Table 4에 나타내었다. 조리과정 중 시래기의 총 플라보노이드 함량은 0.35~35.56 mg CHE/100 g FW 범위로 데친 후가 0.35±0.02 mg CHE/100 g FW로 가장 낮은 함량을 보였으며, 무친 후가 35.56±1.19 mg CHE/100 g FW로 가장 높은 함량을 보였다. 데치기 전의 시래기는 9.64±0.51 mg CHE/100 g FW의 함량을 보여 무친 후 > 데치기 전 > 데친 후 순으로 시래기의 플라보노이드 함량이 높게 나타남을 알 수 있었으며, 이는 총 페놀 함량의 결과와 같았다. Choi 등(2001)은 데침 조건에 따른 참취의 생리활성 및 품질변화에서 데치는 시간이 증가할수록 플라보노이드의 함량이 낮아

지는 경향을 보인다고 하였으며, 데치는 시간도 플라보노이드와 총 페놀 함량에 영향을 미칠 수 있다고 보고하였다. Hong 등(2005)은 데치는 시간이 증가함에 따라 총 플라보노이드 함량이 시금치, 근대, 아욱 모두 점차 유의적으로 감소한다고 보고하였다. 또한 Park 등(2007)은 콩, 청국장, 메주, 된장의 플라보노이드 함량을 catechin equivalents로 환산한 결과, 된장이 10.68±0.459 mg/g으로 가장 높게 나타났고, 메주(6.14±0.353 mg/g), 청국장(4.58±0.275 mg/g), 콩(1.56±0.117 mg/g)의 순으로 높게 나타났다고 하였으며, 플라보노이드의 일종인 이소플라본은 콩과 콩 가공식품에 주로 함유되어 있다고 보고하였다.

서양에서는 주로 생채소를 샐러드나 스펀 볼에서 볶은 후, 소금, 후추 등으로 양념하여 섭취하는 반면에, 한국에서는 생채소뿐만 아니라 건조채소도 국이나 나물로 조리한 후 섭취한다. 건조채소는 채소를 장기 저장해 두어 1년 내내 먹을 수 있으며, 비타민 등의 영양소는 손실되지만, 섬유소가 연해지고, 전분이 호화되어 소화율이 높아지는 장점이 있다. 특히 시래기의 경우, 건조 전보다 식이섬유 함량이 3~4배가량 증가하여 변비와 대장암 예방에 도움을 준다. 본 연구에서 시래기의 총 페놀과 플라보노이드 함량이 데친 후, 가장 낮게 나타났으나, 무치는 과정을 거치면서 그 함량이 데치기 전보다 증가하였다. 이는 시래기에 함유되어 있는 생리활성 물질이 데치는 과정에서 열이나 조리수에 의해 손실되었으나, 무치는 과정에서 첨가되어진 된장, 다진 파, 다진 마늘 등의 양념으로 인하여 다시 증가한 것으로 사료된다.

4. DPPH radical 소거 활성

Free radical은 생물학적 손상의 주요 요인으로 잘 알려져 있는데, DPPH는 천연 항산화제의 free radical 소거 활성을 평가하는데 일반적으로 사용된다(Kang 등 2009). 조리과정 중 시래기의 DPPH radical 소거 활성은 Fig. 1과 같으며, 검체 농도에 따른 항산화 활성 변화곡선으로부터 50% 산화 방지제 효과를 얻는 농도인 EC₅₀(Effective concentration of 50%)으로 나타내었고, 수율을 적용하여 g fresh weight/mL로 계산하였다. 무친 후 시래기가 0.02±0.00 g FW/mL로 가장 높은 항산화 활성을 나타내었고, 그 뒤로 데치기 전의 시래기가 0.09±0.01 g FW/mL로 높은 활성을 나타내었으며, 데친 후의 시래기는 0.83±0.02 g FW/mL로 가장 낮은 항산화 활성을 나타냈다. Ku 등(2008)의 연구에서는 브랜칭을 하지 않고 건조한 무청의 50% 에탄올 추출물과 물 추출물은 각각 87.02%, 86.78%로 높은 radical 소거 활성을 나타낸 반면, 브랜칭을 하고 건조한 무청 추출물은 50% 메탄올 추출물과 50% 에탄올 추출물에서 각각 76.30%, 74.92%로 브랜칭을 하지 않고 건조한 무청보다 낮은 항산화 활성을 나타냈다. Kim 등(2009)의 조리된 브로

Table 4. Total flavonoid contents in the *Siraegi* (dried radish greens) samples according to cooking process

Sample	Cooking process	Total flavonoid contents (mg CHE/100 g FW ²⁾) ¹⁾
<i>Siraegi</i>	NB ³⁾	9.64±0.51 ^{4b5)}
	B	0.35±0.02 ^c
	S	35.56±1.19 ^a

¹⁾ Expressed as mg catechin hydrates equivalent (CHE) per 100 g of fresh weight.

^{2,3)} FW: Fresh weight, NB: Non-blanched, B: Blanched, S: Seasoned

⁴⁾ Value are mean±S.D. (n=3).

⁵⁾ a-c Values with different letter within a column differ significantly ($p<0.05$).

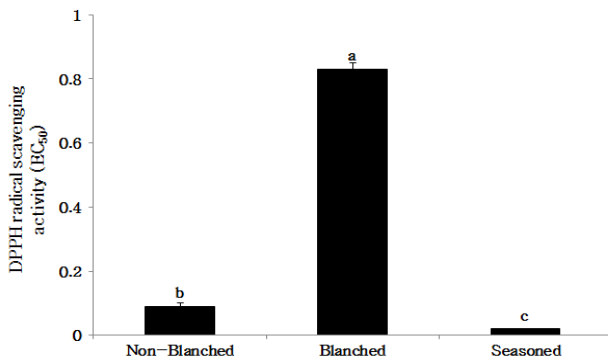


Fig. 1. DPPH EC₅₀ value of *Siraegi* (dried radish greens) samples according to cooking process. Expressed as g per mL of fresh weight in solvent (in 50% ethanol) each value is expressed as mean±S.D. (n=3). Means with different superscript letters in the *Siraegi* (dried radish greens) are significantly different ($p<0.05$).

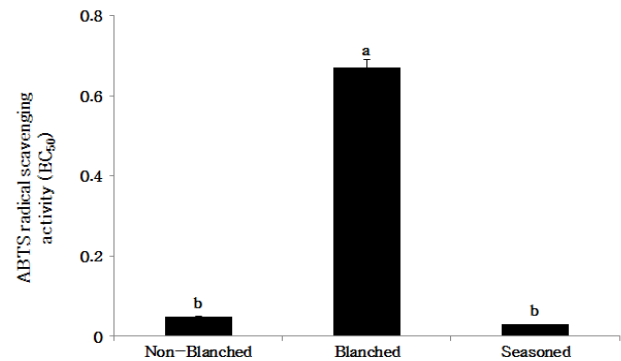


Fig. 2. ABTS EC₅₀ value of *Siraegi* (dried radish greens) samples according to cooking process. Expressed as g per mL of fresh weight in solvent (in 50% ethanol), each value is expressed as mean±S.D. (n=3). Means with different superscript letters in the *Siraegi* (dried radish greens) are significantly different ($p<0.05$).

콜리의 DPPH radical 소거 활성을 측정한 연구에서는 끓는 물에 조리한 브로콜리의 RSC(%) 값이 조리 시간이 경과할수록 14.91%에서 5.85%까지 감소하였다고 보고하였다. 또한 Oboh G(2004)는 채소를 데침에 있어서 모든 엽채류에 함유되어 있는 free radical scavenging ability가 감소한다고 하였으며, 이는 끓이는 과정에서 항산화 물질이 비활성으로 변화하기 때문이라고 보고하였다. 시래기를 무치는 과정에 된장, 다진 파, 다진 마늘, 들기름 등의 양념이 첨가되어지는데, Park 등(2007)의 연구에서 대두 발효식품으로 DPPH radical 소거 활성을 측정한 결과, 각 시료 0.2 g/mL에서 된장(50.54%) > 콩(21.34%) > 메주(18.16%) > 청국장(17.07%) 순으로 된장이 가장 높은 활성을 나타내었으며, Kim 등(2012)은 황 함유 채소의 항산화 활성 연구에서 마늘과 파의 DPPH radical 소거 활성이 마늘은 75.38±3.81 mg/mL, 파는 32.08±0.36 mg/mL의 IC₅₀값을 나타냈다고 보고하였다. 또한 Hong 등(2010)은 들기름의 DPPH radical 소거 활성을 IC₅₀값으로 나타낸 결과, 2.12 mg/mL를 나타냈다고 하였고 들깨 및 들기름에는 토코페롤 등 산화 방지 성분들이 함유되어 radical 소거 효과와 생체 내에서 노화 방지 및 발암 억제 효과가 있다고 보고하였다. 이로써 시래기를 무치는 과정에 첨가되는 양념에는 항산화 성분들이 많이 함유되어 있고, 이들이 radical 소거 활성에 관여한다는 것을 알 수 있었다.

5. ABTS radical 소거 활성

ABTS 양이온(ABTS^{•+}) 소거 활성은 ABTS 용액과 과산화 칼륨과의 반응에 의해 생성된 ABTS 양이온이 추출물의 항산화력에 의해 제거되어 radical 특유의 색인 청록색이 탈색되는 것을 이용한 측정방법이다(Lee 등 2011). 조리과정에 따른

시래기의 ABTS radical 소거 활성을 평가한 결과는 50% 산화 방지제 효과를 얻는 농도인 EC₅₀값으로, 각 시료의 농도에 따른 검량선에 흡광도 값을 적용하여 계산한 다음 수율을 대입하여 g fresh weight/mL로 계산한 다음 Fig. 2에 나타내었다. 데치기 전 시래기는 0.05±0.00 g FW/mL, 데친 후 시래기는 0.67±0.02 g FW/mL, 무친 후 시래기는 0.03±0.00 g FW/mL의 radical 소거 활성을 보여, 무친 후 > 데치기 전 > 데친 후 순으로 50%의 항산화 활성을 나타내기 위해 필요로 하는 시료의 양이 적음을 알 수 있었다. Lee 등(2012)의 고구마 조리방법별 생리활성에 관한 연구에서 신자미는 찌기와 굽기에 의해 대조군보다 ABTS^{•+} radical 소거 활성이 감소하였다고 보고 하였다. Lee 등(2010)의 가공조건에서 curcuminoid의 안정성 및 활성 변화 연구에서는 ABTS radical의 경우, 처리 전의 curcuminoid(40 μM)가 38.9%의 소거능을 보인데 반해, 37°C에서 저장되었거나 고압가열처리 후에는 각각 33.1, 25.9%의 ABTS radical 소거 활성을 나타냈다.

6. FRAP(ferric-reducing antioxidant potential) 측정

FRAP value 방법은 DPPH radical 소거 활성과 같이 직접적으로 자유 radical을 소거하는 것과는 다른 원리로(Bogin & Abrams 1976), 산성 pH에서 환원제에 의해 ferric tripyridyl-triazine(Fe³⁺-TPTZ) 복합체가 ferrous tripyridyltriazine(Fe²⁺-TPTZ)으로 전환되는 과정을 이용한 것으로 시료 내의 총 항산화능을 측정하는 방법이다(Arano 등 2001). 조리과정 중 시래기의 FRAP value는 추출수율을 적용하여 mM/100 g FW로 Table 5에 나타냈다. 가장 높은 FRAP value를 보인 것은 무친 후 시래기로 857.19±3.02 mM/100 g FW를 나타냈고, 그 뒤로 데치기 전 시래기가 286.57±3.93 mM/100 g FW를 보였으며,

Table 5. FRAP values of *Siraegi* (dried radish greens) samples according to cooking process

Sample	Cooking process	FRAP value (mM/100 g FW ²⁾) ¹⁾
<i>Siraegi</i>	NB ³⁾	286.57±3.93 ^{4) b5)}
	B	19.16±0.47 ^c
	S	857.19±3.02 ^a

¹⁾ Expressed as per mM per 100 g fresh weight.

^{2,3)} FW: Fresh weight, NB: Non-blanched, B: Blanched, S: Seasoned

⁴⁾ Value are mean±S.D.(n=3).

⁵⁾ a-c Values with different letter within a column differ significantly ($p<0.05$).

데친 후 시래기가 19.16±0.47 mM/100 g FW로 가장 낮은 FRAP value를 보였다. Sakiko 등(2007)은 열처리에 따른 웰시 어니언의 플라보노이드 함량과 항산화 활성 연구에서 15, 30, 60 분 동안 뜨거운 물에 삶은 노란색, 빨간색, 웰시 어니언의 FRAP value가 삶지 않은 대조군보다 60~80%까지 감소한다고 보고하였다. 시래기를 무치는 과정에 된장, 다진 파, 다진 마늘 등의 양념이 첨가되어지는데, 황 함유 채소의 항산화 활성을 연구한 Kim 등(2012)의 연구에서 마늘과 파의 FRAP value 측정 결과, 1 mg/mL의 농도에서 마늘은 0.06±0.01 mM, 파는 0.30±0.02 mM을 나타내었다고 보고하였으며, Park 등(2007)은 FRAP 법을 이용하여 대두 발효식품의 항산화 활성을 측정된 결과, 된장(523.14±17.64 μM) > 메주(256.75±10.34 μM) > 청국장(204.36±10.82 μM) > 콩(182.42±9.42 μM) 순으로 높은 활성을 나타냈다고 보고하여, 무친 후 시래기에 된장, 파, 마늘 등의 활성이 추가된 것으로 사료된다.

7. Reducing power

환원력은 항산화 작용의 여러 기작 중에서 활성산소종 및 유리기에 전자를 공여하는 능력을 말하며, 700 nm에서 ferric-ferricyanide(Fe³⁺) 혼합물이 수소를 공여하여 유리 radical을 안정화시켜 ferrous(Fe²⁺)로 전환하는 환원력을 흡광도 값으로 나타낸 것이다. 환원력이 강할수록 녹색에 가깝게 발색되므로 항산화 활성이 큰 물질일수록 높은 흡광도 값을 나타낸다 (Kim 등 2003). 시래기의 reducing power는 검체 농도에 따른 항산화 활성 변화곡선으로부터 50% 산화 방지제 효과를 얻는 농도인 EC₅₀ 값으로 나타내었으며 추출수를 대입하여 g FW/mL로 계산한 다음 Table 6에 나타내었다. 조리과정에 따른 시래기의 환원력 측정 결과, 데치기 전의 시래기는 0.07±0.00 g FW/mL이었고, 데친 후의 시래기는 1.25±0.01 g FW/mL이었으며, 무친 후의 시래기는 0.02±0.00 g FW/mL로 나타났다. 그러므로 산화 방지제 효과를 50% 나타내기 위해 필요로 하는 시료의 양이 데친 후 > 데치기 전 > 무친 후 순으로 높

Table 6. EC₅₀ values of reducing power of *Siraegi* (dried radish greens) samples according to cooking process

Sample	Cooking process	EC ₅₀ value (g FW ² /mL) ¹⁾
<i>Siraegi</i>	NB ³⁾	0.07±0.00 ^{4) b5)}
	B	1.25±0.01 ^a
	S	0.02±0.00 ^c

¹⁾ Expressed as g per mL of fresh weight in solvent.

^{2,3)} FW: Fresh weight, NB: Non-blanched, B: Blanched, S: Seasoned

⁴⁾ Value are mean±S.D.(n=3).

⁵⁾ a-c Values with different letter within a column differ significantly ($p<0.05$).

음을 알 수 있었다. Chung 등(2008)의 연구 결과에 의하면 데치는 과정은 다르산 암 껍질의 항산화 효능을 현저하게 감소시켰으며, 데치지 않은 군에 비해 모든 암 껍질 추출물의 환원력을 68%까지 저하시켰다.

8. Disc diffusion assay에 의한 항균 활성

항균작용을 지닌 식물에서 유래하는 물질은 phenolic, poly phenol, quinine, flavone, flavonoid, flavonil, tannin, coumarin, terpenoid, alkaloid, lectin, polypeptide 등으로 분류된다(Sher A 2004). 현재 식물에서 천연 연구물질의 항균 활성에 대한 작용 기작은 모두 자세히 밝혀지지 않았지만, Phenol과 flavonoid는 미생물의 대사 작용에 필수적인 물질에 결합함으로써 미생물의 세포막을 파괴하는 기작을 통해서 항균작용이 있다고 밝혀졌다. 또한 coumarin과 alkaloid는 유전자 수준에서 미생물의 성장을 억제한다고 알려져 있다(Hoult & Paya 1996; Kim HJ 2010). 조리과정 중 시래기의 항균 활성은 *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 실시하였으며 Table 7에 나타내었다. 데치기 전의 시래기는 *B. cereus*와 *E. cloacae* 두 균에 대해서만 농도 의존적으로 항균 활성을 나타냈는데, 각각 5 mg/disc의 농도에서는 8.4 mm, 8.35 mm의 clear zone을 형성하였으며, 10 mg/disc의 농도에서는 8.75 mm, 8.5 mm의 clear zone을 형성하였다. 또한 *E. coli*와 *P. aeruginosa* 두 균에 대해서는 10 mg/disc의 농도에서만 각각 9.25 mm, 9 mm의 clear zone을 생성하였다. 그러나 데친 후의 시래기와 무친 후의 시래기는 Gram 양성 세균과 Gram 음성 세균 모두에서 항균 활성을 나타내지 않았다. Cha 등(2008)은 조리법에 따른 미더덕의 생리기능성 효과 변화 연구에서 미더덕 생시료의 메탄올 추출물을 1,000~1,500 ppm 농도로 제조하여 항균력을 측정된 결과, *B. subtilis*, *B. cereus* 그리고 *E. coli*에서 항균 활성을 보였으며, 가열 후에는 *E. coli*

Table 7. Antibacterial activity of *Siraegi* (dried radish greens) samples according to cooking process

Microorganism	Cooking process	Size of clear zone (mm)	
		Conc. (mg/disc)	
		5	10
<i>B. cereus</i>	NB ³⁾	8.4 ¹⁾	8.75
	B	- ²⁾	-
	S	-	-
<i>B. subtilis</i>	NB	-	-
	B	-	-
	S	-	-
<i>S. aureus</i>	NB	-	-
	B	-	-
	S	-	-
<i>E. cloacae</i>	NB	8.35	8.5
	B	-	-
	S	-	-
<i>E. coli</i>	NB	-	9.25
	B	-	-
	S	-	-
<i>S. enterica</i>	NB	-	-
	B	-	-
	S	-	-
<i>P. aeruginosa</i>	NB	-	9
	B	-	-
	S	-	-

¹⁾ Diameter of clear zone (mm), ²⁾ Not detected.

³⁾ NB: Non-blanching, B: Blanching, S: Seasoning

를 제외하고 활성이 소실되었다고 보고하였다. Kang 등(2012)이 마늘종의 화학적 특성 및 생리활성을 연구한 결과, 생 마늘종 물 추출물은 항균 활성이 가장 높아 실험된 4종의 균주 모두에서 clear zone을 나타내었으나, 데친 마늘 종 물 추출물에서는 활성이 없었다고 보고하였다.

본 연구는 조리과정 중 시래기의 총 폴리페놀, 플라보노이드 함량과 항산화 활성 및 항균 활성을 측정하였다. 그 결과, 항균 활성 측면에서는 데치기 전 시래기에서만 일부의 활성을 보였으나, 기대만큼 큰 활성을 나타내지는 못했다. 이는 시래기에 함유되어 있던 항균 활성 물질들이 데치는 과정을 거치면서 열과 조리수에 의해 손실된 것으로 사료된다. 항산화 활성 측면에서는 무친 후 시래기가 가장 높은 활성을 나타냈으며, 그 뒤를 이어 데치기 전의 시래기가 높은 활성을 나타냈고, 데친 후 시래기는 가장 낮은 활성을 나타냈다. 이는 데치는 과정 중에 비타민을 비롯한 수용성 생리활성 물질들

이 열과 조리수 등에 의해 손실되었기 때문이라고 사료되며, 무친 후 시래기의 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량과 항산화 활성이 높은 이유는 앞에서 언급한 것과 같이 무치는 과정에서 첨가되어지는 된장, 다진 마늘, 다진 파, 들깨 등의 양념이 높은 생리활성 성분 및 항산화 활성을 나타내었으므로, 이 양념들로 인해 무친 후 시래기가 높은 활성을 나타낸 것으로 사료된다. 그러므로 실질적으로 섭취하였을 때 조리 전 시래기보다 무친 후 시래기의 항산화 활성이 증가되므로, 시래기를 나물로 조리하여 섭취하는 것이 맛뿐만 아니라 건강적인 측면에서 이로울 것으로 사료된다.

9. 조리과정 중 시래기의 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량과 항산화 활성 간의 상관관계

조리과정에 따른 시래기 추출물의 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량과 항산화 활성 간의 상관관계를 분석한 결과는 Table 8과 같다. 본 실험에서 총 폴리페놀, 총 플라보노이드 그리고 FRAP value는 실험 결과 값에 수율을 대입하여 추출 전 시료 100 g에 해당되는 실험값을 나타내었고, DPPH 및 ABTS radical 소거 활성과 reducing power는 값이 적을수록 우수한 활성을 나타내는 EC₅₀값으로 나타내었다. 총 폴리페놀 함량은 총 플라보노이드 함량($r=0.997(p<0.01)$)과 FRAP value ($r=1.000(p<0.01)$) 사이에서 높은 양의 상관관계를 나타내었으며, DPPH($r=-0.800(p<0.01)$) 및 ABTS radical 소거 활성($r=-0.764(p<0.05)$) 그리고 reducing power($r=-0.774(p<0.05)$) 사이에서는 음의 상관관계를 나타내었다. 총 플라보노이드 함량과 DPPH 및 ABTS radical 소거 활성 그리고 reducing power 사이에 상관관계수는 각각 $r=-0.757(p<0.05)$, $r=-0.718(p<0.05)$, $r=-0.729(p<0.05)$ 로 음의 상관관계를 나타내었고 FRAP value와는 $r=0.997(p<0.01)$ 로 높은 양의 상관관계를 나타내었다. 그리고 DPPH radical 소거 활성은 ABTS radical 소거 활성과 reducing power 사이에서 각각 $r=0.998(p<0.01)$, $r=0.999(p<0.01)$ 로 높은 양의 상관관계를 나타냈으며, FRAP value와는 $r=-0.795(p<0.05)$ 로 음의 상관관계를 나타냈다. ABTS radical 소거 활성은 FRAP value와 $r=-0.759(p<0.05)$ 로 음의 상관관계를 보였고, reducing power와는 $r=0.999(p<0.01)$ 의 강한 양의 상관관계를 보였다. 또한 FRAP value와 reducing power는 $r=-0.769(p<0.05)$ 의 음의 상관관계를 나타냈다. 조리과정 중 시래기에 함유된 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드의 함량과 FRAP value (mM/100 g FW)는 $r=0.9$ 이상의 높은 양의 상관관계를 나타내었으며, EC₅₀값(g FW/mL)으로 표현한 DPPH 및 ABTS radical 소거 활성과는 $r=-0.7$ 이상의 음의 상관관계를 나타내었다. 따라서 총 폴리페놀 및 플라보노이드의 함량이 증가할수록 radical 소거 활성 및 환원력의 활성이 증가하여 서로 간의 높은 상관관계가 있음을 나타내었다. Jeon 등(2013)은

Table 8. Coefficient matrix (Pearson's correlation coefficient), "r", for relationships between antioxidant activity

	TPC ¹⁾	TFC	DPPH	ABTS	FRAP	RP
TPC	1					
TFC	0.997** ²⁾	1				
DPPH	-0.800**	-0.757*	1			
ABTS	-0.764*	-0.718*	0.998**	1		
FRAP	1.000**	0.997**	-0.795*	-0.759*	1	
RP	-0.774*	-0.729*	0.999**	0.999**	-0.769*	1

¹⁾ TPC: Total polyphenol contents, TFC: Total flavonoid contents, DPPH: DPPH radical scavenging activity, ABTS: ABTS radical scavenging activity, FRAP: Ferric reducing antioxidant power, RP: Reducing power

²⁾ P values obtained ANOVA, * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

가공과정에 따른 더덕 추출물의 항산화 활성 연구에서 총 폴리페놀 함량과 총 플라보노이드, DPPH 및 ABTS radical 소거 활성과 FRAP의 상관관계가 $r=0.8$ 이상의 높은 양의 상관관계를 나타내었고, 총 플라보노이드 함량과 DPPH 및 ABTS radical 소거 활성과 FRAP에서도 유의적인 양의 상관관계를 나타내었다고 보고하여 본 실험 결과와 유사한 경향을 보였다.

요 약

본 실험에서는 조리과정(non-blanching, blanching, seasoned) 중 시래기의 항산화 관련 물질 함량과 항산화 활성 및 항균 활성의 변화를 측정하여 한식 고유의 조리법인 나물의 우수성을 알리고자 하였다. 80% ethanol에 추출한 시래기의 수율은 무친 후가 7.55%로 가장 높았으며, 데치기 전이 4.91%를 나타내었고, 데친 후가 0.33%로 가장 낮은 수율을 보였다. 총 폴리페놀 함량은 3.57~129.85 mg GAE/100 g FW 범위로 무친 후 시래기가 129.85±0.62 mg GAE/100 g FW로 가장 높게 나타났으며, 총 플라보노이드 함량에서도 무친 후가 35.56±1.19 mg CHE/100 g FW로 가장 높은 함량을 나타냈다. 4가지의 항산화 실험(DPPH assay, ABTS assay, FRAP assay, Reducing power) 결과, 무친 후 > 데치기 전 > 데친 후 순으로 높은 활성을 보였다. 항균 활성 측정 결과, 데치기 전 시래기에서만 활성이 나타났는데, *B. cereus*와 *E. cloacae* 두 균에 대해서 농도 의존적으로 항균 활성을 나타냈고, *E. coli*와 *P. aeruginosa* 두 균에 대해서는 10 mg/disc의 농도에서만 각각 9.25 mm, 9 mm의 clear zone을 생성하였다. 상관관계 분석 결과, 총 폴리페놀과 총 플라보노이드 함량이 증가할수록 radical 소거 활성 및 환원력의 활성이 증가하여 시래기에 함유된 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량이 항산화 활성에 중요한 영향을 미치는 것으로 사료된다. 따라서 항균 활성 측면에서는 시래기를 조리하지 않고 섭취하는 것이 좋으나, 건조 나물을 섭취하기 위해서는 특성상 반드시 불린 후 조리하는 작업이 필요하

다. 또한 무치거나 조리하는 과정에서 갖은 양념이 첨가되어 항산화 효능이 증가하므로 시래기를 섭취할 경우, 가능하다면 장시간 물에 삶는 조리법은 피하고, 무치는 조리법을 사용하는 것이 건강에 이로울 것으로 사료된다.

감사의 글

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

References

- Arano MB, Cano A, Acosta M. 2001. The hydrophilic and lipophilic contribution to total antioxidant activity. *Food Chem* 73:239-244
- 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
- Bogin E, Abrams M. 1976. The effect of garlic extract on the activity of some enzymes. *Food Cosmet Toxicol* 14:417-419
- Cha YJ, Lee HY, Jeong EJ. 2008. Changes of biological activities of two ascidians, *Styela clava* and *Styela plicata*, by cooking. *J Life Sci* 18:109-113
- 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
- Chung YC, Chiang BH, Wei JH, Wang CK, Chen PC, Hsu CK. 2008. Effect of blanching, drying and extraction processes

- on the antioxidant activity of yam (*Dioscorea alata*). *Int J Food Sci Technol* 43:859-864
- Fellegrini 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-ethylenbenzo thiazoline-6-sulfonic acid) radical cation decolorization assay. *Method Enzymol* 299:379-389
- Folin O, Denis W. 1912. On phosphotungstic-phospho phospho-molybdic compounds as color reagents. *J Biol Chem* 12: 239-243
- Han YL, Lee SY, Lee JH, Lee SJ. 2013. Cellular flavonoid transport mechanisms in animal and plant cells. *Korean J Food Sci Technol* 45:137-141
- Hong JJ, Ahn TH. 2005. Changes in total flavonoid and total polyphenol contents of leafy vegetables (spinach, chard and whorled mallow) by blanching time. *Korean J Food Cookery Sci* 21:190-194
- Hong SH, Kim MJ, Oh CH, Yoon SH, Song YO. 2010. Anti-radical capacities of perilla, sesame and sun flower oil. *J Food Sci Nutr* 15:51-56
- Hoult JBS, Paya M. 1996. Pharmacological and biochemical actions of simple coumarins: Natural products with therapeutic potential. *Gen Pharmacol* 27:719-722
- Kang DY, Shin MO, Shon JH, Bae SJ. 2009. The antioxidative and antimicrobial effects of celastus orbiculatus. *J Life Sci* 19:52-57
- Kang MJ, Yun HS, Shin JH. 2012. Chemical properties and biological activity of garlic (*Allium sativum* L.) shoots. *J Agric Life Sci* 46:129-139
- Kim HJ. 2010. Study of anti-oxidant and anti-microbial activity of sulfur containing vegetables. Ms Thesis, Chungnam Univ. Daejeon, Korea
- 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
- Kim JS. 2012. Greens Notebook (Namul Suchup). pp.204-205. Woodumji
- Kim JY, Park SH, Lee KT. 2009. Sulforaphane content and antioxidative effect of cooked broccoli. *J East Asian Soc Dietary Life* 19:564-569
- Ku KH, Lee KA, Kim YE. 2008. Physiological activity of extracts from radish (*Raphanus sativus* L.) leaves. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37:390-395
- Ku KH, Lee KA, Kim YL, Lee YW. 2006. Quality characteristics of hot-air dried radish (*Raphanus sativus* L.) leaves. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34:780-785
- Lee BH, Kim DR, Kang SM, Kim MR, Hong JI. 2010. Changes in the chemical stability and antioxidant activities of curcuminoids under various processing conditions. *Korean J Food Sci Technol* 42:97-102
- Lee YM, Bae JH, Jung HY, Kim JH, Park DS. 2011. Antioxidant activity in water and methanol extracts from Korean edible wild plants. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40:29-36
- 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
- Oboh G. 2004. Effect of blanching on the antioxidant properties of some tropical green leafy vegetables. *Science Direct* 38: 513-517
- Oh HJ, Kim CS. 2007. Antioxidant and nitrite scavenging ability of fermented soybean foods (*Chungkukjang*, *Doenjang*). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36:1503-1510
- Oyaizu M. 1986. Studies on product of browning reaction prepared from glucose amine. *Jap J Nutr* 44:307-315
- Park JW, Lee YJ, Yoon S. 2007. Total flavonoids and phenolics in fermented soy products and their effects on antioxidant activities determined by different assays. *Korean J Food Culture* 22:353-358
- Park SW, Yoo YJ. 1997. Effect of pre-treatment methods before cooking on mineral retention in *Siraegi* (raddish leaves). *Korean J Soc Food Sci* 13:635-638
- Sakiko A, Yukikp Y. 2007. Antioxidant activity and flavonoid content of welsh onion (*Allium fistulosum*) and the effect of thermal treatment. *Food Sci Technol Res* 13:67-72
- Sher A. 2004. Antimicrobial activity of natural products from medicinal plants. *Gomal J Med Sci* 7:72-78
- Yoon HS. 2012. Greens Cooking (Namul Yori). pp.128-129. Haseo
- Zhishen J, Mengcheng T, Jianming W. 1999. The determination of flavonoid contents in mulberry and they scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chem* 64:555-559

접 수 : 2013년 11월 22일
 최종수정 : 2014년 8월 4일
 채 택 : 2014년 8월 8일