

## 홍화(*Carthamus tinctorius* L.) 씨, 순 및 꽃잎 추출물의 폴리페놀 화합물 함량과 항산화 활성

김현정 · 전방실 · 김성규 · 차재영 · 조영수<sup>†</sup>

동아대학교 생명자원과학부

### Polyphenolic Compound Content and Antioxidative Activities by Extracts from Seed, Sprout and Flower of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.)

Hyun-Jung Kim, Bang-Sil Jun, Sung-Kyu Kim, Jae-Young Cha and Young-Su Cho<sup>†</sup>

Faculty of Natural Resources and Life Science, Dong-A University, Pusan 604-714. Korea

#### Abstract

The antioxidative activities of water and MeOH extracts of seed, sprout and flower of safflower (*Carthamus tinctorius*) were compared *in vitro* experimental models. Antioxidative activity was measured by inhibition against lipid peroxidation of rat brain microsome, and it was shown in the following order: water extract of flower (97.19%)>MeOH extract of sprout (81.38%)>MeOH extract of flower (80.97%)>water extract of seed (68.86%)>water extract of sprout (64.99%)>MeOH extract of seed (64.95%). When antioxidative activity was determined by thiocyanate method, the MeOH and water extracts of seed showed higher activity than other extracts. In DPPH ( $\alpha, \alpha'$ -diphenyl- $\beta$ -picrylhydrazyl) method, the free radical scavenger activity of 0.1% MeOH extract sprout was higher than other extracts. The concentration of total polyphenolic compound in water and MeOH extracts of flower was 12.70% and 8.05%, water and MeOH extracts of seed was 6.96% and 12.34% and water and MeOH extracts of sprout was 8.75 and 5.10%, respectively.

**Key words:** safflower, polyphenolic compound, antioxidative activity,  $\alpha, \alpha'$ -diphenyl- $\beta$ -picrylhydrazyl

#### 서 론

항산화 물질은 동·식물계에 널리 분포되어 있는데, 과일과 채소에 많은 phenolic 화합물, flavone 유도체, 토코페롤, 아스코르빈산, 셀레늄과 같은 항산화물질은 지방의 산화를 지연시키거나 방지하며, 암, 심장혈관계 질환 등을 예방·지연시킴으로써 노화방지에도 중요한 역할을 한다(1). 식물계에 존재하는 천연 항산화물질은 식품, 의약품, 화장품 등에 널리 이용되고 있다. 유지 또는 유지 함유 식품의 산패는 주로 공기 중의 산소와 결합에 의해 일어나는데, 이를 방지하기 위해 많은 합성 또는 천연항산화 물질이 개발되어 왔으나, 그 효과와 경제성 때문에 실제로 많이 사용되고 있는 것은 합성 항산화제로서 BHT(butylated hydroxytoluene), BHA(butylated hydroxyanisole), PG(propyl gallate) 등이 있다(2-4). 그러나 합성 항산화제는 항산화력이 뛰어나 상업용 식품에 가장 많이 사용되고 있는데, 이들은 식품에 사용시 안전성에 대한 우려로 그 사용량이 법적으로 규제되어 있다

(5,6). 토코페롤과 같은 천연물은 안전하기는 하나 단독으로는 산화 연쇄반응 저지 능력이 낮고, 가격이 비싼 단점이 있다(7). 따라서, 최근에는 각종 생약과 식용식물 추출물 등에서 보다 안전하고 항산화 효과가 뛰어난 천연 항산화제를 개발하기 위한 많은 연구가 활발히 이루어지고 있다(8-11)

잇꽃이라고도 불리는 홍화(*Carthamus tinctorius* L.)는 국화과에 속하는 여러해살이풀로, 7~8월에 적황색의 꽃이 피며, 9~10월에 결실한다(12). 홍화의 꽃과 씨는 모두 약용으로 쓰이는데, 꽃은 천연색소로서 오래 전부터 사용되어 왔으며, safflower yellow, carthamin( $C_{21}H_{22}O_{11}$ ) 등의 색소물질과 여러 가지 지방산의 glyceride가 주성분으로 함유되어 있다(13) 특히, carthamin은 약성이 따뜻하고 피를 다스린다고 하여 어혈, 통경약으로 한방에서 널리 사용해 왔다(14). 홍화씨에는 다가 불포화지방산인 linoleic acid가 75%나 함유되어 있어, 혈중 콜레스테롤 농도를 저하시켜 동맥경화, 고지혈증, 고혈압 등의 순환기질환의 치료에 탁월한 효과를 보이며, 골다공증, 관절

<sup>†</sup>To whom all correspondence should be addressed

염 등의 원료로 사용되기도 하였다(15). 지금까지 이 식물에 대한 연구로는, 홍화꽃 적색소 carthamin의 효과적인 분리 및 화학구조 분석(13), 홍화순의 이화학적 특성(16), 홍화씨에서 N-feruloylserotonin의 분리 및 항산화 활성 측정(17) 등이 보고되어 있을 뿐 생리활성에 대한 체계적인 연구는 미비한 실정이다. 이처럼 홍화의 각 부위별 생리활성과 그 구성성분이 다르기 때문에 본 연구에서는 홍화의 생리활성 물질을 효과적으로 이용하기 위한 수단으로 홍화씨, 순 및 꽃으로부터 수용성 및 메탄올 추출물을 분리하여 이들의 총 폴리페놀 화합물 함량 및 항산화 효과에 대하여 비교 검토하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

홍화씨와 건조된 꽃잎은 2000년 6월에 경남 산청군 소재 홍화원에서 구입하여 사용하였으며, 순은 홍화씨를 3~4시간 물에 불린 후 재배기(한민족 바이오 재배기) 내에 풀고루 파공하여 빛을 차단하고, 뚜껑의 통기구를 통하여 공기를 알맞게 조절하여 재배하였다. 2주일 후 홍화순이 10 cm 정도 자란 것을 수확하여 동결건조시킨 후 실험에 사용하였다.

### 시료의 추출

홍화의 씨 및 순은 건조시켜 잘게 분쇄하고 꽃잎은 그대로 사용하여 중량비로 10배량의 증류수로 수욕상에서 3시간 추출을 2회 반복한 용액을 진공농축하였다. 이 농축액을  $-80^{\circ}\text{C}$ 에서 동결건조한 것을 수용성 추출물로 하였으며, 메탄올 추출물은  $60^{\circ}\text{C}$ 에서 추출하여 감압농축하여 전 실험에 사용하였다.

### 폴리페놀 화합물의 함량분석

폴리페놀 화합물의 함량은 Folin-Denis법(18)을 약간 변형시켜 측정하였다. 즉, 홍화씨, 순 및 꽃의 수용성 추출물과 메탄올 추출물을 1 mg/mL에 녹인 다음 0.2 mL를 시험관에 취하고 증류수를 가하여 2 mL로 만든 후, 여기에 0.2 mL Folin-ciocalteu's phenol reagent를 첨가하여 잘 혼합한 후 3분간 실온에 방치하였다. 정확히 3분 후  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  포화용액 0.4 mL를 가하여 혼합하고 증류수를 첨가하여 4 mL로 만든 후, 실온에서 1시간 방치하여 상정액을 725 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 총 폴리페놀 화합물은 tannic acid를 이용하여 작성한 표준곡선으로부터 함량을 구하였다. Tannic acid를 이용한 표준곡선은 tannic acid 1 mg을 50% 메탄올용액 1 mL에 녹이고 최종농도가 0, 50, 100, 150, 200 및 300  $\mu\text{g/mL}$  용액이 되도록 취하여 위와 같은 방법으로 725 nm에서

흡광도를 측정하여 작성하였다.

### DPPH에 의한 수소공여능의 측정

DPPH( $\alpha, \alpha'$ -diphenyl- $\beta$ -picrylhydrazyl) 용액은 100 mL 에탄올에 DPPH 16 mg을 녹인 후 증류수 100 mL를 혼합하여 Whatman filter paper No. 2에 여과시켜 만들었다. 이 용액 5 mL에 일정농도(0.05%, 0.1%)의 시료용액 1 mL를 혼합한 후 5분 간격으로 528 nm에서 흡광도의 감소를 측정하였다(19).

### Brain microsome분획의 조제

시판식이로 사육한 6주령의 Sprague-Dawley계 수컷 흰쥐(Kyudo Experimental Animal Co Tosu, Japan)를 디에틸에테르로 가볍게 마취시킨 후 개복하여 적출한 brain을 냉각된 생리식염수로 즉시 씻고 여과지로 불기를 흡수시킨 다음 1.15% KCl-10 mM phosphate buffer (pH 7.4)를 가하여 homogenizer로 균질화시켰다. 이 용액을  $4^{\circ}\text{C}$ 로 설정된 냉각원심분리기(Kubota, KR-20000 T, Tokyo, Japan)로 12,000 rpm에서 20분간 원심분리 후 상정액을 4점의 거즈로 여과하고, 여액을  $4^{\circ}\text{C}$ 로 설정된 초원심분리기(Hitachi 55p-72, Tokyo, Japan)에서 45,000 rpm으로 45분간 원심분리하여 침전된 분획에 1.15% KCl-10 mM phosphate buffer(pH 7.4)을 일정량 가하여 microsome 분획으로 하였다.

### $\text{Fe}^{2+}$ /ascorbate에 의해 유도된 과산화지질 함량

과산화 지질함량은 Wong 등의 방법(20)에 따라 50 mM Tris-HCl buffer(pH 7.5) 1.5 mL에 각 시료 용액 0.2 mL(6.0 mg/mL), brain microsome 분획(1 mL중 1 mg의 단백질 함유) 0.1 mL, 0.1 mM ascorbate 0.1 mL 및 5 mM  $\text{FeSO}_4$  0.1 mL를 차례로 가하여 반응액을 잘 혼합한 후  $37^{\circ}\text{C}$ 의 shaking water bath에서 1시간 incubation시켜 과산화를 유도시켰다. 이때 대조구는 시료를 첨가하지 않고 위에서와 동일한 방법으로 실시하였다. Incubation이 끝나면 Esterbauer 등의 방법(21)에 준하여 3 M trichloroacetic acid와 2.5 N HCl의 혼합용액 0.5 mL를 가하고 3,000 rpm으로 10분간 원심분리한 후 상정액 1 mL를 취하여 0.67% TBA 1 mL를 가하여 혼합하고 끓는 물 속에서 30분간 가열하여 발색시켰다. 냉각 후 535 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 지질 과산화의 억제율은 대조구의 흡광도에 대한 저해율(%)로 비교하였다.

### Thiocyanate에 의한 항산화 활성 조사

Thiocyanate에 의한 항산화 활성은 Nakatani의 방법(22)을 변형하여 실시하였다. 즉 Linoleic acid(25 mg/mL in EtOH) 2.88 mL에 40 mM phosphate buffer(pH 7.0)

9 mL를 가하고 각 시료용액(2 mg/mL) 0.12 mL를 혼합한 후 40°C에서 incubation하면서 일정간격으로 측정하였다. 이 반응용액에서 0.1 mL를 취하여 test tube에 넣고 75% ethanol 9.7 mL와 30% ammonium thiocyanate 용액 0.1 mL, 20 mM ferrous chloride/3.5% HCl 용액 0.1 mL를 혼합한 후 정확히 3분 후에 500 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 활성의 비교를 위하여 합성 항산화제인 BHT를 시료첨가량의 1/10을 사용하여 BHT 첨가구로 하였다.

### 결과 및 고찰

#### 폴리페놀 화합물의 함량

페놀성 물질은 식물체에 널리 분포되어 있는 2차 대사산물의 하나로서 다양한 구조와 분자량을 가진다. 이들은 phenolic hydroxyl기를 가지기 때문에 단백질 및 기타 거대 분자들과 결합하는 성질을 가지며, 항산화 효과 등의 생리활성 기능도 가진다. 여기서는 tannic acid 표준곡선을 이용하여 홍화의 씨, 순 및 꽃잎의 수용성 및 메탄올 추출물 중의 폴리페놀의 함량을 측정하였다(Table 1). 폴리페놀의 함량은 홍화꽃잎 수용성 추출물이 12.70%이었으며 홍화씨 메탄올 추출물은 12.34% 함유하고 있었으며, 다음으로 홍화순 수용성 추출물이 8.75%, 홍화꽃잎 메탄올 추출물이 8.05%, 홍화씨 수용성 추출물이 6.96%, 홍화순 메탄올 추출물이 5.10% 순으로 나타났다. 국내산 식용성 식품중의 총폴리페놀 화합물 함량을 분석한 결과를 보면, 참깨, 들깨, 도토리, 살구씨, 아몬드, 헤바라기씨,

Table 1. Total polyphenols in extracts from different sections of safflower by Foiln-Denis method (18)

Samples	Solvents	Total polyphenols (%)
Seed	Water soluble extract	6.96
	MeOH extract	12.34
Sprout	Water soluble extract	8.75
	MeOH extract	5.10
Flower	Water soluble extract	12.70
	MeOH extract	8.05

호두, 호박씨 등에 각각 0.27%, 0.83%, 0.23%, 0.12%, 0.12%, 0.14%, 2.02%, 2.06%, 0.13%를 함유하고 있었으며(23), Lee 등(24)이 보고한 선인장의 씨에는 1.47%, Cha 등(25)이 보고한 부추씨의 열침에 따른 폴리페놀 화합물은 20°C, 40°C 및 60°C에서 각각 3.64%, 4.62%, 5.51%라고 하여 이들 결과와 비교해 볼 때 홍화씨, 순 및 꽃잎의 수용성 및 메탄올 추출물에서 상당히 많은 양의 폴리페놀을 함유하고 있었다.

#### DPPH법에 의한 수소공여능

DPPH법은 도쿄페롤, 아스코르빈산, polyhydroxy 방향족 화합물, 방향족 아민류에 의해 환원되어 짙은 자색이 탈색되는 정도를 항산화 물질의 수소공여능으로 알려져 있다(19). 홍화씨, 순 및 꽃잎으로부터 추출한 수용성 및 메탄올 추출물 중의 항산화 작용을 DPPH에 의한 수소공여능을 측정한 결과 Fig. 1과 같다. 부위별로 살펴보면, 농도 증가에 따라 그 효과도 상승하였으며, 씨에서는 0.1% 메탄올 추출물 > 0.1% 수용성 추출물 > 0.05% 수용

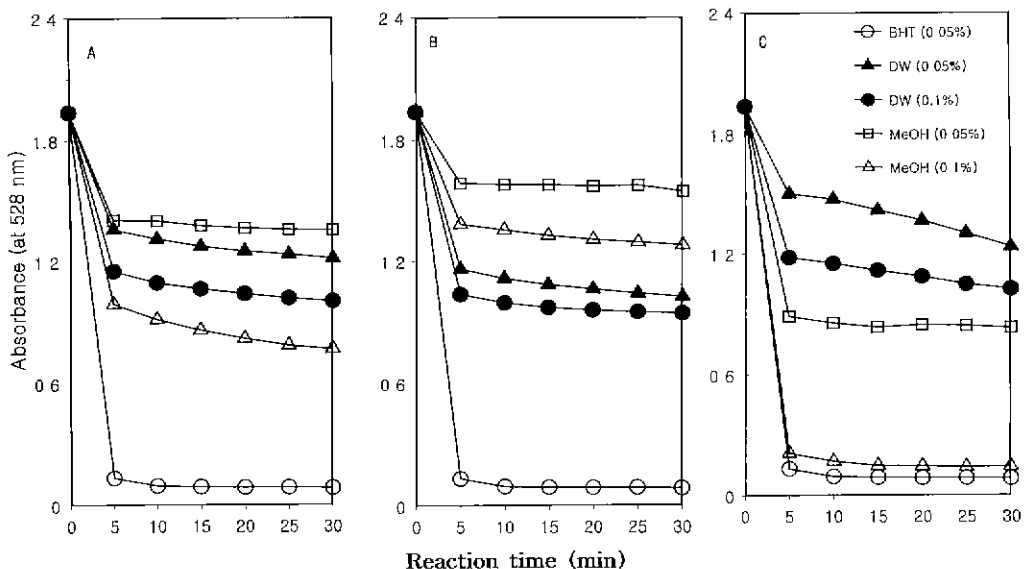


Fig. 1. Changes in the free radical level of DPPH by water soluble extract and MeOH extract from different sections of safflower.

A: flower, B: seed, C: sprout.

성 추출물 > 0.05% 메탄올 추출물 순이었으며, 꽃에서는 0.1% 수용성 추출물 > 0.05% 수용성 추출물 > 0.1% 메탄올 추출물 > 0.05% 메탄올 추출물 순이었고, 순에서는 0.1% 메탄올 추출물 > 0.05% 메탄올 추출물 > 0.1% 수용성 추출물 > 0.05% 수용성 추출물 순으로 나타났다. 특히, 홍화씨의 0.1% 메탄올 추출물에서 대조구인 0.05% BHT와 거의 비슷한 수준으로 매우 높은 수소공여작용이 나타났다. 홍화꽃잎의 경우, 메탄올 추출물에서보다 수용성 추출물에서 항산화 활성이 높았는데, 이것은 홍화꽃의 적색소가 물에도 잘 녹는 성질을 가지고 있는 것(13)에 기인하여 수소공여능 뿐만 아니라, 폴리페놀 화합물의 높은 함량과도 관계가 있는 것으로 생각된다. 홍화씨의 수소공여능실험(17)에서 홍화씨로부터 추출 정제한 항산화 활성 물질인 N-feruloylserotonin은 BHT, BHA 및 토코페롤과 같은 상용 항산화제보다도 우수한 항산화 활성을 나타내었다고 하였다. 그러나, 본 실험에서는 홍화씨로부터의 조추출한 물질로서 대조구인 BHT보다 항산화 활성이 낮았던 것으로 사료된다

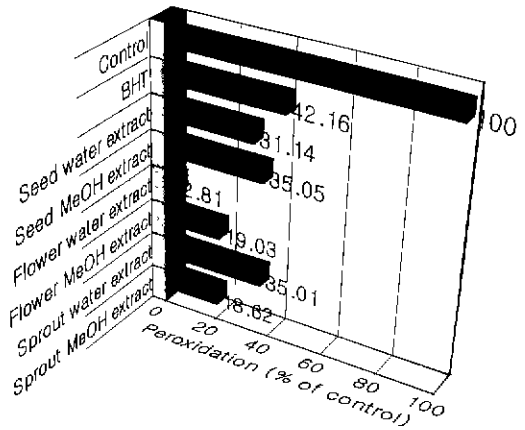


Fig. 2. Antioxidative activity of water soluble extract and MeOH extract (6 mg/mL) from each part (flower, seed and sprout) of safflower in brain microsomal system that is measured by the TBARS method. BHT was added at the of 0.6 mg/mL as the standard sample

Brain microsome의 지질 과산화 억제활성

지질 과산화 반응은 여러 가지 독성 화합물이나 약물 또는 당뇨병 등에 의한 병태 생리학적 현상이나 조직의 손상 정도를 나타내는 가장 중요한 기전으로 인정되고 있다(26). 일반적으로 생체조직의 세포막의 손상은 세포막 구성성분인 polyunsaturated fatty acid의 과산화가 한가지 요인으로 지적되고 있는데, 이는 지질과산화의 생체외적인 요인뿐만 아니라 내적인 요인에 의하여 생성된 oxygen free radical들 때문에 야기되는데 특히, 불포화 지방산이 다량 존재하는 생체막에 연쇄적인 과산화적 손상에 의하여 야기된다. 또한, 생체는 free radical의 작용을 저지시켜주는 free radical scavenging system 사이의 불균형이 초래되어질 때에는 조직의 손상, 발암, 염증, 성인병 및 노화 등과 같이 여러 가지 유해작용이 유발된다. 생체내에서 특히 뇌 조직이 다른 조직에 비해 과산화 지질의 함량이 높게 나타나고, 이러한 과산화지질에 관련된 질병의 발생빈도가 높은 것으로 알려져 있다 (27,28) 따라서 생체내 다른 조직에 비해서 뇌 조직에서 산화스트레스에 더욱 민감하다고 추측되어, 본 실험에서는 brain microsome에 Fe<sup>2+</sup>/ascorbate을 첨가하여 비효소적으로 과산화를 유도하여(20), 홍화씨, 순 및 꽃잎의 수용성 및 메탄올 추출물의 영향을 조사한 결과를 Fig. 2에 나타내었다. 지질 과산화 억제 정도는 홍화의 꽃잎 수용성 추출물(97.19%)>순 메탄올 추출물(81.38%)>꽃잎 메탄올 추출물(80.97%)>씨 수용성 추출물(68.86%)>순 수용성 추출물(64.99%)>씨 메탄올 추출물(64.95%) 순으로 나타나 꽃잎의 수용성 추출물에서 강한 항산화 활성을 나타내었다.

Linoleic acid 산화 실험계를 이용한 항산화 활성

홍화씨, 순 및 꽃잎의 수용성 및 메탄올 추출물을 불포화 지방산인 linoleic acid를 이용한 thiocyanate 방법으로 항산화 활성을 측정된 결과는 Fig. 3과 같다. DPPH를 이용한 실험의 결과와 마찬가지로, 다른 추출물에 비해 홍화씨 메탄올 및 수용성 추출물에서 비교적 높은 항산화 활성을 나타내었다. 또한, 홍화씨 추출물과 마찬가지로 홍화순 메탄올 추출물도 반응 8일째까지 대조구에 비해 강한 항산화 활성을 보였다. Linoleic acid 산화 실험

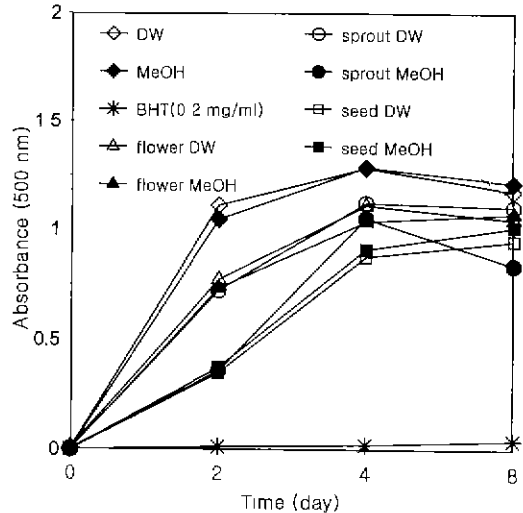


Fig. 3. Antioxidative activity of water soluble and MeOH extract (2 mg/mL) from each part of safflower in the linoleic acid system as measured by thiocyanate method.

계에서 홍화씨의 높은 항산화 활성을 나타낸 것은 홍화씨에 N-feruloylserotonin이란 항산화물질이 존재하는 것과 무관하지 않는 것으로 사료된다(17). 그러나, 이들 추출물에 비해 상용되고 있는 BHT는 강한 항산화 작용을 보였다. 이러한 결과는 홍화꽃잎 수용성 추출물이 폴리페놀 화합물 함량과 brain 막 과산화 억제정도도 높았지만, linoleic acid 산화 실험계에서는 오히려 홍화씨 추출물에서 보다 높은 항산화 활성을 보였다.

이상의 결과로부터 항산화 활성의 정도를 나타내는 DPPH방법에서는 홍화 꽃잎, 순 및 씨에서 각각의 메탄올 추출물과 수용성 추출물에서 항산화 효과가 높았다. 생체막 microsome 지질 과산화 억제정도는 홍화 꽃잎 추출물, linoleic acid 산화 실험계에서는 홍화씨 추출물에서 항산화 효과가 높았다.

### 요 약

홍화(*Carthamus tinctorius* L.)의 씨, 순 및 꽃잎의 수용성 및 메탄올 추출물에 대하여 *in vitro* 실험계에서 항산화 활성을 비교 검토하였다. 성장기 원위의 뇌 microsome를 이용한 생체막 지질 과산화 억제정도는 꽃잎 수용성 추출물(97.19%) > 순 메탄올 추출물(81.38%) > 꽃잎 메탄올 추출물(80.97%) > 씨 수용성 추출물(68.86%) > 순 수용성 추출물(64.99%) > 씨 메탄올 추출물(64.95%) 순으로 나타났다. Linoleic acid 산화 실험계에서는 홍화씨 메탄올 추출물과 홍화씨 수용성 추출물에서 비교적 높은 항산화 활성을 보였다. DPPH에 의한 수소공여능은 특히 순의 0.1% 메탄올 추출물에서 매우 높은 수소공여작용이 나타나 대조구인 BHT와 거의 비슷한 수준의 항산화 활성을 보였다. 이들 추출물의 폴리페놀 화합물 함량은 홍화꽃잎 수용성 및 MeOH 추출물은 12.70% 및 8.05%, 홍화씨 수용성 및 메탄올 추출물은 6.96% 및 12.34%, 홍화순 수용성 추출물 및 메탄올 추출물이 8.75% 및 5.10%로 나타났다.

### 문 헌

1. Block, G. and Langseth, L. : Antioxidant vitamins and disease prevention. *Food Technology*, **48**, 80-85 (1994)
2. Haumann, B F : Antioxidants ; Firms seeking products they can label as 'natural'. *Inform*, **1**, 1002-1003 (1990)
3. Fukuda, Y. and Nagata, M : Chemical aspects of the antioxidative activity of roasted sesame seed oil and the effect of using the oil for frying *Agric. Biol. Chem.*, **50**, 857-861 (1986)
4. Hudson, B. and Lewis, J. : Polyhydroxy flavonoid antioxidants for edible oil phospholipid as synergist. *Food Chem*, **19**, 537-541 (1987)
5. Ito, N., Fukushima, S., Hasegawa, A., Shibata, M and Ogiso, T. : Carcinogenicity of butylated hydroxy anisole in F 344 rats. *J. Natl. Cancer Inst.*, **70**, 343-349 (1983)

6. Branen, A.L. : Toxicological and biochemistry of butylated hydroxytoluene, butylated hydroxyanisole *J Am Oil Chem. Soc*, **52**, 59-63 (1975)
7. Omaye, S.T., Reddy, K.A. and Cross. C.E. : Effect of butylated hydroxytoluene and other antioxidants on mouse lung metabolism *J Toxicol. Environ. Health*, **3**, 829-836 (1997)
8. Lim, D.K., Choi, U and Shin, D.H. : Antioxidative activity of ethanol extract from Korean medicinal plants. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **28**, 83-89 (1996)
9. Kim, H.K., Kim, Y.E., Do, J.R., Lee, Y.C. and Lee, B.Y. : Antioxidative activity and physiological activity of some Korean medicinal plants *Korean J. Food Sci. Technol.*, **27**, 80-85 (1995)
10. Cha, J Y and Cho, Y.S. : Effect of potato polyphenolics on lipid peroxidation in rats *J Korean Soc. Food Nutr.*, **28**, 1131-1136 (1999)
11. Kim, M.H., Kim, M.C., Park, J.S., Park, E.J. and Lee, J.O. : Determination of antioxidants contents in various plants used as tea materials. *Korean J. Food Sci. Technol*, **31**, 273-279 (1999)
12. Lee T.B : *Illustrated flora of Korea*. Hyangmunsa, Seoul, Korea (1989)
13. Kim, J.B., Cho, M.H., Hahn, T.R and Paik, Y.S. : Efficient purification and chemical struture identification of carthamin from *Carthamus tinctorius* *Agric. Chem. Biotechnol*, **39**, 501-505 (1996)
14. Kim, M.N. and Kim, K.H. : Research for analgesic and hepatoprotective action of *Carthami Flos*. *Pusan Bull. Pharm. Sci.*, **26**, 32-36 (1992)
15. Namba, T : *Coloured illustrations of wakan-yaku*. 1st ed., Hoikusha Publishing Co., Ltd., Osaka, Japan. Vol. 2 (1986)
16. Kim, S K., Cha, J Y, Jeong, S J., Chung, C.H., Choi, Y.L. and Cho, Y.S. : Properties of the chemical composition of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) sprout. *Korean J. Life Science*, **10**, 68-73 (2000)
17. Baeg, N.I., Bang, M H, Song, J.C., Lee, S.Y. and Park, N K : N-feruloylserotonin, antioxidative component from the seed of *Carthamus tinctorius* L. *J. Korean Soc. Agric. Chem Biotechnol*, **42**, 366-368 (1999)
18. Gutfinger, T. : Polyphenols in olive olis. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **58**, 966-968 (1981)
19. Blois, M.S. : Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature*, **26**, 1199-1204 (1958)
20. Wong, S.F., Hollrwell, B., Richmond, R. and Skowroneck, W.R. : The role of superoxide and hydroxyl radical in the degradaton of hyaluronic acid induced by metal ions and by ascorbic acid. *J. Inorganic. Biochem.*, **14**, 127-134 (1981)
21. Esterbauer, H, Lang, J., Zadavec, S. and Slater, T.F. : *Methods in Enzymology*. Academic Press, New York, USA, Vol. 105, p 319 (1981)
22. Nakatani, N : Recent advance in the study on nature antioxidants. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishu*, **37**, 569-576 (1990)
23. Lee, J.H. and Lee, S.R. : Anaylsis of phenolic substances content in Korean plant foods (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **26**, 310-316 (1994)
24. Lee, Y.C., Hwang, K.H., Han, D.H. and Kim, S D : Compositions of *Optuntia ficus-india* (in Korean). *Korean J. Food Sci Technol.*, **29**, 847-853 (1997)
25. Cha, J Y, Kim S.K., Kim, H J., Song, J Y. and Cho, Y.S.

- . Chemical compositions and leek (*Allium tuberosum*) seeds. *Korean J. Life Science*, **10**, 273-278 (2000)
26. Plaa, G.L and Witschi, H : Chemicals, drugs and lipid peroxidation. *Annu Rev. Pharmacol. Toxicol.*, **16**, 125-131 (1976)
- 27 Cha, J.Y., Kim, H.J and Cho, Y S. : Effects of water-soluble extracts from leaves of *Morus alba* and *Cudrania tricuspidata* on lipid peroxidation in tissues of rats. *J. Korean Soc Food Sci. Nutr.*, **29**, 531-536 (2000)
28. Santiago, L.A., Hiramatsu, M and Mori, A . Japanese soybean miso scavenges free radicals and inhibits lipid peroxidation. *J. Nutr Sci. Vitaminol* , **38**, 297-304 (1992)

(2000년 10월 4일 접수)