

발아일수에 따른 해바라기 싹의 이화학적 특성 및 항산화성 비교

노경래¹ · 고성희² · 김철재^{1*}

¹숙명여자대학교 생활과학대학 식품영양학과

²서울대학교 의과대학 약리학 연구실

Comparison of Physicochemical Properties and Antioxidative Activities of Sunflower Sprout According to Germination Day

Kyung-Rea Roh¹, Seong-Hee Ko², Chul-Jai Kim^{1*}

¹Department of Food & Nutrition, Sookmyung Women's University

²Department of Pharmacology, College of Medicine, Seoul National University

Abstract

It is well known that sunflower (SF) sprout has more beneficial effects than SF seed due to increased levels of phytochemical components such as vitamins, total phenolics, and isoflavones during germination. This study investigated the physicochemical properties and antioxidative activities of SF seed during both germination and cultivation. In a proximate analysis, the water content of SF groat was 9.17% and then increased to 15.32% on the 11th day after seeding. On a dry weight basis, crude fat content decreased while the contents of carbohydrates, crude protein, and crude ash increased. As cultivation proceeded, the contents of minerals were in decreasing order of K, Mg, Ca, Na, Zn, Fe, Mn, and Cu, in which SF sprout cultivated for 9 or 11 days contained the highest mineral contents. Though vitamin C was not detected on SF groat, the content of vitamin C continuously increased up to the 5th day of cultivation and then decreased gradually. Vitamin E content in SF groat was higher than that in SF sprout. It was also found that the vitamin E content in SF sprout was the highest on the 5th day of cultivation. Daidzin was not detected in SF groat, but its concentration reached a maximum on the 5th day of cultivation in SF sprouts. Furthermore, higher amounts of daidzein were observed on the 3rd, 5th, and 9th days of cultivation. The highest total isoflavone content was observed on either the 3rd or 5th day of cultivation. The highest content of total phenolics was observed on the 5th of cultivation. When DPPH radical and peroxy radical scavenging activities of SF sprout were measured in order to measure antioxidant efficacy, it was found that 5 day-cultivated SF sprout had the highest scavenging activities. In conclusion, SF sprout cultivated for 9 or 11 days was found to be a good source of minerals. Furthermore, the fifth-day after seeding was the optimal time for the production of SF sprout with effective natural antioxidant activity and high amounts of functional components such as vitamins, total phenolics, and isoflavones.

Key words: Sunflower sprout, germination, antioxidant activity, minerals, vitamins, total phenolics, isoflavone

1. 서 론

최근 식생활수준의 향상에 따라 건강한 삶에 대한 소비자의 관심이 높아지면서 식품 선택과 섭취에 있어서 좀 더 기능성을 갖춘 식품을 선호하는 추세이다(Song 2001). 특히 천연 생리활성물질 등을 활용하는 건강 기능식품 및 생리활성물질이 함유된 치료제 등의 수요가 급증함에 따라 생약재와 같은 천연물의 식품·생물 산업적 활용이 증가되고 있다(Jo 등 2002). 이러한 소비 경향의 변화에 따라 천연 유기농산물

이 각광을 받고 있으며 이에 발아채소(Seed sprouts)에 대한 인식과 관심이 높아지고 있다(Ha 등 2009). 발아채소는 싹이 발아 후 1주 남짓 된, 잎이 1~3개 정도 되는 어린채소를 말하며 다 자란 채소보다 비타민과 무기질을 비롯한 식이섬유소와 기능성 생리활성물질을 다량 함유하고 있다고 알려져 있다(Khalil 등 2007). 또, 일반적인 엽채소와는 달리 생장이 빠르고 생산량이 많으며, 신선하고 부드러워 소비자에게 좋은 식미감을 제공하고, 무농약 재배가 가능하여 잔류 농약 및 질소성분의 과잉축적으로부터 안전하다는 장점을 가지고

*Corresponding author: Chul-Jai Kim, Department of Food & Nutrition, Sookmyung Women's University, Cheongpa-ro 47gil 100, Yongsan-gu, Seoul, 140-742 Korea Tel: 82-2-710-9468 Fax: 82-2-701-9466 E-mail: cjkim@sookmyung.ac.kr

있어 건강 기능식품 소재로 소비가 늘고 있다(Woo 등 2007).

해바라기(*Helianthus annuus*) 씨는 식물성유지로 이용되어지고 있는 천연자원이고(Jo 등 2002), 라이신, 메티오닌, 트립토판 등 아미노산을 비교적 많이 함유하여 영양적으로 우수한 단백질 자원이며(Balasaraswathi & Sadasivam 1997), 칼륨, 칼슘, 철분 등의 무기질과 비타민 B 복합체가 풍부하다고 알려져 있다(Park 2007). 해바라기 씨에는 vitamin A, niacin 등 비타민과, Ca, K, Fe 등의 무기질 함량이 다른 종실의 씨보다 높은 것으로 나타나 해바라기 씨이 영양적 측면에서 우수하다고 보고하였다(Lee 1999). 또한 polyphenol과 isoflavone 등의 생리활성물질이 많아 항산화성이 우수한 것으로 나타났다(Cho 등 2008). 이러한 연구 보고에 따라 해바라기 씨이 기능성 새싹 채소로 주목받기 시작했으나 이에 대한 연구가 미비하고 재배 일수별 성분 조성이나 기능성 물질에 대한 연구도 거의 없는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 재배일수별로 해바라기 씨의 이화학적 특성과 항산화성을 비교분석하여 해바라기 씨의 영양성 및 항산화성이 우수한 발아시점을 찾고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 재료

본 연구에 사용된 해바라기 종실은 한국산(전라남도 함평)으로, 2009년 가을에 수확된 것이며, 선별된 종실을 1 L의 물에 4% sodium hypochlorite(NaClO)를 첨가하여 2분 동안 소독을 하고 수침한 후 새싹재배기((주) 영수네, 서울, 대한민국)를 이용하여 빛이 있는 상태에서 해바라기 씨을 실온에서 재배하였다. 재배기에 옮긴 뒤 3, 5, 7, 9, 11일간 재배 일수를 달리하여 재배하였다. 수침 후 측정된 것은 육안으로 보이는 씨의 성장에 의한 것이며, ISTA(2007)의 해바라기 씨 발아율 측정을 참고하였다. 재배한 해바라기 씨는 가피를 제거시킨 후 동일한 조건에서 동결건조(Bondiro MCFD 8508 Freeze Dryer, Ilsin, Seoul, Korea)하고 분쇄(MF 10 basic, IKA WERKE GMBH & CO. KG, Staufen, Germany)하여 분말(1 mesh)로 제조한 후 4°C에서 냉장보관하면서 시료로 사용하였다.

2. 일반성분 분석

일반성분은 AOAC(2000)법에 따라 분석하였다. 즉, 수분 함량은 105°C 상압가열건조법, 회분은 550°C 직접회화법(F-48000, Barnstead, Boston, MA, USA), 조단백질 함량은 microKjeldahl법(Kjeltec 2200 Auto Distillation Unit, Foss Tecator, Hillerod, Denmark), 조지방은 Soxhlet 추출법(Soxtec 2050 Auto Extraction Unit, Foss Tecator, Hillerod, Denmark)으로 분석하였다. 탄수화물 함량은 100°C에서 수분, 조회분, 조단백질, 조지방 함량을 뺀 값으로 구하였다.

3. 무기질 분석

해바라기 씨의 무기질 함량은 AOAC(2000)에 준하여 초고압초음파분해장치(Microwave Accelerated Reaction System 5, CEM, Matthews, NC, USA)를 이용하여 시료 0.2 g, 69-71% HNO₃ 10 mL을 취하여 시료가 녹을 때까지 분해한 후 충분히 냉각시킨 시액을 50 mL volumetric flask에 옮겨 담고 3차 증류수를 이용하여 정용하여 무기질 분석 시료로 사용하였다. 미리 준비한 표준용액을 이용하여 혼합표준용액을 만들어 필요시 희석하여 사용하였으며, 분해 후 유도결합플라즈마법(GBC Integra Dual, GBC Scientific Equipment, Dandenong, VIC, Australia)을 이용하여 측정하였으며 분석 조건은 다음과 같다. Coolant gas flow rate는 14.0 L/min, plasma gas flow rate는 10.0 L/min, carrier gas flow rate 0.7 L/min의 조건으로 분석 실시하였으며, Mg (279.6 nm), Ca(317.9 nm), Na(589.6 nm), K(769.9 nm), Fe (259.9 nm), Cu(324.8 nm), Zn(213.9 nm) 및 Mn(257.6 nm)를 분석 정량하였다.

4. Vitamin 분석

Vitamin C의 함량은 DNP(Dinitrophenyl hydrazine) 비색법을 이용하여 정량하였으며(식품의약품안전청 2005), 분광광도계(2800 UV/VIS Spectrophotometer, UNICO, Dayton, OH, USA)를 이용하여 540 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 vitamin C 함량은 vitamin C 표준물질로 dehydroascorbic acid를 이용하여 표준곡선에 준하여 생시료 100 g중의 vitamin C 함량(mg/100 g)으로 3회 반복하여 얻은 평균값으로 나타내었다.

$$\text{총 vitamin C(mg/100 g)} = \frac{C}{1,000} \times 50 \times \frac{S \times 2}{W} \times \frac{100}{S}$$

C: 검량선에 의하여 구한 비타민 C량(총 vitamin C용 test tube(T1))

S: 시료채취량(g)

W: 시료조제량(취한 시료채취량+메타인산-초산용액) (g)

한편, vitamin E의 함량은 식품공전법을 토대로 변형한 방법(Kwak 등 2004)으로 수행하였다. 분석 시료는 각 재배 일수별로 0.5 g을 사용하였고, 분석에 사용한 기기는 HPLC (Water Alliance 2695 System, Waters Co., Milford, MA, USA)이었으며 분석 조건은 아래와 같다. 이동상 2% isopropanol n-hexane, flow rate 0.5 mL/min로, injection volume 10 µL으로 설정하였고, Column은 Nucleosil 100 silica(5 µm, 4.6×250 mm)를, detector는 Waters 2998 PDA Detector를 사용하였다. Vitamin E 분석에 사용된 표준 용액은 α-Tocopherol로 Sigma Chemical Co.(St. Louis, MO, USA)에서 구매하였다.

5. Isoflavone 분석

Isoflavone의 분석(Song 등 1998)은 동결건조된 시료를 마쇄하고, 0.1 g을 볼텍스 믹서를 사용하여 80% 메탄올 용액 1 mL 넣고 30분간 소니케이션(Powersonic 510, Hwashin Co., Seoul, Korea)시킨 후 실온에서 1시간 30분 동안 방치하여 추출하였다. 상기 추출물을 4,000 rpm에서 30분간 원심 분리(MF 300, Hanil Co., Seoul, Korea) 후 상층액을 0.2 µm PTFE막 필터를 통해 여과하여 HPLC로 분석하였고, 표준물질로 사용한 daidzin, daidzein는 Sigma Chemical Co.(St. Louis, MO, USA)에서 구입하였다. HPLC 분석을 위해 사용된 column은 Inertsil ODS-3(5 µm, 4.6×250 mm), detector로는 Waters 2998 PDA Detector를 사용하였다(Roh 2011).

6. Total phenolic content 분석

추출물 조제는 Roh(2011)의 방법으로 하였다. 해바라기 싹의 총 폴리페놀함량은 Singleton 등(1999)의 방법을 변형한 Cho 등(2008)의 방법으로 분석하였다. 추출물을 조제하여 물로 100배 희석 후 각 추출 여과액(1.0 mL), 0.2 N Folin-Ciocalteu reagent 1.0 mL를 첨가하여 실온에서 3 분간 방치하고, 포화 Na₂CO₃ 용액(75 g/L) 1.0 mL를 넣어 볼텍스 믹서로 교반 후 상온, 암소에서 1시간 방치한 다음 분광광도계(2800 UV/VIS Spectrophotometer, UNICO, Dayton, OH, USA)를 이용하여 765 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 폴리페놀함량은 gallic acid(Sigma Chemical Co. St. Louis, MO, USA)를 분석하여 작성된 표준 검량선에 대입하여 산출하였다.

7. 항산화능 측정

시료의 DPPH(1,1-diphenyl-2-picryldrazyl) radical에 대한 소거능력 측정은 Blois(1958)방법에 준하여 변형한 방법을 이용하여 해바라기 싹 메탄올 추출물의 DPPH radical에 대한 소거능력을 평가하였다. 시료추출액 조제 후에(Roh 2011), 메탄올로 50배 희석하여 각 추출여과액(0.2 mL)에 0.1 mM DPPH radical methanolic solution을 3 mL 첨가한 후 볼텍스 믹서로 강하게 교반한 후, 30분간 상온, 암소에서 저장하였다. 다음에는 분광광도계(2800 UV/VIS Spectrophotometer, UNICO, Dayton, OH, USA)를 이용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 각 추출물의 free radical 소거활성은 다음의 계산식을 통하여 나타내었다.

$$\text{DPPH radical scavenging activity (\%)} = \left(1 - \frac{A_{\text{sample}}}{A_{\text{control}}}\right) \times 100$$

A_{sample} : 실험군(추출액 첨가)의 흡광도

A_{control} : 대조군(추출액 미첨가)의 흡광도

한편, peroxy radical에 대한 소거능력 측정은 DCHF

(Dihydrochlorofluoresin)의 형광 발생 억제를 통한 항산화작용 강도를 비교하여 peroxy radical(ONOO⁻)에 대한 소거능력을 평가하였다(Ko 2002). 식품의약품안전청(2005)의 식품공전의 vitamin E 정량을 위해 사용했던 전처리 방법을 통해 추출액을 제조하고 96 well plate에 85 mM sodium phosphate buffer 90 µL, peroxy radical 100 µL, 일수별 시험용액 5 µL, 50 mM DCHF 2 µL를 암실에서 순서대로 넣었다. 그 후 상온, 암소에서 2분간 방치하여 spectrofluorometer(Biolumet LB 9505, Berthold, Germany)을 이용하였고 excitation 485 nm과 emission 538 nm에서 측정하였다. 그 후 10분 간격으로 소거능의 활성을 측정하여 peroxy radical 소거능에 대한 유지도도 비교하였다. Peroxy radical의 소거활성은 다음 계산식을 통하여 나타내었고 억제율(Inhibition(%))은 실험을 3번 반복하여 평균값으로 구하였다. DCHF를 사용하는 경우 빛에 의한 산화를 방지하기 위해 모든 작업은 암실에서 수행되었다.

$$\text{Antioxidant activity of peroxy radical (\%)} = \frac{CF - EF}{CF} \times 100$$

CF=Control Fluorescence

EF=Experimental Fluorescence

8. 통계처리

모든 자료의 통계 처리는 SAS package(Version 9.1, NC, USA)를 이용하였다. 각 실험군 간의 유의성 검증을 위하여 ANOVA로 분산분석을 하였으며, 재배 일수 간에 유의차가 발견되었을 때 Duncan's multiple range test를 이용하여 사후검증을 5% 유의수준에서 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 일반성분 분석 결과

해바라기 싹의 일반성분 분석 결과는 <Table 1>과 같다. 수분함량의 변화는 과피 제거 종실일 때 6.06%에서 재배 3, 5, 7, 9, 11일차의 수분 함량은 각각 9.17, 12.72, 13.27, 14.45, 15.32%로 점차 증가하여 전반적으로 과피 제거 종실에서부터 증가하여 재배 3일차부터 재배 11일차까지 유의적인 증가를 보였다($p \leq 0.05$). 발아에 의한 영양소의 함량 변화를 평가할 때에는 실질적인 고형물의 변화가 증시되므로 습량기준(Wet weight basis)보다는 건량기준(Dry weight basis)이 효과적이라 할 수 있다. 건량기준에서는 전체적인 함량 추이는 변함이 없으며, 영양성분 함량을 재배일수에 따라 비교하는 것은 건량기준이 보다 더 정확히 나타낼 수 있다고 판단하였다. 이에 따라, 해바라기 발아 과정 중의 일반성분의 변화를 건량기준으로 보면, 발아 일수가 증가할수록 조지방은 유의적으로 감소하나 탄수화물, 조단백, 조지방의 함량은 증가하는 경향을 보였다. 이러한 경향은 메밀싹의 생육특성을 평가한 Lee & Kim(2008)의 결과와 동일하였다.

<Table 1> Proximate composition of sunflower groat and sprout (Dry weight basis)

| Sample | Component (%) | | | | |
|------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|
| | Moisture | Carbohydrate | Crude protein | Crude lipid | Crude ash |
| SF ¹⁾ groat | 6.06±0.26 ²⁾ | 14.48±0.96 ^c | 22.57±0.62 ^c | 52.00±0.76 ^a | 4.75±0.02 ^d |
| 3 day-SF sprout | 9.17±0.09 ^c | 14.99±0.24 ^c | 22.81±0.16 ^c | 48.98±0.05 ^b | 5.12±0.03 ^c |
| 5 day-SF sprout | 12.72±0.30 ^d | 32.03±0.78 ^d | 23.09±0.23 ^c | 26.86±0.64 ^c | 5.30±0.11 ^c |
| 7 day-SF sprout | 13.27±0.16 ^c | 41.59±0.44 ^c | 24.71±0.27 ^b | 14.20±0.37 ^d | 6.23±0.03 ^b |
| 9 day-SF sprout | 14.45±0.45 ^b | 43.31±0.26 ^b | 26.62±0.25 ^a | 9.14±0.26 ^c | 6.48±0.32 ^b |
| 11 day-SF sprout | 15.32±0.41 ^a | 44.45±0.43 ^a | 27.15±0.26 ^a | 6.31±0.42 ^f | 6.78±0.21 ^a |

¹⁾SF means sunflower.

²⁾Values in different letters among sunflower sprouts in the same column are significantly different (p≤0.05).

Data are presented as mean±SD.

<Table 2> Content of mineral in sunflower groat and sprout (Dry weight basis)

| Sample | Mineral (mg/100 g) | | | | | | | |
|------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|
| | Mg | Ca | Na | K | Fe | Cu | Zn | Mn |
| SF ¹⁾ groat | 427.27±0.54 ²⁾ | 185.89±4.83 ^b | 1.26±0.50 ^d | 925.83±7.52 ^c | 9.88±1.16 ^a | 3.59±0.10 ^d | 10.96±0.61 ^b | 8.94±0.25 ^a |
| 3 day-SF sprout | 425.45±9.37 ^c | 167.70±2.63 ^c | 8.95±1.01 ^c | 1067.17±5.01 ^d | 9.82±0.14 ^a | 4.37±0.09 ^c | 13.36±3.10 ^b | 8.73±0.16 ^a |
| 5 day-SF sprout | 412.38±14.33 ^c | 155.05±18.78 ^c | 24.61±1.54 ^a | 1198.94±24.70 ^c | 9.82±0.30 ^a | 3.89±0.30 ^d | 11.61±0.19 ^b | 7.97±0.18 ^b |
| 7 day-SF sprout | 491.07±33.91 ^b | 198.71±2.67 ^b | 17.99±1.39 ^b | 1395.68±67.19 ^b | 10.37±0.70 ^a | 5.15±0.19 ^b | 13.85±0.90 ^b | 8.83±0.14 ^a |
| 9 day-SF sprout | 525.02±3.33 ^a | 234.47±2.49 ^a | 18.53±1.03 ^b | 1561.15±40.53 ^a | 11.48±0.22 ^a | 5.59±0.15 ^a | 19.11±4.89 ^a | 9.00±0.20 ^a |
| 11 day-SF sprout | 527.64±8.96 ^a | 227.56±5.57 ^a | 25.47±1.53 ^a | 1615.64±26.21 ^a | 13.90±6.39 ^a | 5.49±0.12 ^a | 12.99±0.29 ^b | 9.06±0.29 ^a |

¹⁾SF means sunflower.

²⁾Values in different letters among sunflower sprouts in the same column are significantly different (p≤0.05).

Data are presented as mean±SD.

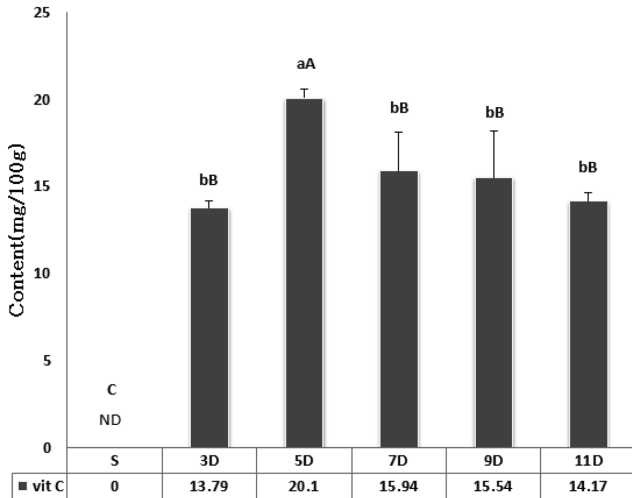
2. 무기질 조성 및 함량 분석 결과

해바라기 싹의 무기질 조성 및 함량을 측정 한 결과는 <Table 2>와 같다. 해바라기 싹을 재배일수별로 함량 비교 하였는데, 재배일수가 증가할수록 함량이 증가하는 양상을 보였다. 총 8종류의 무기질 즉, 다량무기질 중 Ca, Mg, Na, K와 미량무기질 중 Fe, Cu, Zn, Mn을 측정하였으며, 과피 제거 해바라기 종실과 싹에서 K의 함량이 가장 높게 나타났 으며 이어서 Mg>Ca>Na>Zn>Fe>Mn>Cu의 순으로 존재하였 다(p≤0.05). 이는 Lee(1999)의 연구 결과인 K>Ca>Mg>Na>Fe>Zn>Mn>Cu의 순서와 약간의 차이를 보였다.

다량무기질 중 Mg과 Ca을 분석한 결과, Lee(1999)의 해바라기 싹의 성분조성 연구결과인 66.35, 80.00 mg/100 g에 비해 412.38~527.64 mg/100 g와 155.05~234.47 mg/100 g으로 높게 나타났으며 K도 925.83~1615.17 mg/100 g으로 180.90 mg/100g에 비해 매우 높게 나타났다. 특히 재배 9, 11일차에서 함량이 가장 높게 나타났다. 종실과 재배 3일차에는 함량이 비슷하며, 재배 5일차를 제외하고는 재배 일수가 길수록 유의적으로 증가하였다. Na은 1.26~25.47 mg/100 g으로 나타났다고 재배 9, 11일차에서 가장 높은 함량이 나타났다.

미량 무기질 중 Fe은 Lee(1999)의 연구결과인 3.63 mg/100 g와 비교하여 9.82~13.90 mg/100 g으로 높게 나타났으며 발아 11일차에서 가장 높은 함량을 보였으나, 재배일수별 함량에 있어 유의적 차이를 보이지 않았으며, 종실과도 유의적

인 차이가 없었다. Cu, Zn, Mn의 경우 각각 3.59~5.59, 10.96~19.11, 7.97~9.06 mg/100 g으로 나타났고, 역시 재배 9, 11일차에서 가장 높은 함량을 보였다. 다량, 미량 무기질 함량의 변화에 있어 뚜렷한 경향을 보이지 않는 것도 있었지만, 대체적으로 재배 9, 11일차에서 무기질의 함량이 높게 나타남을 알 수 있었다. 9일과 11일차에 재배된 해바라기 싹의 무기질 중에 Mg, Ca, K, Mn 등은 유의적인 차이가 없었으며 Na, Zn은 유의적인 차이가 있음을 알 수 있었다. 더욱이, 재배 5일차와 재배 9일, 11일차 해바라기 싹의 무기질 성분을 비교해본 결과, Na, Zn을 제외하고는 다른 무기질 상의 유의적인 차이가 없었다. Lee(1999)의 연구결과와 비교하였을 때 무기질의 함량이 차이를 보인 이유는 시료 선정, 싹의 건조방법, 보관온도, 함량 분석 기준이 본 연구와 차이가 있는 것으로 보인다. 발아 채소 중 무기질원의 하나인 순무 싹(Ha 등 2009)과 본 연구의 재배 11일차 해바라기 싹과 비교시, 본 연구의 Ca(227.56 mg/100 g), Na(25.47 mg/100 g) 함량은 순무싹의 Ca(274.30 mg/100 g)과 Na(188.45 mg/100 g)보다 낮은 것으로 나타났다. 이와 대조적으로, Fe, K, Mg, Mn, Cu, Zn는 순무싹보다 높게 나타났고 특히, K는 순무싹(882.50 mg/100 g)보다 2배, Mn는 순무싹(2.75 mg/100 g)보다 3배, Cu는 순무싹(0.97 mg/100 g)보다 5배, Zn 경우 순무 싹(7.22 mg/100 g)보다 2배 높은 것으로 나타났다. Ca과 Na를 제외하고는 순무싹보다 더 높은 함량의 무기질을 가지고



<Figure 1> Comparison of vitamin C content in sunflower groat and sprout.

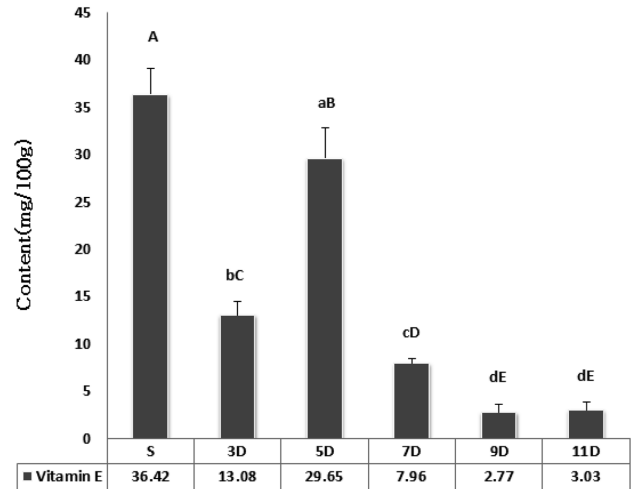
Each bar represent the mean±SD. Bars with different capital letters among sunflower (SF) sprouts including SF groat, and different small letters among SF sprouts are significantly different by Duncan multiple range test, respectively (S: SF groat; 3D: 3 day-SF sprout; 5D: 5 day-SF sprout; 7D: 7 day-SF sprout; 9D: 9 day-SF sprout; 11D: 11 day-SF sprout; ND: Not detected. Data is on the dry weight basis).

있어 해바라기 싹이 좋은 무기질 공급원이 될 수 있을 것으로 판단된다.

3. Vitamin 함량 분석 결과

과피 제거 해바라기 종실과 싹의 재배일수별 vitamin C 함량변화는 <Figure 1>과 같다. 해바라기 종실과 싹 그리고 해바라기 싹 간에 vitamin C의 함량 변화는 재배 5일차에서 가장 높게 나타났으며, 종실과 5일차 이외의 다른 해바라기 싹과도 유의적인 차이가 있었다($p \leq 0.05$). 측정 결과 과피 제거 해바라기 종실에서 vitamin C는 존재하지 않았으나, 발아과정 중 생성된 vitamin C의 함량은 재배일수 3일차 13.79 mg/100 g, 5일차 20.10 mg/100 g, 7일차 15.94 mg/100 g, 9일차 15.54 mg/100 g, 11일차 14.17 mg/100 g로 종실에서 검출되지 않던 vitamin C가 발아하면서 증가하다 재배 5일차에 20.10 mg/100 g로 가장 높은 함량을 보였다. 재배 5일차 이후 재배 7일차, 9일차, 11일차에서 vitamin C 함량이 점차 감소하였으나, 재배일수별로 유의적 차이를 보이지는 않았다. 재배 5일차 vitamin C의 함량이 Lee(1999)의 연구결과인 5.90 mg/100 g보다 높게 나타났다.

대표적인 발아식품의 하나인 콩나물 제조시의 vitamin C 함량을 비교한 연구들을 보면, 원료 콩 중에 함유되어 있지 않았던 vitamin C가 발아시 새로 생성되며 발아 5일 이후에는 그 함량이 감소한다고 하는 결과를 보여주고 있다(Liu 1997). 해바라기 싹도 콩나물의 발아처럼 종실에 존재하지 않았던 vitamin C가 발아과정 중 생성되어 증가하고 일정 기간 이후에는 다시 감소한다는 점에서 유사한 결과를 나타내었다.



<Figure 2> Comparison of vitamin E content in sunflower groat and sprout.

Each bar represent the mean±SD. Bars with different capital letters among sunflower (SF) sprouts including SF groat, and different small letters among SF sprouts are significantly different by Duncan multiple range test, respectively (S: SF groat; 3D: 3 day-SF sprout; 5D: 5 day-SF sprout; 7D: 7 day-SF sprout; 9D: 9 day-SF sprout; 11D: 11 day-SF sprout. Data is on the dry weight basis).

한편, 지용성인 vitamin E는 생체 내 세포막에 주로 존재하며 가장 널리 알려진 생체의 항산화제로서 인지질, 단백질, 호르몬, 효소활성 등 각종 물질대사에 광범위하게 관여하므로(Kalanithi 등 2007) 본 연구에서도 해바라기 과피 제거 종실 및 해바라기 싹의 vitamin E 함량을 분석하였다. 해바라기 종실과 재배일수에 따른 해바라기 싹의 vitamin E 함량과 변화를 <Figure 2>에 나타내었다. 과피 제거 해바라기 종실에서는 함량 36.42 mg/100 g, 재배 3일차에선 13.08 mg/100 g, 재배 5일차 29.65 mg/100 g, 재배 7일차 7.96 mg/100 g, 재배 9일차 2.77 mg/100 g, 재배 11일차 3.03 mg/100g로 측정되었다. 해바라기 싹보다 과피 제거 종실에서 유의적으로 더 많은 함량의 vitamin E가 함유되어 있었으며, 해바라기 싹만을 비교해보았을 때, 재배 5일차에서 vitamin E 함량이 유의적으로 높게 측정되었다. 그리고 재배 3일차와 7일차에서도 다소 높게 나타났다. Yoshida 등(1974)은 대두의 발아과정 중에 배엽(Cotyledon)과 배축(Hypocotyl)에서는 Tocopherol의 함량이 감소되고, 외피(Hull)에서는 증가된다는 것을 보고하였다. 일반적인 종실류의 하나인 대두가 발아과정 중에서 종실보다 싹, 즉, 콩나물에서 Tocopherol의 함량이 감소한다는 것은 본 연구와 유사하였다.

4. Isoflavone 분석 결과

Isoflavone의 화학적 형태에 따라 12개의 유도체가 존재하는데, 본 실험에서는 Cho 등(2008)의 연구에 따라 isoflavone의 12개 유도체 중 검출되지 않는 항목을 제외하고 daidzin과 daidzein만의 함량을 분석하였다<Table 3>. 재배일수별로

<Table 3> Isoflavone contents in sunflower groat and sprout (Dry weight basis)

| Sample | Isoflavone content | |
|------------------------|--------------------------|----------------------------|
| | Daidzin content (µg/g) | Daidzein content (µg/g) |
| SF ¹⁾ groat | ND ²⁾³⁾ | 164.84±1.5 ^c |
| 3 day-SF sprout | 21.48±11.18 ^b | 1525.89±52.32 ^a |
| 5 day-SF sprout | 90.76±37.29 ^a | 929.63±43.66 ^b |
| 7 day-SF sprout | 20.22±14.17 ^b | 785.04±26.63 ^c |
| 9 day-SF sprout | 17.06±1.47 ^b | 913.86±15.05 ^b |
| 11 day-SF sprout | ND | 549.75±9.08 ^d |

¹⁾SF means sunflower.

²⁾ND: Not detected.

³⁾Values in different letters among sunflower sprouts in the same column are significantly different (p<0.05).

Data are presented as mean±SD.

isoflavone 중 daidzin의 측정 결과는 과피 제거 해바라기 종실에서 daidzin은 존재하지 않았으나, 발아 과정 중 생성되어 발아 후 daidzin의 함량은 재배 3일차 21.48 µg/g, 재배 5일차 90.76 µg/g로 크게 증가하다가, 재배 7일차부터 다시 감소하여 20.22 µg/g, 재배 9일차 17.06 µg/g를 나타내었고, 재배 11일차에는 종실에서처럼 daidzin은 검출되지 않았다. 재배 5일차에서 가장 높은 함량을 나타냈고, 다른 해바라기 싹과 유의적 차이를 보였다(p<0.05). Cho 등(2008)의 연구와 비교해 볼 때, 해바라기 종실에는 daidzin이 존재하지 않는다는 것과 동일한 결과를 나타냈으며 6일간 재배한 해바라기 싹에서의 daidzin 함량이 증가한 본 연구와 유사한 결과를 나타내었다. Daidzein의 경우, 과피 제거 해바라기 종실에 존재하지 않던 daidzin과 달리 164.84 µg/g로 존재하였고, 발아 후 점차 daidzein의 함량이 증가, 재배 3일차 1525.89 µg/g 매우 크게 증가하여, 재배 5일차 929.63 µg/g, 재배 7일차 785.04 µg/g, 재배 9일차 913.86 µg/g, 재배 11일차 549.75 µg/g로 측정되었다. 종실에 소량으로 존재하던 daidzein이 발아하면서 증가하다 재배 3일차에서 가장 높은 함량인 1525.89 µg/g로 측정 되어 다른 재배 일수와 유의적 차이를 보였고 재배 5일차부터 daidzein의 함량이 감소하였다. 재배 5일, 7일, 9일에서는 거의 비슷한 함량을 나타내었고, 재배 11일에서 가장 적은 양이 측정되었다<Table 3>. Cho 등(2008)의 연구에서는, 해바라기 종실에서 daidzein 함량이 나타나지 않아 차이를 보였으나, 6일 재배한 해바라기 싹은 종실에 비해 isoflavone 함량이 증가함은 본 연구결과와 유사하였다. 본 실험에서 daidzein의 경우 해바라기 싹 중 재배 3일차에서 가장 높은 함량을 나타내었고, 재배 5일차에서도 높은 함량을 나타내었으므로 isoflavone과 관련된 섭취에 있어서 daidzin과 daidzein을 높게 함유하고 있는 재배 3, 5일차가 최적의 재배일수로 사료된다.

Choi(2004)의 연구에 따르면, 대형 대두의 isoflavone 함량은 daidzin의 경우 108.87 µg/g, daidzein의 경우 11.27 µg/g

로 보고하였다. 본 연구의 해바라기 싹 재배 5일차와 함량을 비교해 보았을 때, 해바라기 싹의 daidzin은 90.76 µg/g으로 함량이 약간 작았으나 거의 유사하였다. 다음으로, daidzein의 경우 929.63 µg/g로 월등히 높았다. 총 isoflavone의 함량에서 대두는 2,053.54 µg/g로 해바라기 싹보다는 높은 것으로 사료되나(Cho 등 2008), 해바라기 싹에 함유되어 있는 isoflavone 중 daidzin과 daidzein은 대두와 유사하거나 더 풍부하게 함유되어 있어 골다공증(Castelo-Branco & Hidalgo 2011; Taku 등 2011) 예방 및 심혈관계 질환(Cano 등 2010) 예방에 잘 알려진 대두의 상응하는 생리적 기능을 가지고 있을 것으로 사료된다.

5. Total Phenolic Content 분석 결과

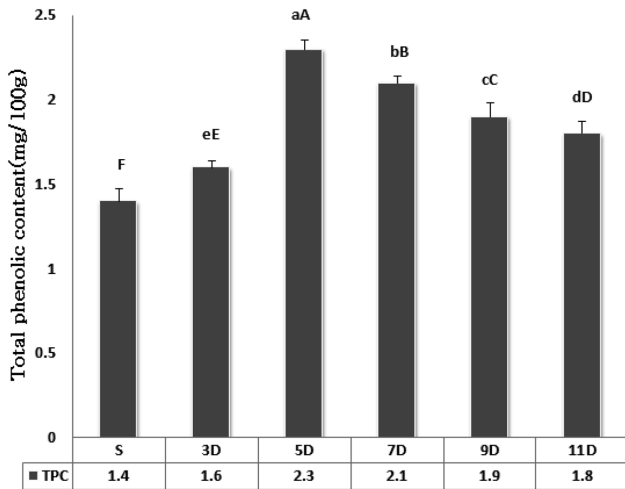
최근 역학조사에 따르면, 천연 항산화제의 섭취 횟수가 심장병과 암과의 위험성을 줄이는데 관련이 있다고 보고되면서(Huang 등 1992), 이에 대한 연구가 활발히 진행되어지고 있고 과일과 채소에서 천연항산화물질의 방어효과는 3가지 그룹으로 나누어 비타민, 폴리페놀, 카로티노이드로 보고되고 있다. 특히, 식물의 항산화능 화합물은 주로 폴리페놀물질들이며 천연항산화제로서의 기능이 잘 알려져 있고, 이러한 물질들이 생리활성을 나타낸다고 알려지면서 천연물로부터 항산화 활성을 나타내는 물질을 개발하고 찾으려는 시도가 다양한 각도에서 이루어지고 있다(Kim 등 2007).

해바라기 싹의 총 페놀 함량의 결과는 <Figure 3>에 나타내었다. 해바라기 싹의 총 페놀 함량 측정할 결과는 과피 제거 종실일 때 1.4 mg/100 g, 재배일수 3, 5, 7, 9, 11일차에 각각 1.6 mg/100 g, 2.3 mg/100 g, 2.1 mg/100 g, 1.9 mg/100 g, 1.8 mg/100 g로 유의적으로 차이가 있었으며(p<0.05), 재배 5일차에서 해바라기 싹의 총 페놀 함량이 높게 측정되었다. Cho 등(2008)의 연구결과, 총 페놀함량은 종실 1.06 mg/g, 해바라기 싹 3.60 mg/g으로 나타났다. 이러한 결과는. 본 실험의 결과보다 높은 함량을 나타내었는데, 이는 사용한 해바라기 싹을 동부 한농 화학(하양, 한국)에서 구입하여 재배하였고, 재배방법도 빛이 있는 곳에서 재배한 것과는 달리 빛이 없는 곳에서 재배하는 등 본 연구와는 차이가 있었다.

<Figure 3>에서 볼 수 있듯이, 재배 5일차 해바라기 싹은 총 페놀 함량이 유의적으로 높게 나타나 Chen & Yen(2007)의 연구에서 보고한 바, 항산화, 항암 등의 다양한 생리활성을 가진 페놀성 화합물로 활용가치가 높을 것으로 사료된다.

6. 항산화능 측정 결과

과피 제거 해바라기 종실과 재배일수별 해바라기 싹 추출물을 통해 DPPH radical에 대한 소거능력을 비교 측정할 결과는 <Figure 4>와 같다. DPPH radical에 대한 소거능력은 과피 제거 종실 6.67%, 재배 3일차 20.64%, 5일차 29.80%, 7일차 21.47%, 9일차 20.59%, 11일차는 20.17%로 산출되었고, 재배 5일차가 29.80%로 재배일수 중 유의적으로 가장



<Figure 3> Total phenolic content in sunflower groat and sprout. Each bar represent the mean±SD. Bars with different capital letters among sunflower (SF) sprouts including SF groat, and different small letters among SF sprouts are significantly different by Duncan multiple range test, respectively (S: SF groat; 3D: 3 day-SF sprout; 5D: 5 day-SF sprout; 7D: 7 day-SF sprout; 9D: 9 day-SF sprout; 11D: 11 day-SF sprout; TPC : Total phenolic content).

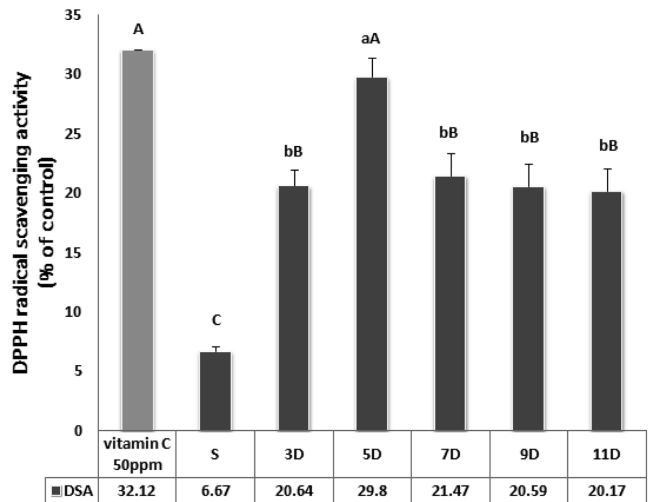
높게 측정되었으며($p \leq 0.05$), 그 다음으로 높은 것은 5 일차를 제외한 나머지 다른 재배일수로 유의적인 차이를 보이지 않았다. 한편, 종실은 가장 낮은 소거능력을 나타냈다.

천연 항산화제로 이미 잘 알려진 vitamin C와 비교하였을 경우에는, vitamin C 50 µg/mL 일 때, DPPH radical에 대한 소거능력은 30.32%로 본 실험의 재배 5일차 해바라기 싹의 결과인 29.80%와 유사하게 나타났으나, 유의적 차이는 없었으며, 다른 재배일차의 해바라기 싹의 소거능력보다는 유의적으로 높게 나타났다.

Free radical은 산화 과정의 전달단계에서 주요한 원인으로 작용하며, 인체 내 지질, 단백질 등과 결합하여 생체의 노화를 일으키는 물질이며, 자유라디칼을 제거하기 위한 천연물에 대한 연구가 최근 끊임없이 이루어지고 있는데(Kang 등 2001), 해바라기 싹 추출물의 총 페놀 함량<Figure 3> 및 DPPH radical 높은 소거능력을 활용하여 항산화성을 갖는 기능성 채소로 소비자들이 실생활에 이용할 수 있도록 그 활용도를 개발하는데 힘써야 하겠다.

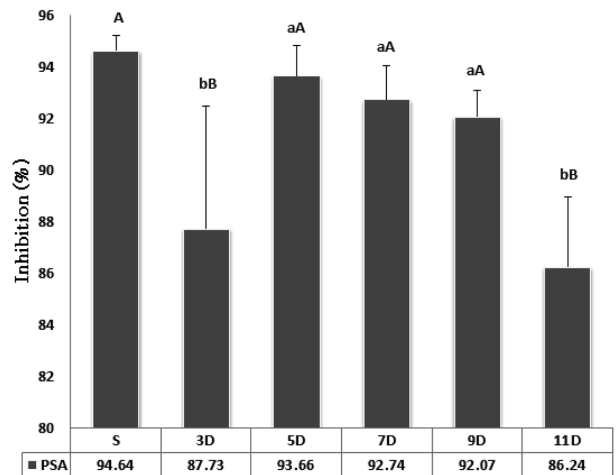
DPPH radical을 이용한 항산화 측정은 그 분자 구조에서 수소를 공여해 주는 능력으로 non-radicals은 측정할 수 없는 반면, peroxy radical 소거 능력 측정은, 해바라기 종실이나 싹에 함유된 vitamin E가 peroxy radical류를 잘 trapping 할 수 있는 지용성 항산화제(Halliwell & Gutteridge 1999) 라는 것에 근거하여 non-radicals에 속하는 reactive nitrogen speices(RNS)를 측정하는 것이므로 DPPH radical 소거능력 실험과는 성질이 다른 radical을 측정하는 것이기 때문에, peroxy radical 소거능력을 실험하였다.

과피 제거 해바라기 종실과 재배일수별 해바라기 싹 추출



<Figure 4> Comparison of DPPH radical scavenging activity of sunflower groat and sprout.

Each bar represent the mean±SD. Bars with different capital letters among sunflower (SF) sprouts including SF groat, and different small letters among SF sprouts are significantly different by Duncan multiple range test, respectively (S: SF groat; 3D: 3 day-SF sprout; 5D: 5 day-SF sprout; 7D: 7 day-SF sprout; 9D: 9 day-SF sprout; 11D: 11 day-SF sprout; DSA: DPPH radical scavenging activity).



<Figure 5> Changes of peroxy radical scavenging activity of sunflower groat and sprout.

Each bar represent the mean±SD. Bars with different capital letters among sunflower (SF) sprouts including SF groat, and different small letters among SF sprouts are significantly different by Duncan multiple range test, respectively (S: SF groat; 3D: 3 day-SF sprout; 5D: 5 day-SF sprout; 7D: 7 day-SF sprout; 9D: 9 day-SF sprout; 11D: 11 day-SF sprout; PSA: Peroxy radical scavenging activity).

물을 통해 peroxy radical에 대한 소거능력을 측정하는 결과는 <Figure 5>와 같다. 해바라기 씨와 싹에는 vitamin E를 함유하고 있으므로<Figure 2>, 이를 토대로 항산화 활성 항목 중 peroxy radical의 산화를 억제하는 능력을 측정하였다. 측정 결과, 과피 제거 해바라기 종실 94.64%, 재배 3일차 87.73%, 5일차 93.66%, 7일차 92.74%, 9일차 92.07%, 11

일차는 86.24%로 산출되었다. Peroxyl radical에 대한 소거 능력에 대해 각 일수별 해바라기 싹 추출물 중에서 과피 제거 종실과 5일차에서 가장 높은 억제율을 보였으며 종실, 재배 5일차, 7일차, 9일차에서는 유의적 차이가 없었으며, 억제율이 90%이상으로 높게 나타났고, 재배 3일차와 11일차는 낮아 나머지 재배일수와 유의적 차이를 보였지만($p \leq 0.05$), 85%이상의 높은 억제율을 나타냈다. 즉, 각 재배일수별 해바라기 싹 추출물 모두에서 85% 이상의 peroxyl radical 소거 능력을 보인다는 것을 알 수 있었다.

Peroxyl radical의 소거능을 가진 vitamin E는 동물의 지질 산화에 있어 가장 중요한 방어자이다. 그리고 다가불포화지방산(PUFA)을 물리적으로 안정화시키며, 지용성인 생체막에 존재하는 linoleic acid와 같은 n-6 지방산에 대해 chain breaking antioxidant로서 작용하며, 인접한 지방산 체인 또는 막단백질과 함께 반응하는 라디칼보다 훨씬 빠르게 지질 peroxyl radical을 제거하기 때문에 주로 지질 산화를 억제한다고 한다. 또한, 효과적인 hydroperoxyl radical scavenger로서 세포막을 과산화로부터 보호하고, low density lipoprotein (LDL)에 의하여 운반되고 있으므로 LDL산화 억제의 가장 큰 역할을 한다. 즉, vitamin E는 세포막에 존재하면서 산소 또는 산소를 함유하고 있는 활성물질로부터 산화되기 쉬운 다가불포화지방산을 대신해 먼저 산화되어 생체막을 온전하게 보호해 주는 지용성의 항산화 물질의 역할을 한다 (Halliwell & Gutteridge 1999). 이러한 항산화 비타민은 부작용과 약물 상호 작용이 없으며 낮은 용량으로도 효과적이기 때문에 라디칼 관련 질환의 예방에 매우 이상적이라고 할 수 있다(Park 2002).

IV. 요약 및 결론

해바라기 싹의 일반성분 분석에 있어서, 수분은 과피 제거 종실일 때 9.2%에서 재배 11일차에 15.3%로 약간 증가하였고, 해바라기 발아 과정 중 재배 일수가 증가할수록 건량 기준으로 조지방은 유의적으로 감소하고, 탄수화물, 조단백, 조회분의 함량은 증가하는 경향을 나타냈다.

무기질은 전반적으로 재배일수가 증가할수록 함량이 높아졌으며, 특히 K, Mg, Ca의 함량이 높게 나타났다. 이어서 $Na > Zn > Fe > Mn > Cu$ 의 순이었다. 무기질 함량이 높은 순무 싹과 비교했을 때, Ca, Na를 제외한 대부분의 무기질이 순무 싹보다 더 높은 함량을 나타내어 해바라기 싹이 우수한 무기질 급원이 될 것으로 사료되며, 무기질 급원으로서 재배 9, 11일이 좋을 것으로 사료된다.

Vitamin C는 종실에서는 존재하지 않았으나 발아 과정 중 생성되어 발아 후 점차 증가하다 재배 5일차에 20.10 mg/100 g로 최대치를 보이고, 그 이후에는 감소하였다. Vitamin E는 해바라기 싹보다 과피 제거 종실에서 36.42 mg/100 g으로 더 높은 함량을 보였으나, 해바라기 싹만을 비교해 보았

을 때, 재배 5일차에서 vitamin E 함량이 29.65 mg/100 g로 유의적으로 높게 측정되었다. 이처럼 재배 5일차 해바라기 싹은 천연항산화제인 vitamin C와 vitamin E 함량이 높게 나타났다.

총 페놀함량은 해바라기 싹에서 과피 제거 종실보다는 높게 나타났고, 재배 5일차에 최대치인 2.3 mg/100 g이 나타났다. 해바라기 싹의 Isoflavone으로는 daidzin과 daidzein의 함량을 측정하였다. Daidzin의 경우, 해바라기 종실에는 존재하지 않았던 것이 발아과정 중 생성되어 재배 5일차에 90.76 $\mu\text{g/g}$ 으로 유의적으로 높게 나타났다. Daidzein의 경우는 종실에서 164.84 $\mu\text{g/g}$, 재배 3일차에서 1525.89 $\mu\text{g/g}$ 등 월등히 높은 함량을 나타내었다. 해바라기 싹의 총 isoflavone 함량은 재배 3일차, 5일차가 유의적으로 높게 나타났다. 해바라기 싹은 대두보다 isoflavone의 총 함량은 적지만, daidzin 및 daidzein의 경우는 풍부하게 함유되어 있어 대두와 상응한 생리적 기능을 갖고 있음을 알 수 있었다.

해바라기 싹의 항산화성을 살펴보기 위해 DPPH radical 소거능, peroxyl radical 소거능을 측정하였다. DPPH radical 소거능력은 재배 5일차에서 최대치인 29.80%를 나타냈고, 재배 5일 이후에는 유의적으로 감소하는 경향을 나타내었다. 또 peroxyl radical 소거능력은 해바라기 종실과 재배 5일차 모두에서 94.6, 93.7%로 높은 억제율을 나타내었고, 재배일수별로 유의적 차이는 없었지만 종실과 재배일수별 해바라기 싹 추출물 모두에서 85% 이상의 peroxyl radical 소거능력을 보여서 우수한 지용성 항산화제로 활용할 수 있을 것으로 본다.

이상의 실험결과들을 종합해 볼 때, 해바라기 싹은 다량의 무기질이 함유되어 있어 우수한 무기질 급원체소이며, 이를 위해선 재배 9, 11일차의 해바라기 싹을 이용하는 것이 좋을 것으로 사료된다. 또한 해바라기 싹 추출물의 항산화 활성이 해바라기 종실보다 높아 건강기능식품 소재로서의 사용가능성이 있음을 알 수 있었다. 이와 관련하여 싹의 최적 재배 일수는 vitamin C, vitamin E 비롯한 항산화 활성능이 높았고, 기능성 성분인 isoflavone, polyphenol이 최고치를 보였던 재배 5일차가 일반적으로 좋을 것으로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 숙명여자대학교 2009학년도 교내 연구비 지원에 의해 수행되었음.

■ 참고문헌

- 식품의약품안전청. 2005. 식품공전. 문영사. 서울. pp 375-377
- AOAC. 2000. Official Methods of Analysis, 18th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC. USA
- Balasaraswathi R, Sadasivam S. 1997. Changes in oil, sugars and nitrogenous components during germination of sunflower

- seed, *Helianthus annuus*. Plant Foods Hum. Nutr., 51(1):71-77
- Blois MS. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. Nature, 181(4617):1199-1200
- Cano A, Garcia-Perez MA, Tarin JJ. 2010. Isoflavones and cardiovascular disease. Maturitas, 67(3):219-226
- Castelo-Branco C, Hidalgo MJC. 2011. Isoflavones: effect on bone health. Climacteric, 14(2):204-211
- Chen HW, Yen GC. 2007. Antioxidant activity and free radical-scavenging capacity of extracts from guava (*Psidium guajava* L.) leaves. Food Chem., 101(2):686-694
- Cho MH, No HK, Prinyawiwatkul W. 2008. Chitosan treatments affect growth and selected quality of sunflower sprouts. J. Food Sci., 73(1):70-77
- Choi JH. 2004. Physiological Activity and Isoflavone Composition of Soybean Products Prepared with Some Different Strains. Master's degree thesis. Suncheon National University. pp 13-15
- Ha JO, Ha TM, Lee JJ, Kim AR, Lee MY. 2009. Chemical composition and physiological functionalities of *Brassica campestris ssp rapa* sprout. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 38(10):1302-1309
- Halliwel B, Gutteridge JMC. 1999. Free Radicals in Biology And Medicine. Oxford University Press. London, England. pp 94-209
- Huang MT, Ho CT, Lee CY. 1992. Phenolic compounds in food and their effects on health() antioxidants and cancer prevention. Chem. mater., 507(2):54-71
- ISTA. 2007. The International Rules for Seed Testing. International Seed Testing Association. Bassersdorf, Switzerland. pp 5A.2-5A.12
- Jo SK, Chung CK, Byun MW. 2002. Effects of HYEBA-TON, an extract from herb mixture containing sunflower, on immune activity and metabolism of glucose and lipid. Food Industry Nutr., 7(3):27-34
- Kang SO, Lee KK, Choi JD. 2001. Free radical scavenging activity and characterization of the extracts from *Alpinia katusumadai* and *Areca catechu*. Korean J. Cosmetic Sci., 27(1):133-150
- Kalanithi N, Wong WY, Mohd BM. 2007. Tocotrienols and cancer: beyond antioxidant activity. Eur. J. Lipid Sci. Technol., 109(4):445-452
- Khalil AW, Zeb A, Mahmmud F, Tariq S, Khattak AB, Shah H. 2007. Comparison of sprout quality characteristics of desi and kabuli type chickpea cultivars (*Cicer arietinum* L.). LWT-Food Science and Technol., 40(6):937-945
- Kim TS, Park WJ, Kang MH. 2007. Effects of antioxidant activity and changes in vitamin C during storage of *Lycii folium* extracts prepared by different cooking methods. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 36(12):1578-1582
- Ko SH. 2002. A Study of Antioxidant Action of Fruits and Vegetables Juices. Master's degree thesis. Sookmyung Women's University. pp 20-22
- Kwak BM, Lee KW, Ahn JH, Kong UY. 2004. Simultaneous determination of vitamin A and E in infant formula by rapid extraction and HPLC with photodiode array detection. J. Korean Soc. Food Sci. Technol., 36(2):189-195
- Lee EH, Kim CJ. 2008. Growth characteristics of buckwheat sprouts during germination. Sookmyung J. Sci. Better Living, 24:135-158
- Lee YK. 1999. A study on the composition of sunflower seed sprout. J. East Asian Dietary Life, 9(1):74-80
- Liu K. 1997. Soybeans: Chemistry, Technology, and Utilization. International Thomson Publishing. New York. USA. pp 132-133
- Park JY. 2007. Protective Effects of *Spinacia oleracea* and *Helianthus annuus* Seed Extracts in Amyloid β -Peptide-induced Neuronal Cell Death. Master's degree thesis. Kyungpook National University. p 5
- Park SM. 2002. A Study on Nutritional Status of Antioxidant Vitamin Status and Lipids in Female College Students. Master's degree thesis. Sungsin Women's University. pp 4-6
- Roh KR. 2011. Physicochemical Changes and Antioxidative Activity of Sunflower Seed during Germination. Master's degree thesis. Sookmyung Women's University. pp 17-42
- Singleton VL, Orthofer R, Lamuela-Raventos RM. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. Methods in Enzymology, 299:152-178
- Song MR. 2001. Volatile flavor components of cultivated radish (*Raphanus sativus* L.) sprout. Korean J. Food Nutr., 14(1):20-27
- Song T, Barua K, Buseman G, Murphy PA. 1998. Soy isoflavones analysis: quality control and a new internal standard. Am. J. Clin. Nutr., 68(6):1474S-1479S
- Taku K, Melby MK, Nishi N, Omori T, Kurzer MS. 2011. Soy isoflavones for osteoporosis: an evidence-based approach. Maturitas, 70(4):333-338
- Woo N, Song ES, Kim HJ, Seo MS, Kim AJ. 2007. The comparison of antioxidative activities of sprouts extract. Korean J. Food Nutr., 20(4):356-362
- Yoshida H, Takamori Y, Kajimoto G. 1974. Changes in lipid components and fatty acid composition of soybeans during germination. Eiyo To Shokuryo (Japanese), 27(3):133-138