

발아 채소 추출물의 항산화 활성 비교

우나리아* · 송은승* · 김현정** · 서미숙** · †김애정

*호서대학교 식품영양학과, **성신여자대학교 식품영양학과, †해전대학 식품영양과

The Comparison of Antioxidative Activities of Sprouts Extract

Nariyah Woo*, Eun-Seung Song*, Hyun-Jung Kim**, Mi-Sook Seo** and †Ae-Jung Kim

*Dept. of Food Science and Nutrition, Hoseo University, Choongnam 336-795, Korea

**Dept. of Food and Nutrition, Seong Shin Women's University, Seoul 136-742, Korea

†Dept. of Food and Nutrition, Hyejon College, Choongnam 305-702, Korea

Abstract

This study was carried to develop the new material of functional food which antioxidant of natural substances of sprouts.

We compared antioxidative activity and antioxidant substances exist in sprouts. Antioxidative activities of sprouts were measured by total polyphenolic acid contents, electron donating activity(EDA), SOD-liked activity and hydroxyl radical scavenging ability. Total polyphenolic acid content was very higher in Rape sprouts extract(Rap) than other sprout extracts. Also Rape extract was showed the most excellent antioxidative activity in SOD liked activity at 86.94%. The EDA was ordered Rape sprouts extract(Rap)>Tatsoi sprouts extract(Tat)>Broccoli sprouts extract(Bro)>Alfalfa sprout extract(Alf). Hydroxy radical scavenging ability was the most effective in Rape sprouts extract(Rap). Therefore we could be certain that Rape sprouts extract(Rap) was the most effective in antioxidative activity from sprouts.

Key words: sprouts, antioxidant, rape sprouts, broccoli sprouts, Tatsoi sprouts, Alfalfa sprouts, New Tatsoi sprouts.

서 론

발아 채소(sprouts)는 어린 잎의 채소를 총칭하며, 일반적으로 새싹 채소로 불리우고, 우리나라에서는 예로부터 콩, 녹두, 메밀 씨앗을 발아시켜 채소로 이용해 왔다. 발아 채소는 생장이 빠르고, 생산량이 많으며, 신선하고 부드러워서 소비자에게 좋은 식미감을 제공하며, 무오염, 무공해 재배 등의 장점을 가지고 있다. 대표적으로 소비자들에게 주목을 받고 있는 것은 브로콜리순, 메밀순, 무순 등이며, 발아 채소의 품종이 다양해지고 발아 채소가 소비자들의 관심을 가지게 되는 이유는 웰빙 식품 산업의 활성화와 더불어 현대인이 건강에 대한 관심의 고조로 인하여 발아 채소에 대한 소비 욕구가 증가되는 것으로 예상된다.

식물 종자는 발아가 진행됨에 따라 생리 활성이 증대되고

성분의 변화가 일어난다. 즉, 식물은 다음 생명을 탄생시키기 위해 에너지를 종자 내에 저장하고 있어, 발아하여 새로운 짝을 생성할 때 각종 영양소가 최대한 갖추어지게 한다. 결국은 새싹의 단계가 종자 및 성숙 채소보다도 훨씬 많은 비타민, 무기질, 아미노산 등을 함유하게 된다. 식물 종자는 발아가 진행됨에 따라 생리 활성이 증대되고 성분의 변화가 일어나기 때문에 생리 활성 측면에서 발아에 의하여 높은 생리 활성이 나타나기 시작한다. 특히 발아 콩나물은 우리나라의 대표적인 새싹 채소로 오래전부터 콩나물을 부식으로 이용해 왔으며, 감기와 숙취 해소에 특효가 있다고 민간에서 널리 사용되었으며, 이는 대두에 없는 vitamin C가 발아시킨 콩, 즉 콩나물에는 다량 함유되어 있기 때문이다.

식물 종자의 발아에 따라 단백질과 아미노산¹⁾, 지방산²⁾, 탄수화물³⁾, 무기질⁴⁾, 비타민⁵⁾ 및 피틴산의 함량⁶⁾과 더불어 각

† Corresponding author: Ae-Jeong Kim. Dept. Food and Nutrition, Hyejon College, Choongnam 305-702, Korea.
Tel: +82-41-630-5249, Fax: +82-41-630-5175, E-mail: kaj419@hj.ac.kr

중 효소의 변화⁷⁾가 있음이 보고되고 있다. 최근에는 소비자들이 생활 습관병을 개선하기기 위하여, 발아 현미를 선호하는 경향을 보이기 시작하였다. 강 등⁸⁾의 연구에 의하면 거대 배아미와 유색미를 발아시켜 항산화 활성을 비교한 결과, 지질 과산화 억제 효과가 있으며, superoxide radical에 대한 소거 활성이 무발아 조건에 비하여 발아시킨 발아미에서 높게 나타났다고 하였다. 발아 메밀의 항산화 및 항균 활성과 세포 독성을 비교한 결과, BHT보다 높은 활성을 보였으며, 특히 발아 메밀 추출물은 암세포의 생육 활성이 저해되었다⁹⁾. 우리나라에서는 오래 전부터 콩, 녹두, 메밀 씨앗을 발아시켜 채소로 이용해 왔으나 발아 채소에 관한 연구와 소비자의 관심은 주로 발아 현미에 관한 것이다. 박 등¹⁰⁾은 찹쌀과 멥쌀의 발아 현미에 대한 영양 성분과 품질 특성을 비교하였으며, 발아 현미는 조직을 연화시켜 질감이 개선될 뿐 아니라, 발아 과정 중 γ -amino butric acid(GABA), β -sitosterol 등 각종 미량 기능성 성분들이 활성화되어 증가한다고 조사되었다¹¹⁾. 일본에서는 발아 현미를 이용한 건강 기능성 제품이 다양하게 판매되고 있으며, 국내에서는 발아 현미밥이 판매되면서, 발아 현미 가공 제품인 두유, 음료 등으로 다양한 제품으로 확산되고 있는 실정이다.

따라서 본 연구에서 수경 재배가 용이하고, 소비자의 관심이 높은 대표적인 발아 채소 즉 다채, 유채, 브로콜리, 알파파, 설채를 선별하여 생리 활성 변화를 측정하였다.

발아 다채는 서양 요리에서 스프의 재료로 이용되고, 주로 생선요리의 결들이는 재료로 사용되고 있다. 카로틴의 함량이 시금치의 약 2배로 매우 높으며, 다채 100 g을 하루에 섭취한다면 비타민 A의 1일 권장량의 약 80%를 섭취할 수 있어 야맹증 예방에 효과가 있으며, 유채는 비타민 C, 카로틴, 단백질 함량이 높고, 혈중 콜레스테롤을 낮춘다고 보고되고 있다¹²⁾. 브로콜리는 뛰어난 항산화 작용을 가진 β -카로틴, 루틴, 비타민 C, 셀레늄, 퀴세틴, 글루타치온 등이 다량 함유되어 있어, 항암 및 해독 효과가 매우 크다고 알려져 있다. 알파파 씨는 콜레스테롤을 낮추는 작용이 있어 육류와 함께 제공하는 요리법이 개발되고 있으며, 식이섬유가 많아 배변을 용이하게 하며, tyrosine 저해 효과가 있어 피부 미용에도 효과가 있다¹³⁾. 또한, 설채는 다채와 유사한 효능과 영양소 함량을 가지고 있으며, 특히 비타민 B₁, B₂ 이외에 철분 칼슘도 풍부하다¹⁴⁾. 그밖에도 겨자씨, 홍화씨, 배추씨, 무씨, 메밀씨 등이 최근에 많이 알려져 소비자들의 이용도가 서서히 증가하고 있다.

본 연구를 통하여 5종의 발아 채소의 에탄올 추출물에 대한 항산화 활성을 비교하였고, 이러한 생리 활성을 검정함으로써 건강 기능성 식품 제조용 신소재나 천연물 생산 원료의 신소재 개발의 기초 자료를 제공하여 발아 채소의 이용 가치

를 높이는데 기여하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 실험 재료

본 연구에 사용된 발아 채소는 다채, 유채, 브로콜리, 알파파, 설채이며, (주)새싹동산에서 종자를 구입하였다. 이들 발아 채소의 종자를 시료 부피의 5배의 물(수온 25±2°C)에서 15 시간 동안 침지시킨 후 천을 깔은 모판을 이용해 암소에서 24시간마다 일정량의 수분을 살수하면서 6일간 수경 재배하였고, 잎과 줄기가 6~7 cm 된 것을 채취하여, 뿌리를 잘라내어 시료로 이용하였다.

2. 추출 방법

발아 채소의 항산화 물질의 최적 추출 조건과 함께 항산화 효과를 알아보기 위해 Fig. 1과 같은 방법으로 추출하였다. 발아 채소 100 g을 70% 농도의 ethanol을 시료 중량의 약 10 배를 가하고, 25°C의 water bath에서 3시간 동안 교반(100 rpm)하면서 3회 반복 추출하여 Whatman No 2 여과지로 여과한 다음 rotary evaporator(EYELA N-1000, Tokyo, Japan)를 이용하여 5 ml까지 농축하여 시료로 사용하였다.

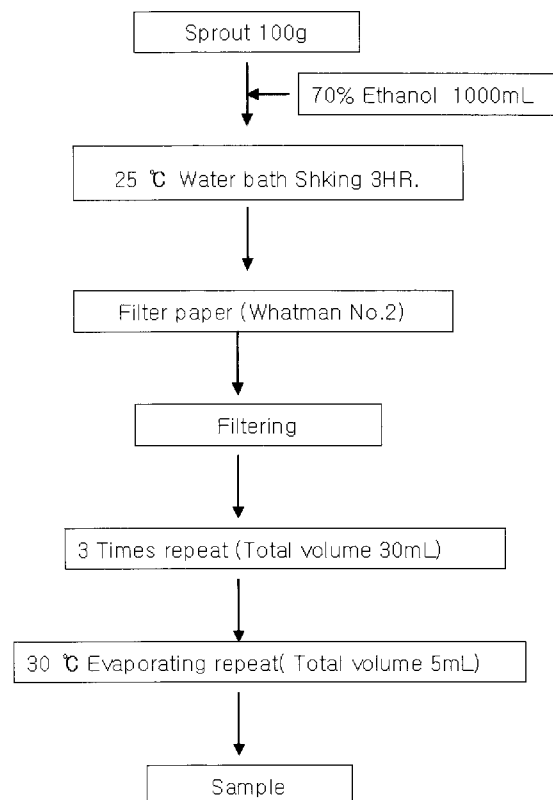


Fig. 1. Scheme of extracts in various sprouts.

3. 발아 채소 추출물의 항산화 효과 측정

1) 총 페놀 함량

발아 채소 추출물의 총 페놀 함량 측정은 AOAC의 Folin-Denis법¹⁵⁾을 일부 변형하여 비색 정량하였다. 즉, 발아 채소 추출물 0.1 ml에 2% Na₂CO₃ 2.0 ml 넣고 2분간 실온에 정치한 후 50% Folin-ciocalieic(2 N) 시약을 0.2 ml 가하고 혼합하여 실온에서 30분 정치한 다음 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. Quercetin을 mg/ml의 농도로 조제한 뒤, 표준곡선을 작성하여 계산하였고, 모든 처리는 3회 반복했다.

2) 전자공여능(Electron Donating Activity) 측정

발아 채소 추출물 0.5 ml에 0.15 mM DPPH 용액 3.5 ml를 가하여 잘 섞은 후 517 nm에서 10분간 흡광도의 변화를 측정하였다¹⁶⁾.

3) SOD-liked 활성 측정

시험관에 Tris-HCl buffer 3 ml, 0.2 mM pyrogallol 0.2 ml, 발아 채소 추출물 0.2 ml를 가하고 25°C에서 10분 방치한 후, 1 N HCl 1 ml를 첨가하여 반응을 정지시키고 420 nm에서 흡광도를 측정하였다¹⁷⁾.

4) Lecithin oxidation 저해 활성 측정

Chloroform 10 ml에 egg yolk lecithin 1 g을 녹인 후 각 시험관에 100 µl씩 주입시킨 후, 질소가스로 용매를 제거하였다. 발아 채소 추출물 0.1 ml와 Tris-KCl buffer(0.01M Tris-HCl, 0.175M KCl(pH 7.4))에 2 mM FeSO₄, 2mM ascorbic acid를 녹여 만든 용액을 각 시험관에 2 ml를 가하여 37°C water bath에서 2시간 동안 shaking 시켰다. 0.7% TBA 1 ml, 1% phosphoric acid 3 ml, 5 mM EDTA 0.5 ml를 가하여 100°C에서 30분 동안 방치한 후, 냉각시켜 n-buthanol:pyridine(14:1) 4 ml를 가한 후 원심분리(300 rpm, 10 min)하여 532 nm에서 흡광도를 측정하였다¹⁸⁾.

4. 통계 분석

본 연구의 결과는 평균±표준편차로 나타내었고, 각 실험군 간의 비교분석은 SAS system(ver. 8.2)을 이용하여 ANOVA 분석 후 $\alpha=0.05$ 에서 Duncan's multiple range test를 이용하여 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 발아 채소 추출물의 총 페놀 화합물

페놀성 화합물은 식물계에 널리 분포하며, 특히 2차 대사

산물로 식물 내에 축적된다. 특히 페놀성 화합물들은 생체 내에서 다양한 생리 활성을 나타내는 것으로 알려지면서 천연물로부터 항산화 물질을 추출하려는 연구가 다양한 각도에서 이루어지고 있다. 폴리페놀 화합물 중 flavonoid는 ¹O₂나 O₂⁻와 반응하며, 안정한 complex를 형성하여 이들의 소거작용을 가지고 있어 지질의 과산화에 대한 항산화제로 알려져 있다. 항산화 효과적인 측면에서 볼 때 총 페놀성 화합물의 함량과 항산화 효과와는 밀접한 관계¹⁹⁾가 있기 때문에 총 페놀성 화합물의 함량이 보다 높은 품종이 항산화 효과도 우수하다. 페놀화합물을 식물 자원에 함유되어 있는 천연물질로써 다양한 구조와 생리 활성이 다양하게 보고²⁰⁾되고 있다.

유채 발아 추출물의 총 페놀 화합물은 0.69 mg/ml로 가장 높게 측정되었으며, 다채, 브로콜리 발아 추출물은 각각 0.38, 0.12 mg/ml로 합성항산화제인 BHA의 0.44 mg/ml와 유의적으로 유사하게 측정되었다(Fig. 2).

2. 전자공여능(Electron Donating Activity) 측정

전자공여능은 지질 과산화 반응의 연쇄반응에 관여하는 산화성 free radical에 전자를 제공하여 연쇄반응을 정지시키며 산화성 free radical은 인체 내에서 지질, 단백질 등과 결합하여 각종 질병 및 노화를 일으키는 척도가 되므로 free radical을 제거할 수 있는 항산화제를 식물에서 찾으려는 연구가 이루어지고 있다. 특히 DPPH(1,1-diphenyl-2-picryl hydrazil) radical 소거법은 항산화 물질의 전자공여능으로 인해 방향족 화합물 및 방향족 아민류에 의해 환원되어 짙은 자색이 탈색

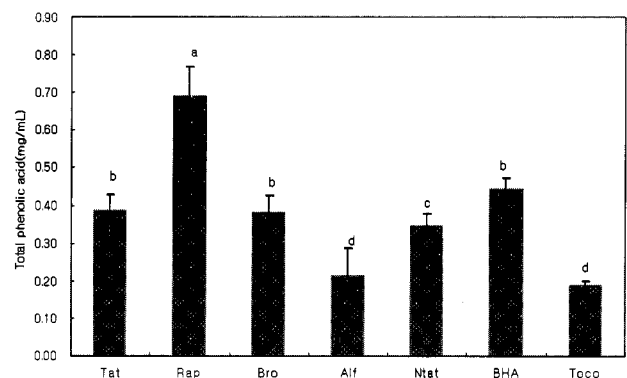


Fig. 2. Total phenolic acid contents of various sprouts extracts.

Different letter were significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple test,

Tat: Tatsoi sprouts, Rap: Rape sprouts,

Bro: Broccoli sprouts, Alf: Alfalfa sprouts,

Ntat: New Tatsoi sprouts, BHA: butylated hydroxyanisole,

Toco: α -tocopherol.

되는 정도를 나타내는 지표로 항산화능을 나타내는 척도가 된다고 알려져 있다²¹⁾. 이 때의 DPPH는 hydroxyl radical과 유사하여 free radical 소거 실험에 널리 활용된다²²⁾.

유채 발아 추출물의 전자공여능은 79.62%로 매우 높았으며, 다채, 브로콜리, 알파파 추출물의 전자공여능도 높게 측정되었다. 발아 메밀의 전자공여능이 87.52%인 것과 비교⁹⁾하여 보았을 때 발아 채소 추출물의 전자공여능도 유사한 경향을 보여 높은 항산화 활성을 나타내는 것으로 판단되었다 (Fig. 3). 또한, 한국 약용 및 식물 자원의 항산화성 식물 탐색에 대한 결과에 의하면 포도씨와 음양곽을 제외한 식물 자원이 20% 미만인 결과²³⁾와 비교해 볼 때 발아 채소의 전자공여능은 매우 높아 우수한 항산화 활성을 가진 기능성 소재가 될 수 있을 것으로 예상된다.

또한, 유채는 국내 재배 유지 작물 중 단위 면적 당 재배량이 가장 많고 식용, 샐러드용, 세제의 정화제 및 천연 디젤 연료 등으로 이용되고 있으며, 관광 자원으로도 부가가치가 매우 높다. 또한, 식용의 경우 토코페롤 함량이 높아 캐나다, 미국, 영국 등 외국에서 수요가 급증하고 있다²⁴⁾. 발아에 의한 유채의 무기질과 지방산의 함량은 발아 후 모두 증가하는 경향을 나타내었으며²⁵⁾, 아미노산 조성이 높아, 부족한 단백질 공급원이 될 수 있다고 보고되고 있다²⁶⁾.

3. SOD-liked 활성 측정

생체 내 항산화 효소중의 하나인 superoxide dismutase는 세포내 활성산소를 과산화산소로 전환시키는 반응을 촉매하는 효소이며, SOD에 의해 생성된 과산화수소는 catalase 또는

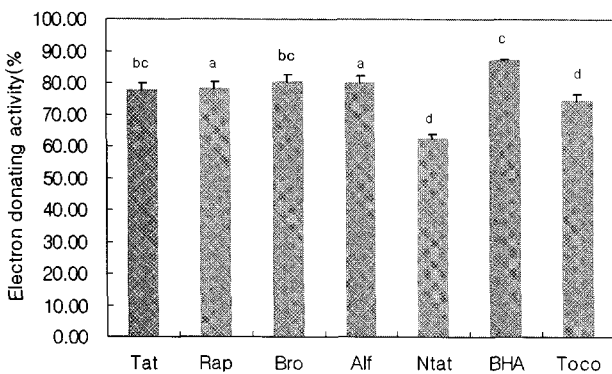


Fig. 3. Electron donating activity(%) of various sprouts extracts.

Different letter were significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple test,

Tat: Tatsoi sprouts, Rap: Rape sprouts,
 Bro: Broccoli sprouts, Alf: Alfalfa sprouts,
 Ntat: New Tatsoi sprouts, BHA: butylated hydroxyanisole,
 Toco: α -tocopherol.

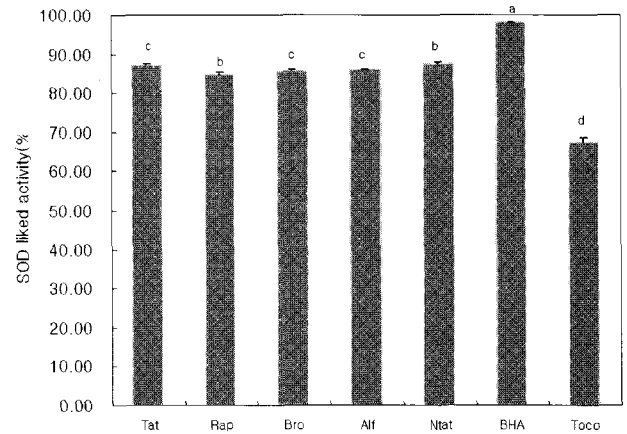


Fig. 4. SOD-liked activity(%) of sprouts ethanol extracts. Different letter were significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple test,

Tat: Tatsoi sprouts, Rap: Rape sprouts,
 Bro: Broccoli sprouts, Alf: Alfalfa sprouts,
 Ntat: New Tatsoi sprouts, BHA: butylated hydroxyanisole,
 Toco: α -tocopherol.

peroxidase에 의해 물 분자와 산소 분자로 전환되는 중요한 효소 중에 하나이다¹⁷⁾.

SOD 유사 활성은 설채 발아 추출물과 유채 발아 추출물이 87.44, 86.94%로 높게 측정되었다. 발아 채소 추출물의 SOD 유사 활성은 합성항산화제인 BHA보다는 유의적으로 낮았으나, 천연 항산화제인 α -토코페롤보다 유의적으로 모두 높게 측정되었다(Fig. 4). 우 등²⁷⁾의 연구에 의하면 활나물 잎 추출물의 SOD 유사 활성 86.27 %로 측정된 것과 비교할 때 유사한 경향을 보였으며, 항산화 활성이 높다고 알려져 있는 녹차 추출물의 SOD 유사 활성이 85.3 %인 결과²⁸⁾와 비교하여 볼 때, 발아 채소 추출물의 SOD 유사 활성은 매우 높아 항산화 활성이 우수한 것으로 판단된다.

4. Lecithin Oxidation 저해 활성 측정

Egg yolk lecithin에 FeSO₄와 ascorbic acid를 첨가하면 활성 산소종인 hydroxy radical이 생성되어 레시틴을 산화시켜 과산화 지질을 유발하는 것으로 알려져 있다²⁹⁾. 페놀성 화합물은 지방산의 산화 초기 생성물인 hydroperoxide와 기타 물질과 반응하여 산화를 억제시키고³⁰⁾, radical 생성 촉진 물질인 metal ion 즉, Fe 및 Cu와 쉽게 결합하여 macrophage나 free cells 상태에서 free radical의 생성을 감소시킨다고 보고되었다³¹⁾.

레시틴에 대한 발아 채소의 항산화 활성은 천연 항산화제인 α -토코페롤보다 알파파 발아 추출물을 제외하고, 모두 유의적으로 높게 측정되었다. 즉, BHA가 96.74%로 매우 높은

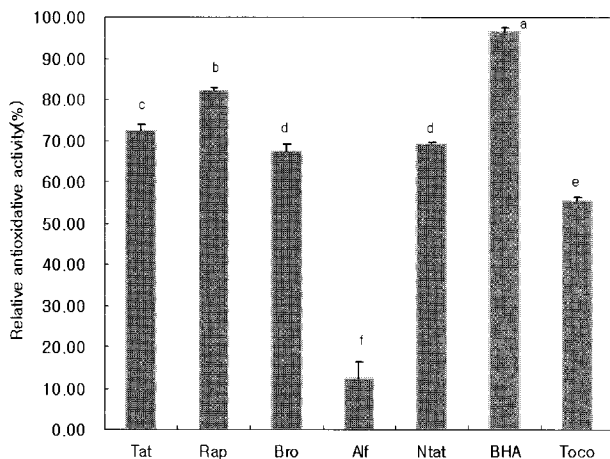


Fig. 5. Relative antioxidative effect(%) of sprouts ethanol extracts.

Different letter were significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple test,

Tat: Tatsoi sprouts, Rap: Rape sprouts,

Bro: Broccoli sprouts, Alf: Alfalfa sprouts,

Ntat: New Tatsoi sprouts, BHA: butylated hydroxyanisole,

Toco: α -tocopherol.

항산화 활성을 보였으며, 유채싹 추출물이 87.28%로 높게 가장 높게 측정되었다. 그 밖의 발아 채소 추출물은 약 67~87%의 항산화 활성을 보여, 천연 항산화제인 α -토코페롤에 비하여 우수한 것으로 판단된다. 그러나 알파파 추출물은 상대적으로 유의적으로 매우 낮은 결과를 나타내었다(Fig. 5). 한국산 약초잎에 대한 항산화 효과를 검색한 결과, 삼나무, 삼주, 오갈피 잎들은 hydroxy radical 소거능이 90% 이상이었다는 결과³²⁾와 비교할 때 발아 채소 추출물의 hydroxy radical 소거 활성은 다소 낮은 결과를 나타내었다.

요약 및 결론

식물 종자는 발아가 진행됨에 따라 생리 활성이 증대되고 성분의 변화가 나타나며, 다채, 유채, 알파파, 브로콜리, 설채의 종자를 수경 재배하여 발아시켜 이들 각각의 싹 추출물의 항산화 활성을 비교하였다.

유채 발아 추출물의 총 페놀 화합물은 0.69 mg/ml로 가장 높게 측정되었으며, 다채, 브로콜리 발아 추출물은 각각 0.38, 0.12 mg/ml로 합성항산화제인 BHA의 0.44 mg/ml와 유의적으로 유사한 것으로 측정되었다. 전자공여능은 지질 과산화 반응의 연쇄반응에 관여하는 산화성 free radical에 전자를 제공하여 연쇄반응을 정지시키는 반응으로써, 유채 발아 추출물의 전자공여능은 79.62%로 매우 높았으며, 다채, 브로콜리,

알파파 추출물의 전자공여능도 높게 측정되었다. 따라서 발아 채소의 전자공여능은 매우 높아 우수한 항산화 활성을 가진 기능성 소재가 될 수 있을 것으로 예상된다. SOD 유사 활성은 설채 발아 추출물과 유채발아 추출물이 87.44, 86.94%로 높게 측정되었다. 발아 채소 추출물의 SOD 유사 활성은 합성 항산화제인 BHA보다는 유의적으로 낮았으나, 천연 항산화제인 α -토코페롤보다 유의적으로 모두 높게 측정되었다. 페놀성 화합물은 지방산의 산화 초기 생성물인 hydroperoxide와 기타 물질과 반응하여 산화를 억제시키는 반응을 응용하여 레시틴에 대한 발아 채소의 항산화 활성은 알파파 발아 추출물을 제외하고 천연 항산화제인 α -토코페롤보다 모두 유의적으로 높게 측정되었다. 즉, BHA가 96.74%로 매우 높은 항산화 활성을 보였으며, 유채싹 추출물이 87.28%로 높게 가장 높게 측정되었다. 그 밖의 발아 채소 추출물은 약 67~87%의 항산화 활성을 보여, 천연 항산화제인 α -토코페롤에 비하여 우수한 것으로 판단된다.

따라서 발아 채소의 항산화 활성을 다양한 방법으로 측정한 결과, 발아 채소 추출물들은 매우 높은 항산화 활성을 나타내었으며, 이러한 연구를 기초로 하여, 더욱 다양한 품종 개발과 육종이 이루어져야 할 것이다. 또한, 이러한 생리 활성이 높은 발아 채소는 기능성 식품 소재가 될 수 있을 것으로 예상되어지며, 지속적인 연구를 통하여 다양한 발아 채소를 발굴할 필요가 있다.

감사의 글

이 논문은 2006년도 호서대학교의 학술연구비 지원을 받아 수행된 연구(과제번호 20060104) 결과이며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Cho, BM, Yoon, SK and Kim, WJ. Changes in amino acid and fatty acids composition during germination of rapeseed. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 17:371-376. 1985
2. Choi, KS and Kim, ZU. Changes in lipid components during germination of mungbean. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 17: 271-275. 1985
3. Lee, MH, Son, HS, Choi, OK, Oh, SK and Kwon, TB. Changes in physico chemical properties and mineral contents during buck whet germination. *Kor. J. Food Nutr.* 7: 267-273. 1994
4. Ikeda, K, Arioka, K, Fuji, S, Kusano, T and Oku, M. Effects on buck wheat protein quality of seed germination and chan-

- ges in trypsin inhibitor content. *Cereal Chem.* 61:236-240. 1984
5. Hsu, D, Leung, HK, Finney, PL and Morad, MM. Effect of germination on nutritive value and baking properties of dry peas, lentils and faba beans. *J. Food Sci.* 45:87-91. 1980
 6. Kim, WJ, Kim, NM and Sung, HS. Effects of germination on phytic acid and soluble minerals in soymilk. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 16:358-362. 1984
 7. Ahn, B and Yang, CB. Effects of soaking, germination, incubation and autoclaving on phytic acid in seed. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 17:516-521. 1985
 8. Kang, MY, Kim, SL, Koh, HJ, Chin, J and Nam, SH. Antioxidative activity of germination specialty rices. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 36:624-630. 2004
 9. Hwang, EJ, Lee, SK, Kwon, SJ, Park, MH and Boo, HO. Antioxidative, antimicrobial and cytotoxic activities of *Fagopyrum esculentum* Moench extract in germinated seeds. *Kor. J. Medicinal Crop Sci.* 14:1-7, 2006
 10. Park, JD, Choi, BK, Kum, JS and Lee, HY. Qualities properties of cooked germinated brown rice. *Kor. J. Food Preserv.* 12:101-106. 2005
 11. Kum, JS, Choi, BK, Lee, HY and Park, JD. Physicochemical properties of germinated brown rice. *Kor. J. Food Preserv.* 11:182-188. 2004
 12. www. asiaseed.co.kr, 2006. 7. 15 방문
 13. 허봉수. 채질 따라 먹는 웰빙 새싹 채소. 다문. 33-78. 2004
 14. 김태훈, 서명훈. 몸에 좋은 새싹 채소, 화분채소 키우기. 동아일보사. 14-66. 2004
 15. AOAC. Official Methods of Analysis of the A.O.A.C., 15th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C. USA. 1990
 16. Kang, MH, Park, CG, Cha, MS, Seong, ES, Chung, HK and Lee, JB. Component characteristics of each extract prepared by different extract methods from by-products of *Glycyrrhiza uralensis*. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* 30:138-142. 2001
 17. Marklund, S, Marklund, G. Involvement of superoxide anion radical in the oxidation of pyrogallol and convenient assay for superoxide dismutase. *Eur. J. Biochem.* 47:469-474. 1974
 18. Tsuda, T, Oshinori, YF, Katsumi, O, Yamamoto, A, Kawakishi, S, Osawa, T. Antioxidative activity of tamarined extract prepared from the seed coat. *Nippon Shokuhin Kaishi* 42:430-435. 1995
 19. Kang, MH, Choi, CS, Kim, ZS, Chung, HK, Min, KS, Park, CG and Park, HW. Antioxidative activities of ethanol extract prepared from leaves, seed, branch and aerial part of *Crotalaria sessiflora* L. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 34:1098-1102. 2002
 20. Kang, JH, Kim, YJ and Jeon, BS. Effects of presown cold stratification, GA₃, KNO₃ and acetic acid treatment on germination of *Crotalaria sessiflora* L. *Kor. J. Medicinal Crop Sci.* 9:124-129. 2001
 21. Ra, KS, Suh, HJ, Chung, SH and Son, JY. Antioxidative activity of solvent extract onion skin. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 29:595-600. 1997
 22. Blois, MS. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature.* 26:1199-1204. 1954
 23. Kim, YC, Chung, SK. Relative oxygen radical species scavenging effects of Korean medicinal plant leaves. *Food Sci. Biotechnol.* 11:407-411. 2002
 24. Park, YJ, Kim, KS, Jang, YS, Kim, CW and Bang, JK. Comparison with *in vivo* pollen development of domestic cultivars in *Barassca napus* L. *Kor. J. Crop Sci.* 51:242-246. 2006
 25. McCutchoen, JS, Umermura, T, Bhatanagar, MK and Walker, BL. Cardiopathogenicity of rapeseed and oil blends differing in erucic, linoleic and linolenic acid content. *Lipids.* 11:545-552. 1976
 26. Nicolas, RI. Fabricated protein foods. *Chem. Engineering.* 81:50-58. 1974
 27. Woo, NRY, Kim, TS, Park, HW, Park, CG, Seong, HJ, KO, SB and Kang, MH. The comparison of antioxidative activities of *Crotalaria sessiflora* L. Extracts from leaves, seed, stem, root. *Korean J. Kor. Soc. Food Sic. Nutr.* 37:948-952. 2005
 28. Kim, SM, Cho, YS and Sung, SK. The antioxidant ability and nitrate scavenging ability of plant extracts. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 33:626-632. 2001
 29. Tsuda, T, Oshinori, YF, Katsumi, O and Yamamoto, A, Kawakishi, S and Osawa, T. Antioxidative activity of tamarined extract prepared from the seed coat. *Nippon Shokuhin Kaishi.* 42:430-435. 1995
 30. Saleem, A, Lopenen, J, Pihlaja, K and Oksanen, E. Effects of long term open-field ozone exposure on leaf phenolics of European silver birch (*Betula pendula* Roth). *J. Chem. Ecol.* 27:1049-1062. 2001
 31. Halliwell, B and Gytteridge, JM. Role of free radicals and catalytic metal ions in human disease: an overview. *Methods*

- Enzymol.* 186:1-85. 1990
32. Kang, MJ, Shin, SR and Kim, KS. Antioxdative and free radical scavenging activity of water extract from dandelion(*Taraxacum officinale*). *Kor. J. Food Preserv.* 9:253-259. 2002
-
- (2007년 10월 4일 접수; 2007년 11월 20일 채택)