

홍화의 부위별 화학성분과 DPPH Radical 소거 활성

김준한 · 김종국 · 강우원 · 하영선* · 최상원** · 문광덕***†

상주대학교 식품영양학과, *대구대학교 식품공학과

대구가톨릭대학교 식품영양학과, *경북대학교 식품공학과

Chemical Compositions and DPPH Radical Scavenger Activity in Different Sections of Safflower

Jun-Han Kim, Jong-Kuk Kim, Woo-Won Kang, Young-Sun Ha*
Sang-Won Choi** and Kwang-Deog Moon***†

Dept. of Food Science and Nutrition, Sangju National University, Sangju 742-711, Korea

*Division of Food, Biological and Chemical Engineering, Daegu University, Gyeongsan 712-714, Korea

**Dept. of Food Science and Nutrition, Catholic University of Daegu, Gyeongsan 712-702, Korea

***Dept. of Food Science and Technology, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

Abstract

Chemical compositions and DPPH radical scavenger activity in different sections of safflower (*Carthamus tinctorious* L.) were investigated. Protein contained 28.39% in sprout and fat contained 20.47% in seed, respectively. Linoleic acid as predominant unsaturated fatty acid of safflower contained 80.01% in sprout and 78.27% in seed. Glucose contained 1253.6 mg% in sprout and fructose contained 970.7 mg% in sprout. Sucrose contained 912.0 mg% in flower bud. Succinic acid was included 2795.3 mg% in flower, malic acid was included 2054.8 mg% in leaf. K as minerals contained 2826.8 mg% in leaf and 2613.6 mg% in sprout, Ca contained 1999.8 mg% in leaf and 1160.9 mg% in sprout. Total phenolics contained 5.8%, 4.7%, 4.4% in flower, sprout and leaf, and total flavonoid contained 6.5%, 2.5%, 2.0% in flower, sprout and leaf, respectively. Serotonin-I (*N*-[2-(5-hydroxy-1*H*-indol-3-yl)ethyl]ferulamide) as serotonin compounds was determined 147.7 mg% in seed, serotonin-II (*N*-[2-(5-hydroxy-1*H*-indo-1-3yl)ethyl]-*p*-coumaramide) was determined 155.4 mg% in seed. Acacetin as flavonoid compounds was contained 116.5 mg% in seed. Luteolin as flavonoid compounds was identified 388.3 mg% in sprout, luteolin 7-glucoside was determined 692.3 mg% in leaf, respectively. DPPH radical scavenger activity was measured by DPPH method, it was shown higher 114.2% in ethanol extract of flower and 113.6% in ethanol extract of leaf than 88.05% of 100 ppm BHA as chemical antioxidant.

Key words: safflower, serotonin compounds, acacetin, luteolin, luteolin 7-glucoside, DPPH radical scavenger activity

서론

식생활의 다양화와 건강에 대한 관심이 높아지며 따라 식품이 가지는 영양소 공급원으로서의 기능보다 기능성 성분으로서의 생리활성 기능에 많은 관심이 고조되고 있으며 이러한 경향에 부응하여 새로운 식품소재의 발굴과 이를 식품산업에 적용하자 하는 연구가 진행되고 있다. 국화과(*Compositae*)에 속하는 1년생 초본인 홍화(紅花, safflower, *Carthamus tinctorius* L.)는 홍랍(紅藍)·홍화(紅花)·잇꽃·잇나물이라고도 한다. 높이가 1 m 내외이며, 잎은 어긋나고 넓은 바소꼴이며, 톱니 끝이 가시처럼 생기며, 꽃은 7~8월에 피고 엉덩퀴 같이 생겼으나 붉은빛이 도는 노란색이고 가지 끝에 1개씩 달린다. 총포는 잎 같은 포로 싸이고 가장자리에 가시가 있

고, 열매는 수과로서 길이 6 mm이며 윤기가 있고 짧은 관모가 있으며, 종자는 흰색이다(1,2). 이른 아침 이슬에 젖었을 때 꽃을 따서 말린 것을 홍화(*Carthami Flos*)라 하여 한방에서 꽃은 혈소판 응고를 억제하고 출혈시간을 지연시키는 작용이 있을 뿐 아니라, 혈장 콜레스테롤과 중성지방 저하기능도 있어 여성들의 통경약이나 어혈을 푸는 약재로 한방에서 널리 사용해 왔으며, 홍화를 물에 넣어 황색소를 녹여낸 다음 물에 잘 씻어서 잿물에 담그면 홍색소가 녹아서 나온다. 여기에 초(醋)를 넣어서 침전시킨 것을 연지로 사용하였으며, 천·종이 염색도 하였다. 또한 이집트의 미라에 검은 천도 이것으로 염색한 것이다. 열매로 기름을 짜서 등유(燈油)와 식용으로 하였고 등잔불에서 얻은 검댕으로 만든 것이 홍화묵(紅花墨)이다. 종자에서 짠 기름에는 리놀산(linolic acid)이

†Corresponding author. E-mail: kdmoon@kyungpook.ac.kr
Phone: 82-53-950-5773, Fax: 82-53-950-6772

많이 들어 있어 콜레스테롤 과다에 의한 동맥경화증의 예방과 치료에 좋다. 특히, 홍화씨를 홍화자(紅花子)라 하여 민간에서 파골, 접골 및 파골시 골절연접의 효과, 골다공증, 골형성부전 등 골질환의 치료와 간염, 이노제 및 강장제로 많이 이용되어 왔다. 한국·인도·중국·이집트·남유럽·북아메리카·오스트레일리아 등지에서 재배한다(1-4).

이러한 홍화에 대한 연구에는 홍화의 재배기술 및 유용성분 비교·검토한 연구(5-7), 홍화씨의 항산화 활성과 항산화성분의 분리 및 효과(8-11), 홍화씨의 골절 회복에 효과(12-14), 홍화씨의 지질대사 개선효과(15), 홍화씨를 이용한 가공제품의 제조와 식품재료적 이용가능성에 대한 연구(16,17) 등이 보고되고 있는 실정이다. 그러나 홍화의 부위별 성분분석에 대한 연구는 거의 전무한 실정이며 이에 본 연구에서는 홍화의 식품재료 및 천연물질 생산원료로서의 중요성을 높이고자 국내산 홍화의 부위별 성분분석과 DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) radical 소거 활성을 조사하였다.

재료 및 방법

재료

실험에 사용된 홍화는 경북 의성군 소재 경북농업기술원 의성약초시험장에서 2000년도 8월에 재배, 수확된 국내산 홍화 청수품종을 어린싹(순), 씨, 꽃, 꽃봉오리, 잎, 줄기 및 뿌리 부위별로 나누어 30°C 열풍건조기에서 48시간 건조 후 시료로 사용하였다.

일반성분 분석

홍화의 부위별 일반성분 분석의 경우는 수분은 105°C 상압가열건조법으로, 조단백질은 Kjeldahl법으로, 조지방은 Soxhlet 추출법으로, 조회분은 550°C에서 회화하여 측정하고, 조섬유는 AOAC법(18)에 따라 분석하였다.

유리당 및 유기산 분석

유리당분석은 건조시료 1g에 80% 에탄올용액 100 mL를 가하여 환류냉각기가 부착된 heating mantle에서 80°C, 2시간 반복추출 후 Whatman No. 5로 여과하였다. 여과액은 hexane으로 지질을 제거하고 40°C 진공농축 건조 후 증류수 5 mL로 정용한 다음 Sep-pak C₁₈를 통과시켜 0.45 μm membrane filter로 여과한 후 HPLC 분석용 시료로 사용하였다. 이때 column은 carbohydrate column(ID 4.6×250 mm, Waters Co., USA)을 사용하였으며, column oven 온도는 35°C, mobile phase는 80% acetonitrile(isocratic), flow rate는 1.0 mL/min, 시료주입량은 20 μL의 조건으로 RI detector(Model 410, Waters Co., USA)에서 검출하였다(6,19).

유기산 분석은 건조시료 1g에 80% 에탄올용액 100 mL를 가하여 환류냉각기가 부착된 heating mantle에서 80°C, 2시간 반복추출 후 Whatman No. 5로 여과하였다. 여과액은 hexane으로 지질을 제거 후 100 mL로 정용하였다. 위의 정

용액 5 mL를 취하여 Sep-Pak C₁₈ cartridges 및 0.45 μm membrane filter로 여과한 후 HPLC(Waters 510, Waters, USA)로 분석하였다. 이때 column은 supelcogel C-610H(7.8×30 mm)를 사용하였으며, column 온도는 30°C, 이동상은 0.1% phosphoric acid, 유속은 0.5 mL/min, 검출기는 PDA(Waters 996, Waters, USA)로 215 nm에서 분석하였다(6).

무기질 분석

건조시료 5 g를 550°C에서 건식회화, 방냉한 후 증류수로 적시고 HCl:H₂O(1:1)용액 10 mL를 가하여 용해시켰다. 이를 water bath상에서 증발건조시키고 HCl:H₂O(1:3)용액 10 mL를 가하여 여과한 후 증류수 100 mL로 정용하여 분석용액으로 하였다. Ca, P 및 Pt는 ICP(ICP-AES, Jobin-Yvon 38+, France)로 A_{393.366}, A_{214.914}, A_{217.467}에서 각각 분석하였고, Zn, Na, Fe, Mn, K, Cu 및 Mg 등은 AA(Perkin Elmer 303, Perkin Elmer Co., USA)로 A_{213.9}, A_{589.0}, A_{248.3}, A_{279.5}, A_{766.5}, A_{324.3}, A_{202.6}에서 각각 분석하였다(6).

지방산 분석

건조시료 10 g을 n-hexane 100 mL로 48시간 진탕한 후 Whatman No. 2 여과지로 여과하였다. 여과액을 40°C 감압농축하여 n-hexane을 완전히 제거한 후 지방 0.1 g을 13% BF₃/MeOH용액으로 지방산 methyl ester화하여 gas chromatography(GC, Hewlett packard 5890 series II)로 분석하였다. 이때 칼럼은 HP-INNOWax(60 m×0.25 mm id)을, 칼럼온도는 150°C(10 min)→5°C/min→200°C(2 min)→1°C/min→220°C(20 min)으로, 검출기는 FID(Flame Ionized Detector)를 사용하였다(6,7)

총페놀 및 총플라보노이드 측정

시료의 총페놀 함량은 페놀성물질이 phosphomolybdic acid와 반응하여 청색을 나타내는 것을 이용한 Folin-Denis법(20-22)으로 측정하였다. 즉, 건조시료 1g에 80% 에탄올용액 100 mL를 가하여 환류냉각기가 부착된 heating mantle에서 80°C, 2시간 반복추출 후 Whatman No. 5로 여과하였다. 여과액은 hexane으로 지질을 제거한 다음 추출액 50 mL를 취하여 40°C 진공농축 건조 후 80% 에탄올용액 5 mL로 정용하였다. 위의 정용액 1 mL와 Folin-Denis시약 3 mL를 혼합하여 30분간 실온에 방치한 다음 10% Na₂CO₃ 용액 3 mL를 가하여 혼합하고 실온에서 1시간 정치시킨 후 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 표준검량곡선은 tannic acid를 이용하여 작성하였다.

총 flavonoid 함량은 건조시료 1g에 80% 에탄올용액 100 mL를 가하여 환류냉각기가 부착된 heating mantle에서 80°C, 2시간 반복추출 후 Whatman No. 5로 여과하였다. 여과액은 hexane으로 지질을 제거한 다음 추출액 10 mL를 취하여 40°C에서 진공농축 건조 후 50% 에탄올용액 5 mL로 정용하였다. 위 정용액 1 mL와 diethylene glycol 10 mL를 혼합하고 여기에 1 N-NaOH용액 1 mL 가하여 잘 혼합한 것을 37°C

에서 1시간 반응시킨 후 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 표준검량곡선은 naringin을 이용하여 작성하였다(23).

Serotonin화합물, acacetin, luteolin 및 luteolin 7-glucoside 정량

건조시료 1 g에 80% 에탄올용액 100 mL를 가하여 환류냉각기가 부착된 heating mantle에서 80°C, 2시간 반복추출 후 Whatman No. 5로 여과하였다. 여과액은 hexane으로 지질을 제거하고 추출액 50 mL를 취하여 40°C 진공 농축 건조 후 5 mL로 정용하였다. 정용액 3 mL를 Sep-Pak C₁₈ cartridges 및 0.45 um membrane filter로 여과한 후 HPLC(Waters 510, Waters, USA)을 사용하여, 검출과장은 PDA detector(Model 996, Waters, USA)로 흡광도를 scanning한 후 최대 흡광파장으로 분석하였다. 이때 column은 μ-Bondapak C₁₈(3.9×300 mm), 파장은 serotonin 유도체는 300 nm, acacetin은 330 nm, luteolin 및 luteolin 7-glucoside는 340 nm에서 분석하였고, 이동상 A 용매는 20% 메탄올용액(pH 3.0, H₃PO₄), B 용매는 80% 메탄올용액으로 하여 농도기울기로 분석하였고, 표준물질 중 *N*-[2-(5-hydroxy-1*H*-indol-3-yl)ethyl]ferulamide, *N*-[2-(5-hydroxy-1*H*-indol-3-yl)ethyl]-*p*-coumaramide, luteolin 및 luteolin 7-glucoside는 Kang의 방법(22)에 따라 정제하여 사용하였고, Acacetin는 Sigma Chemical Co.(St. Louis, USA)에서 구입하여 사용하였다(8,11,24-26).

DPPH radical 소거 활성 측정

DPPH에 의한 항산화활성 측정은 건조시료 1 g에 80% 에탄올용액 100 mL를 가하여 환류냉각기가 부착된 heating mantle에서 80°C, 2시간 반복추출 후 Whatman No. 5로 여과한 다음 hexane으로 지질을 제거 후 100 mL로 정용하였다. 위 정용액 1 mL를 취하여 0.15 mM DPPH 메탄올용액 4 mL를 가하여 vortex로 균일하게 혼합한 다음 실온에서 30분간 방치한 후 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 BHA 표준용액은 0.01, 0.05, 0.1% 농도로 하여 동일한 방법으로 흡광도를 측정하였으며, DPPH radical scavenger activity(%)는 시료첨가구와 무첨가구의 흡광도차를 백분율로 표시하였다(10,27,28).

Table 1. Proximate composition in different sections of safflower (Unit: %, dry basis)

Sections	Composition				
	Crude protein	Crude fat	Crude ash	Crude fiber	Nitrogen free extract
Shoot	28.39 ¹⁾	3.45	17.36	13.64	37.16
Root	2.89	1.31	3.48	24.53	67.79
Stem	2.23	0.46	5.14	27.42	64.75
Leaf	17.40	6.74	11.72	11.75	52.39
Flower bud	12.02	5.44	5.63	12.53	64.38
Flower	15.31	4.84	6.51	10.51	62.83
Seed	17.24	20.47	3.51	6.88	51.90

¹⁾Each value represents mean of triplicates.

DPPH radical scavenger activity (%) =

$$\left(1 - \frac{\text{실험구의 흡광도}}{\text{대조구의 흡광도}}\right) \times 100$$

Date 처리

본 연구의 모든 실험은 3회 반복 측정하여 분석하였고, 그 결과치는 평균값으로 나타내었다.

결과 및 고찰

일반성분

홍화의 부위별 일반성분함량을 분석한 결과는 Table 1과 같다. 즉, 단백질 및 회분 함량은 어린싹 부위에, 지방 함량은 씨 부위에, 섬유소 함량은 줄기 부위에 가장 많이 함유하고 있었으며 그 함량은 각각 28.39%, 17.36%, 20.47% 및 27.42%을 나타내었다. 이상의 결과를 볼 때 홍화의 어린싹 부위는 식물성 단백질의 급원으로서 이용가치가 높다고 할 수 있으며, 또한 홍화의 씨 부위는 지방을 많이 함유하고 있어 옛부터 식물성 유지 생산의 식품원료로서 사용되어 왔음을 확인할 수 있었다.

유리당 및 유기산 조성

홍화의 부위별 유리당과 유기산 조성은 Table 2와 같다. 주요 유리당에는 sucrose, glucose, fructose 등이 확인되었고 어린싹 부위에는 glucose가 1,253.6 mg%와 fructose가

Table 2. Content of free sugars and organic acids in different sections of safflower (Unit: mg%, dry basis)

Sections	Free sugars			Organic acids			
	Fructose	Glucose	Sucrose	Tartaric	Malic	Succinic	Fumaric
Shoot	970.7 ¹⁾	1,253.6	16.6	-	934.2	237.7	8.1
Root	660.8	383.5	1,055.5	-	538.9	95.1	7.8
Stem	275.8	137.4	358.2	-	57.1	76.9	1.1
Leaf	137.7	110.1	931.6	1,162.9	2,054.8	972.4	33.0
Flower bud	812.8	489.4	912.0	-	281.0	117.0	2.2
Flower	731.2	248.2	8.8	230.6	780.7	2795.3	6.6
Seed	- ²⁾	-	157.3	106.3	-	97.6	2.2

¹⁾Each value represents mean of triplicates.

²⁾Not detected.

970.7 mg%로, sucrose의 경우는 뿌리와 잎 부위에 1055.5 mg%와 931.6 mg%로 많이 함유되어 있었다. 꽃봉우리 부위에는 sucrose, fructose 및 glucose가 각각 912.0 mg%, 812.8 mg% 및 489.4 mg% 함유되어 있었으며, 씨 부위에는 sucrose가 157.3 mg% 함유되어 있었다. 주요 유기산으로는 succinic acid, malic acid, fumaric acid, tartaric acid 등이 확인되었고, 그 중 꽃잎 부위의 주요유기산은 succinic acid로 그 함량은 2795.3 mg%였고, 잎과 어린싹 부위의 주요유기산은 malic acid로서 각각 2054.8 mg%와 934.2 mg%였다. 또한, 씨 부위에는 tartaric acid, succinic acid 및 fumaric acid가 106.3 mg%, 97.6 mg% 및 2.2 mg%로 함유되어 있었다.

무기질 조성

Table 3에 홍화의 부위별 무기질 함량을 나타내었다. 주된 무기질은 K, Ca, Mg, Na, P 등이었다. 부위별 주요무기질성분의 함량을 보면 K의 경우는 잎과 어린싹 부위에 2826.8 mg%와 2613.6 mg%, Ca은 잎과 어린싹 부위에 각각 1999.8 mg%와 1160.9 mg%, Na은 꽃잎과 어린싹 부위에 각각 418 mg%와 355 mg%, Mg은 어린싹 부위에 500.8 mg%, P는 잎에 397.5 mg%, Fe는 어린싹부위에 306.3 mg%, Mn은 잎과 꽃잎 부위에 각각 24.7 mg%와 20.4 mg%, Zn은 꽃잎 부위에 12.6 mg%, Cu는 씨와 잎 부위에 0.8 mg%와 0.6 mg%로 많이

함유되어 있었다. 이상의 결과를 볼때 홍화의 어린싹과 잎 부위는 K, Ca, Mg, P 및 Na 등의 식품소재의 무기질 공급원으로서 매우 중요한 이용가치를 가지고 있다고 생각된다.

지방산 조성

홍화의 부위별 지방산 조성 분석결과를 Table 4에 나타내었다. 홍화의 부위별 주요 포화지방산으로는 14:0, 16:0, 18:0, 20:0, 22:0 등을 함유하고 있었고, 그 중 16:0가 대체적으로 부위별 높은 함량을 보였는데 특히 홍화 잎 부위가 8.92%로 함량이 가장 많았다. 또한, 주요 불포화지방산으로는 18:1, 18:2, 18:3 등이었고 그 함량은 87.89~90.19%에 달하였다. 18:1은 홍화잎 부위에 15.63%로 가장 많이 함유하고 있었고, 혈중 콜레스테롤 농도저하에 효과가 있는 것으로 알려진 18:2는 어린싹과 씨 부위에 각각 80.01%와 78.27%로 가장 많이 함유하고 있었으며, 18:2는 홍화의 모든 부위에 72.29~80.01% 함유되어 18:2가 홍화의 주된 불포화지방산임을 알 수 있었다.

총페놀 및 총플라보노이드 함량

홍화의 부위별 총페놀과 총플라보노이드 함량은 Fig. 1에 나타내었다. 총페놀함량은 꽃잎, 어린싹, 잎 및 꽃봉오리 부위에 각각 5.8%, 4.7%, 4.4% 및 3.5%로 많이 함유되어 있었는데, 이것은 Kim 등(9)의 폴리페놀함량 측정 연구결과에서 홍화꽃잎 수용성 추출물에 12.70%, 홍화순 수용성 추출물에 8.75%, 홍화씨 메탄올 추출물에 12.34%를 함유하고 있었다는 보고와 비교해 볼 때 다소 차이가 있으나 이는 시료간의 특성과 추출용매에 따른 결과의 차이로 생각되어진다. 또한, 총플라보노이드 함량의 경우는 꽃잎, 어린싹 및 잎 부위에 각각 6.5%, 2.5% 및 2.0%로 많이 함유되어 있었다. 이상의 결과로 볼때 홍화 꽃잎과 어린싹, 잎 부위에는 매우 많은 양의 페놀성화합물을 함유하고 있으리라 생각된다.

Serotonin화합물, acacetin, luteolin 및 luteolin 7-glucoside 함량

Fig. 2는 홍화의 부위별 serotonin화합물인 serotonin-I (*N*-[2-(5-hydroxy-1*H*-indol-3-yl)ethyl] ferulamide)과 serotonin-II (*N*-[2-(5-hydroxy-1*H*-indol-3-yl)ethyl]-*p*-cou-

Table 3. Content of minerals in different sections of safflower
(Unit: mg%, dry basis)

Minerals	Sections						
	Shoot	Root	Stem	Leaf	Flower bud	Flower	Seed
K	2613.6 ¹⁾	827.6	1137.2	2826.8	1289.6	1659.4	779.8
Ca	1160.9	240.2	413.1	1999.8	780.2	463.4	162.7
Mg	500.8	91.6	149.4	365.6	261.9	184.5	240.8
P	179.1	87.1	260.4	397.5	333.3	180.1	540.1
Na	392.5	305.0	194.5	234.6	171.7	459.0	74.8
Fe	306.3	58.4	11.2	17.3	16.5	18.5	9.8
Mn	7.3	2.5	2.3	24.7	8.7	20.4	2.3
Zn	9.1	3.2	2.6	10.9	7.1	12.6	5.5
Cu	- ²⁾	-	-	0.6	-	-	0.8
Pt	-	-	-	-	-	-	-

¹⁾Each value represents mean of triplicates.

²⁾Not detected.

Table 4. Content of fatty acids in different sections of safflower

(Unit: %, dry basis)

Sections	Saturated fatty acids					Unsaturated fatty acids			TSFA ¹⁾	TUSFA ²⁾
	14:0	16:0	18:0	20:0	22:0	18:1	18:2	18:3		
Shoot	0.18 ³⁾	7.53	2.50	0.50	0.84	8.29	80.01	0.16	11.55	88.46
Root	0.16	7.70	3.13	1.05	0.08	12.77	74.19	0.93	12.12	87.89
Stem	0.15	7.61	0.67	0.51	0.86	13.79	76.24	0.16	9.80	90.19
Leaf	0.19	8.92	2.03	0.39	0.35	15.63	72.29	0.20	11.88	88.12
Flower bud	0.13	6.72	2.00	0.41	0.68	12.29	77.63	0.14	9.94	90.06
Flower	0.12	6.83	1.92	0.40	0.69	11.89	77.90	0.14	9.96	90.04
Seed	0.13	6.90	1.83	0.38	0.63	11.73	78.27	0.13	9.87	90.13

¹⁾TSFA: total saturated fatty acids.

²⁾TUSFA: total unsaturated fatty acids.

³⁾Each value represents mean of triplicates.

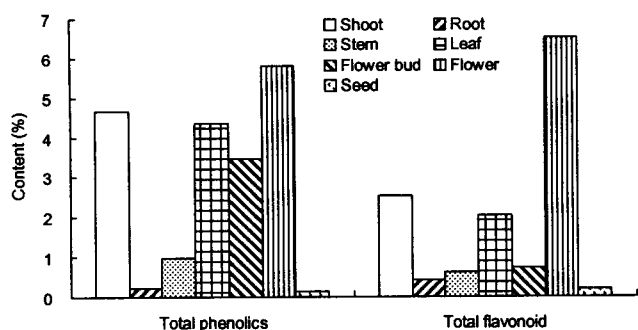


Fig. 1. Content of total phenolics and total flavonoid in different sections of safflower. Each value represents mean of triplicates.

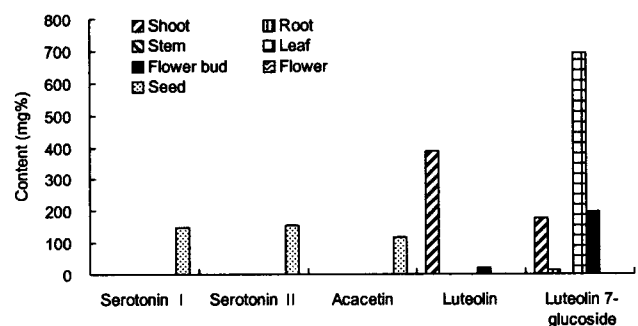


Fig. 2. Content of serotonin derivatives, acacetin, luteolin-7-glucoside and luteolin in different sections of safflower. Serotonin I: N-[2-(5-hydroxy-1H-indol-3-yl)ethyl] ferulamide, Serotonin II: N-[2-(5-hydroxy-1H-indol-3-yl)ethyl]-p-coumaramide. Each value represents mean of triplicates.

maramide) 및 acacetin, luteolin, luteolin 7-glucoside 함량을 분석 확인한 결과를 나타내었다. 홍화 씨 부위에는 척추동물과 무척추동물의 신경전달물질 및 신경전달호르몬 작용을 가지고 있는 것으로 알려진 serotonin(5-hydroxytryptamine, 5-HT)화합물인 serotonin-I은 147.7 mg%와 serotonin-II는 155.4 mg%를 함유하고 있었고, flavonoid화합물인 acacetin은 116.5 mg%를 함유하고 있음을 확인하였다. Flavonoid 화합물이며 또한 lipoxygenase 저해 및 항산화 작용(28)을 가지고 있는 것으로 알려진 luteolin은 어린싹과 꽃봉오리 부위에 각각 388.3 mg%와 20.7 mg%, luteolin 7-glucoside는 잎, 꽃봉오리 및 어린싹 부위에 각각 692.3 mg%, 196.8 mg% 및 178.2 mg%로 가장 많이 함유되어 있었다. 이상의 결과로 볼 때 홍화의 씨 부위에는 serotonin화합물과 flavonoid화합물인 acacetin을 함유하고 있어 기능성식품소재로서 중요한 가치를 가지고 있다고 판단되며, 아울러 홍화의 잎과 어린싹 부위에도 flavonoid화합물인 luteolin과 luteolin배당체를 함유하고 있어 이의 이용가치도 매우 높다고 생각된다.

DPPH radical 소거 활성

홍화의 부위별 항산화활성을 측정하기 위한 DPPH radical 소거활성 측정결과는 Fig. 3과 같다. 꽃잎과 잎 부위의 80% 에탄올 추출물의 DPPH radical 소거 활성은 114.2%와

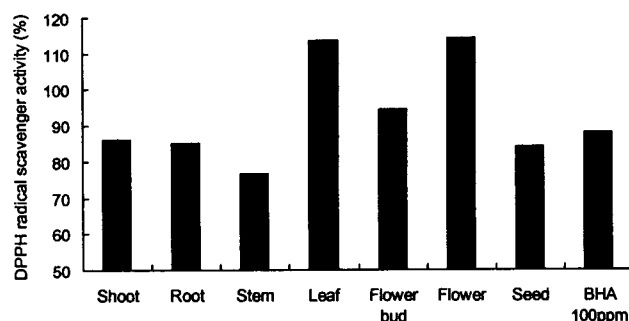


Fig. 3. DPPH radical scavenger activity in different sections of safflower.

Each value represents mean of triplicates.

113.6%를 나타내어 기존의 합성항산화제인 BHA 100 ppm 농도의 DPPH radical 소거 활성 88.1%보다 매우 높은 항산화 활성을 보였고, 또한 꽃봉오리, 어린싹 및 씨 부위의 80% 에탄올 추출물도 94.4%, 86.1% 및 84.0%의 DPPH radical 소거 활성을 나타내었다. 이것은 홍화씨 ethylacetate 분획물의 DPPH radical 소거 활성이 합성항산화제인 BHT 50 ppm 농도의 DPPH radical 소거 활성보다 높은 항산화활성을 보였다는 Roh 등(10)의 연구결과와 유사한 결과를 나타내어 홍화의 꽃잎과 잎 부위에는 우수한 항산화활성을 나타내는 폴리페놀화합물등의 항산화물질을 함유하고 있으리라 생각되며 이를 이용한 천연항산화제 개발가능성도 높다고 생각되어 진다.

요 약

홍화의 식품재로서 이용성을 높이고자 홍화의 부위별 성분분석 및 DPPH radical 소거 활성을 조사하였다. 단백질은 어린싹 부위에 28.39%, 지방은 씨 부위에 20.47%로 많이 함유되어 있었다. Glucose는 어린싹에 1253.6 mg%, fructose는 어린싹에 970.7 mg%, sucrose는 꽃봉오리 부위에 912.0 mg%로 많이 함유되어 있었다. Succinic acid는 꽃잎 부위에 2795.3 mg%, malic acid는 잎과 어린싹 부위에 각각 2054.8 mg%와 934.2 mg%로 많이 함유하고 있었다. 무기질로는 K이 잎과 어린싹 부위에 각각 2826.8 mg%와 1999.8 mg%, Ca 또한 잎과 어린싹 부위에 각각 2613.6 mg%와 1160.9 mg%로 많이 함유하고 있었다. Linoleic acid는 어린싹과 씨 부위에 각각 80.01%와 78.27%로 가장 많이 함유하고 있었다. 총페놀함량은 꽃잎, 어린싹, 잎 부위에 각각 5.8%, 4.4% 및 2.5%, 총플라보노이드 함량은 꽃잎, 어린싹, 잎 부위에 각각 4.7%, 6.5% 및 2.0%로 많이 함유하고 있었다. Serotonin (5-hydroxytryptamine, 5-HT)화합물인 serotonin-I은 홍화 씨 부위에 147.7 mg%, serotonin-II 또한 홍화씨 부위에 155.4 mg%를 함유하고 있었고, flavonoid화합물인 acacetin도 홍화씨 부위에 116.5 mg%를 함유하고 있었다. 또한, luteolin은 어린싹 부위에 388.3 mg%, luteolin 7-glucoside는 잎 부위

에 692.3 mg%로 많이 함유하고 있었다. DPPH radical 소거 활성은 꽃잎과 잎의 80% 에탄올 추출물이 114.2%와 113.6%의 높은 활성을 나타내어 기존의 합성항산화제인 BHA 100 ppm 농도의 88.05%의 활성보다 높은 항산화 활성을 가지고 있음을 확인하였다.

문 헌

- An DK, Yuk CS. 1975. Present medical plants. In *Safflower*. Komoon Publishers, Seoul, Korea. p 358-359.
- Lee CB. 1980. *Picture book of korean plants*. In *Safflower*. Baekyang Publishers, Seoul, Korea. p 779.
- Nast HG, Katkhuda N, Tannir I. 1978. Effects of fertilization and population rate-spacing on Safflower yield and other characteristic. *Agron J* 70: 683-685.
- Kennedy WK, Unrau J. 1949. A rapid method for determining the oil content of safflower and sunflower seeds. *Agron J* 41: 93-95.
- Park JS. 1984. Studies on cultural practice and useful composition of Korean local safflower, *Carthamus tinctorious* L. *PhD Thesis*. Univ. of Konkuk, Seoul, Korea.
- Kim JH, Kwak DY, Choi MS, Moon KD. 1999. Comparison of the chemical components of Korean and chinese safflower (*Carthamus tinctorious* L.) seed. *Korean J Food Sci Technol* 31: 912-918.
- Kim SK, Cha JY, Jeong SJ, Chung CH, Choi YL, Cho YS. 2000. Properties of the chemical composition of safflower (*Carthamus tinctorious* L.) sprout. *Korean J Life Science* 10: 68-73.
- Baeg NI, Bang MH, Song JC, Lee SY, Park NK. 1999. N-feruloylserotonin, antioxidative component from the seed of *Carthamus tinctorious* L. *J Korean Agric Chem Biotechnol* 42: 366-368.
- Kim HJ, Jun BS, Kim SK, Cha JY, Cho YS. 2000. Polyphenolic compound content and antioxidative activities by extracts from seed, sprout and flower of safflower (*Carthamus tinctorious* L.). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29: 1127-1132.
- Roh JS, Sun WS, Oh SU, Lee JI, Oh WT, Kim JH. 1999. In vitro antioxidant activity of safflower (*Carthamus tinctorious* L.) seeds. *Food Sci Biotechnol* 8: 88-92.
- Zhang HL, Nagatsu A, Watanabe T, Sakakibara J, Okuyama H. 1997. Antioxidative compounds isolated from safflower (*Carthamus tinctorius* L.) oil cake. *Chem Pharm Bull* 45: 1910-1914.
- Kim JH, Jeon SM, An MY, Ku SK, Lee JH, Choi MS, Moon KD. 1998. Effects of diet of Korean safflower (*Carthamus tinctorious* L.) seed powder on bone tissue in rats during the recovery of rib fracture. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27: 698-704.
- Seo HJ, Kim JH, Kwak DY, Jeon SM, Ku SK, Lee JH, Moon KD, Choi MS. 2000. The effects of safflower seed powder and its fraction on bone tissue in rib-fractured rats during the recovery. *Kor J Nutr* 33: 411-420.
- Jeon SM, Kim JH, Lee HJ, Lee IK, Moon KD, Choi MS. 1998. The effects of Korean safflower (*Carthamus tinctorious* L.) seed powder supplementation diet on bone metabolism indices in rats during the recovery of rib fracture. *Kor J Nutr* 31: 1049-105.
- Moon KD, Back SS, Kim JH, Jeon SM, Lee MK, Choi MS. 2001. Safflower seed extract lowers plasma and hepatic lipids in rats fed high-cholesterol. *Nutr Res* 21: 895-904.
- Kim JH, Choi MS, Moon KD. 2000. Quality characteristics of bread prepared with the addition of roasted safflower seed powder. *Korean J Postharvest Sci Technol* 7: 80-83.
- Kim JH, Park JH, Park SD, Choi SY, Seong JH, Moon KD. 2002. Preparation and antioxidant activity of health drink with extract powders from safflower (*Carthamus tinctorious* L.) seed. *Korean J Food Sci Technol* 34: 617-624.
- AOAC. 1990. *Official Methods of Analysis*. 15th ed. Association of official analytical chemists, Washington, DC, USA.
- Wilson AM, Work TM. 1981. HPLC determination of fructose, glucose and sucrose in potatoes. *J Food Sci* 46: 300.
- Lee JH, Lee SR. 1994. Analysis of phenolic substances content in Korean plant foods. *Korean J Food Sci Technol* 26: 310-316.
- Nowak K, Kujawa R, Zadernowski R. 1992. Antioxidative and antibacterial properties of phenolic compounds in rapeseed. *Fat Sci Technol* 94: 149-152.
- Kang GH. 2001. Antioxidative activity of phenolic compounds isolated from safflower (*Carthamus tinctorius* L.) seeds. *MS Thesis*. Catholic University of Daegu.
- Lister CE, Lancaster JE, Stutton KH. 1994. Developmental changes in the concentration and composition of flavonoids in skin of a red and a green apple cultivate. *J Sci Food Agric* 64: 155-161.
- Nielsen SE, Dtagsted LO. 1998. Column-switching high-performance liquid chromatographic assay for determination of apigenin and acacetin in human urine with ultraviolet absorbance detection. *J Chromatography B* 713: 379-386.
- Wanasundara U, Amarowicz R, Shahidi F. 1994. Isolation and identification of an antioxidative component in canola. *J Agric Food Chem* 42: 1285-1290.
- Salka EN, Lars OD. 1998. Column-switching high-performance liquid chromatographic assay for determination of apigenin and acacetin in human urine with ultraviolet absorbance detection. *J Chromatography B* 713: 379-386.
- Blois MS. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 26: 1199-1204.
- Torel J, Cillard J, Cillard P. 1988. Antioxidant activity of flavonoids and reactivity with peroxy radical. *Phytochem* 25: 383-386.

(2003년 2월 13일 접수; 2003년 7월 8일 채택)