

홍화(*Carthamus tinctorius* L.)씨와 발아홍화씨의 화학성분 비교

김은옥¹ · 이기택² · 최상원^{1*}

¹대구가톨릭대학교 식품영양학과

²충남대학교 식품공학과

Chemical Comparison of Germinated- and Ungerminated-Safflower (*Carthamus tinctorius*) Seeds

Eun Ok Kim¹, Ki Teak Lee², and Sang Won Choi^{1*}

¹Dept. of Food Science & Nutrition, Catholic University of Daegu, Gyeongbuk 712-702, Korea

²Dept. of Food Science and Technology, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

Abstract

This study was to investigate the chemical compositions of germinated (GSS)- and ungerminated (UGSS)- safflower (*Carthamus tinctorius*) seeds. GSS had higher amount of sugar and crude fiber than UGSS, but less amounts of protein and lipid. Levels of α -tocopherol and essential amino acids of GSS were higher than those of UGSS, although there are no difference in fatty acid composition between GSS and UGSS. Among the nine phenolic compounds detected, five phenolic compounds, except for two lignans and two flavonoids, were found in both GSS and UGSS. Four serotonin derivatives accounted for about 80 per cent of total phenolic compounds, and levels of five phenolic compounds decreased slightly with germination. These results suggest that germination may enhance the functionality of safflower seed by increasing nutritional compositions and by decreasing phenolic compounds with bitter taste and cathartic effects.

Key words: germination, safflower seeds, proximate and functional compositions

서 론

홍화(紅花, 영명: Safflower, 생약명: *Carthamus tinctorius* L.)는 국화과에 속하는 일년생 초목으로서 원산지는 아프카니스탄의 산악지대 또는 이집트 및 에티오피아이다(1). 홍화는 수용성의 황색색소(safflor)와 불용성의 적색색소(carthamin)를 함유하고 있어 예로부터 천연 염료로서 널리 사용되어져 왔으며(1), 아울러 한방에서는 어혈 및 통경 치료제로서 홍화탕, 황혈통경탕 등의 한약처방제로 널리 이용하고 있다(2). 한편, 홍화씨유에는 리놀레산을 비롯한 다량의 불포화지방산과 토코페롤 및 식물성스테롤 성분을 함유하고 있을 뿐 아니라 홍화씨는 단백질 및 식이성 섬유소의 급원으로서 중요하다(3). 홍화씨는 국내에서 민간 및 한방에서 골절 및 골다공증 등 골질환 치료제로 널리 사용되어져 왔으며(4), 최근 홍화씨 분말 및 물추출물의 쥐의 늑골골절 회복 및 골절치유 효과(5), 홍화씨의 쥐의 경골골절치유 효과(6) 및 난소절제 쥐의 골다공증 유발 모델에서 홍화씨 탈지박 분말(7)과 추출물(8)의 골손실 억제효과 등 홍화씨가 골질환 치료 효능이 우수함이 보고된 바가 있다. 또한, 홍화씨 분말 및 추출물은 고콜레스테롤 식이 흰쥐 및 난소절제 쥐의 혈장 및 간

지질대사 개선효과가 우수함을 보고(9,10)하였으며, 난소절제 쥐의 골다공증 유발 모델을 이용하여 홍화씨의 탈지박 에탄올추출물이 혈장 및 간 지질대사 개선효과가 있었으며, 홍화씨의 리그난 및 플라보노이드 성분이 그 주된 생리활성 물질로써 작용함이 밝혀진 바가 있다(11). 이외에도 홍화씨 유박에 함유되어 있는 세로토닌유도체 및 리그난과 플라보노이드 등의 폴리페놀화합물이 항암(12), 항산화(13-16), 항염증(17), 및 피부세포증식 효과(18)가 있는 것으로 보고되었다. 이와 같이 홍화씨는 골질환, 동맥경화증 및 염증을 예방하는 기능성식품 소재로써 뿐만 아니라 피부노화 예방용 기능성 화장품 신소재로써 크게 주목을 받고 있다.

홍화씨는 다른 곡류와 달리 껍질이 매우 두껍고 거칠어 분쇄하여도 식용하기에는 식감이 좋지 않을 뿐만 아니라 껍질에 함유되어 있는 다량의 cellulose 및 hemicellulose 때문에 소화장애를 초래하게 된다. 또한 생홍화씨에 함유되어 있는 세로토닌유도체, 스테로이드 및 리그난배당체는 쓴맛과 설사를 유발하므로 지금까지 식품이나 사료로 사용하는 데 크게 제한을 받아 왔다(19-21). 따라서 홍화씨의 소화성, 기능성 및 기호성을 향상시킬 수 있는 껍 및 볶음처리(22)와 더불어 새로운 가공기술 개발이 필요한 실정이다.

*Corresponding author. E-mail: swchoi@cuer.ac.kr
Phone: 82-53-850-3525, Fax: 82-53-850-3516

식물종자는 비소화성의 다당류 및 단백질 분해효소 저해제와 더불어 사포닌 및 탄닌 등의 독성물질과 특유의 풀냄새 및 비린내를 지니고 있어 이를 완화할 수 있는 볍음, 찜, 마이크로파 처리 및 발아 등의 가공기술이 개발되어져 왔다(23,24). 특히 식물종자의 발아는 영양성 강화, 소화성 향상, 독성 완화 및 기능성 물질 생산 방법으로 잘 알려져 있는데, 콩의 발아 중 이소플라본의 함량 증가 및 체내 흡수 개선효과(25-27), 발아땅콩 추출물의 항산화 효과(28,29), 발아현미의 GABA(γ -aminobutyric acid) 함량 증가에 따른 혈압강하, 비만 억제 및 콜레스테롤 저하 효과(30-32), 그리고 발아메밀 추출물의 항산화, 항균활성 및 세포독성 등에 관한 연구들이 보고(33)되어 있다. 이와 같이 식물종자는 발아가 진행됨에 따라 소화성 및 기능성 증대와 더불어 기호성이 향상됨을 알 수 있다. 따라서 소화성, 기능성 및 기호성이 낮은 생홍화씨를 발아하였을 때 화학성분에 큰 변화가 있을 것으로 사료된다.

따라서 본 연구는 생홍화씨의 소화성, 기능성 및 기호성을 개선하기 위한 연구의 일환으로 홍화씨를 발아하여 발아홍화씨를 생산하고 그들의 일반성분 및 기능성성분(지방산, 토코페롤, 수용성아미노산 및 페놀화합물 조성)의 함량을 발아하지 않은 홍화씨와 비교 분석하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에 사용된 홍화(*Carthamus tinctorius* L.)씨는 2007년 8월초 경북 의성 농가에서 직접 생산한 것을 수확 후 정선 및 수세하여 햇빛에서 일주일간 자연건조시키고 방냉한 후 -20°C 에서 보관하면서 공시재료로 사용하였다.

발아홍화씨의 제조

건조 홍화씨를 20°C 의 물에 하룻밤 침지시킨 후 빛이 차단된 항온실(온도: $20\sim 22^{\circ}\text{C}$, 습도: $75\sim 80\%$)에서 3~4일간 하루 6번씩 물뿌림하면서 홍화씨를 0.5~1.0 cm 발아시켰다. 발아시킨 홍화씨는 껍질째 동결건조한 후 가정용 분쇄기를 사용하여 20~40 mesh 크기로 분쇄하여 발아홍화씨 분말을 제조하였다. 이때, 시료는 -20°C 에서 보관하면서 실험에 사용하였다.

일반성분 분석

홍화씨와 및 발아홍화씨의 일반성분 함량은 식품공전의 방법(34)에 따라 다음과 같이 실시하였다. 수분은 105°C 상압건조법, 조지방은 soxhlet법, 조단백질은 micro-Kjeldahl법, 회분은 550°C 직접회화법, 그리고 조섬유는 헨네베르크·스토오만개량법으로 각각 측정하였다.

지방산 조성 분석

홍화씨와 발아홍화씨 20 g을 분쇄한 후 soxhlet 장치에서

에테르로 6시간 추출하고 이를 감압농축하여 홍화씨유를 얻었다. 홍화씨유 100 mg을 test tube(10 mL)에 넣고 6% H_2SO_4 (in MeOH) 3 mL를 가하여 용해한 후 여기에 내부표준물질 heptadecanoic acid(1.0 mg/mL, *n*-hexane) 10 μL 를 넣은 후 vortex한 다음 100°C water bath에서 20분간 중탕하여 methylation 시켰다. 여기에 *n*-hexane 2 mL를 넣어서 교반한 후 얻어진 *n*-hexane 층을 무수 Na_2SO_4 가하여 수분을 제거한 다음 1.0 μL 를 Supelco-waxTM-10 column을 장착한 Gas Chromatography(Hewlett-Packard 6890 series, USA)로 지방산을 분석하였다.

Tocopherol 분석

앞서 얻어진 홍화씨 및 발아홍화씨유 0.1 g을 *n*-hexane 10 mL에 용해한 후 PTFE syringe filter(25 mm 0.2 μm , Whatman)를 사용하여 감압여과시킨 다음 HPLC (Younglin Acme, Korea)를 사용하여 4가지 tocopherol 성분(α -, β -, γ - 및 δ -tocopherol)의 함량을 측정하였다. 이때 column은 LiChrosorb DIOL(5 μm , 3×100 mm)를, 분석용매는 *n*-hexane/acetic acid(1000:1, v/v)를 각각 사용하였으며, 295 nm의 UV detector(Younglin Absorbance, Korea)와 유속은 0.5 mL/min에서 측정하였으며 이때 sample 주입량은 10 μL 이었다.

유리아미노산 분석

분쇄한 홍화씨 및 발아홍화씨 10 g을 75% 에탄올수용액 100 mL로 2시간 동안 2회 반복 reflux 추출한 후 여과 및 농축하여 에탄올추출물을 제조하였다. 다음, 이 추출물 100 mg을 아미노산 분석용 완충액(0.2 M lithium citrate buffer, pH 2.8)으로 충분히 용해한 후 하룻밤 방치하고 난 다음 여과하여 100 mL로 정용하였다. 이 액을 아미노산 완충액으로 2배 희석하여 0.45 μm membrane filter(Gelman, Ann Arbor, MI, USA)를 통과시킨 다음 amino acid analyzer (Biochrom 30, Biochrom Ltd., UK)를 이용하여 유리아미노산 함량을 측정하였다.

페놀화합물의 분석

분쇄한 홍화씨 및 발아홍화씨의 페놀화합물의 함량은 80% 에탄올추출물을 제조하여 전보(16)와 같이 실시하였다. 홍화씨 및 발아홍화씨 분말 20 g에 80% 에탄올수용액 300 mL를 가한 후 2시간 동안 2회 반복하여 ultrasonicator에서 추출한 다음 여과 및 감압농축하여 에탄올추출물을 얻었다. 다음, 에탄올추출물을 80% 에탄올수용액 100 mL에 용해한 후 노르말-헥산 200 mL로 탈지한 후 농축하여 탈지 에탄올추출물[수율: 홍화씨(0.91 %) 및 발아홍화씨(0.78 %)]을 얻었다. 탈지 에탄올추출물을 80% 에탄올수용액으로 용해하여 100 mL로 정용한 후 같은 용매로 10배 희석하여 0.45 μm membrane filter를 통과시킨 후 HPLC로 분석하였다. 이때 각 페놀화합물은 이전에 분리된 표준 페놀화합물의

Table 1. Comparison of proximate compositions of germinated- and ungerminated-safflower seeds

Safflower seed	Proximate composition (% dry base)				
	Nitrogen free extract	Crude protein	Crude lipid	Ash	Crude fiber
UGSS ¹⁾	58.9±1.8	16.8±1.2	19.7±1.8	2.3±0.2	39.4±1.8
GSS ²⁾	64.0±1.2	15.6±1.0	15.7±1.3	2.5±0.1	44.5±2.1

Values are mean±SD of triplicate analyses.

¹⁾Ungerminated-safflower seed (UGSS). ²⁾Germinated-safflower seed (GSS).

retention time과 비교하여 확인하였으며, 각 화합물의 calibration curve는 회귀분석그래프를 이용하여 작성한 후 각각의 페놀화합물의 함량을 계산하였다.

통계분석

모든 실험결과는 3회 반복 실험하여 평균치와 표준편차를 계산하였다.

결과 및 고찰

일반성분 함량

홍화씨와 발아홍화씨의 일반성분의 함량을 측정하고 비교한 결과는 Table 1과 같다. 먼저 홍화씨의 일반성분은 가용성 무질소물 58.9%, 조단백질 16.8%, 조지방 19.7%, 회분 2.3% 및 조섬유 39.4% 이었으나 발아홍화씨는 가용성 무질소물 64.0%, 조단백질 15.6%, 조지방 15.7%, 회분 2.5% 및 조섬유 44.5%이었다. 홍화씨와 발아홍화씨의 일반성분을 비교해 볼 때 가용성 무질소물, 조섬유 및 회분은 발아함에 따라 다소 증가하였으나 조단백질 및 조지방은 다소 감소하는 경향을 나타내었다. 이와 같이 홍화씨의 발아 및 생장 중 체내대사가 이루어짐으로써 영양성분이 다소 변화가 초래되었으며, 그 중 지방과 단백질은 에너지원으로 다소 소모되었을 것이라 생각된다. Shin(35)은 콩나물 재배 중 단백질, 지방 및 가용성 무질소물은 감소하고 섬유소는 증가하였다는 보고와 Lee 등(36)은 호박씨의 발아 중 단백질과 지방 함량은 감소한 반면, 섬유소, 회분, 가용성 무질소물의 함량은 증가하였다는 보고를 미루어 볼 때 식물의 종류에 따라 발아종자의 일반성분의 함량 변화가 약간 다를 수 있었다.

지방산 조성 함량

홍화씨 및 발아홍화씨의 지방산 조성을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 홍화씨의 지방산 함량은 palmitic acid(C_{16:0}), stearic acid(C_{18:0}), oleic acid(C_{18:1}), linoleic acid(C_{18:2}), arachidic acid(C_{20:0}) 및 eicosenoic acid(C_{20:1})가 각각 12.4, 3.1, 9.5, 72.1, 2.1 및 0.8 mol%인 반면, 발아홍화씨의 지방산 함량은 11.0, 2.5, 9.2, 72.5, 3.5 및 0.3 mol%로서 홍화씨 및 발아홍화씨 둘 다 linoleic acid(C_{18:2})가 약 72%로서 거의 대부분을 차지하고 있었으며, 그 다음으로는 palmitic acid(C_{16:0}), oleic acid(C_{18:1}), stearic acid(C_{18:0}), arachidic acid(C_{20:0}) 순으로 나타났고 linolenic acid(C_{18:3})와 eico-

Table 2. Comparison of fatty acids compositions of germinated- and ungerminated-safflower seeds

Fatty acid	Fatty acid (unit: mole%)	
	UGSS	GSS
Palmitic acid (C _{16:0})	12.4±0.1	11.0±0.0
Stearic acid (C _{18:0})	3.10±0.0	2.50±0.0
Oleic acid (C _{18:1})	9.50±0.1	9.20±0.0
Linoleic acid (C _{18:2})	72.1±0.1	72.5±0.3
Linolenic acid (C _{18:3})	ND ³⁾	0.90±0.0
Arachidic acid (C _{20:0})	2.10±0.1	3.50±0.1
Eicosenoic acid (C _{20:1})	0.80±0.1	0.30±0.4
TSFA ¹⁾	17.6±0.1	17.1±0.1
TUSFA ²⁾	82.4±0.1	82.9±0.3

Values are mean±SD of triplicate analyses.

¹⁾TSFA: total saturated fatty acid.

²⁾TUSFA: total unsaturated fatty acid.

³⁾ND: not detected.

senoic acid(C_{20:1})의 함량은 매우 낮았다. 이와 같이 홍화씨의 지방산 조성은 이미 보고된 결과(37)와 유사하게 linoleic acid(C_{18:2})와 oleic acid(C_{18:1}) 등의 불포화지방산이 거의 83%로 매우 높은 반면, 포화지방산은 16% 미만으로 매우 낮았으며, 발아홍화씨에는 미량의 linolenic acid(C_{18:3})를 함유하고 있었으나, 발아에 의한 홍화씨의 지방산 조성 변화는 거의 차이를 볼 수 없었다.

Tocopherol 함량

홍화씨 및 발아홍화씨유의 4가지 tocopherol 유도체의 함량을 측정된 결과는 Table 3과 같다. 홍화씨 및 발아홍화씨에는 4가지 tocopherol 성분 중 α-tocopherol만 확인되었으며, 홍화씨 및 발아홍화씨의 α-tocopherol 함량은 각각 744.7 및 809.0 mg%로서 홍화씨를 발아함에 따라 α-tocopherol 함량이 다소 증가함을 알 수 있었다. 이때 α-tocopherol 이외 3가지 tocopherol 성분(β-, γ- 및 δ-tocopherol)은 UV detector를 사용하였을 때는 확인되지 않았다. 이와 같이 발아

Table 3. Comparison of tocopherol derivatives content of germinated- and ungerminated-safflower seeds

Safflower seed	Tocopherol (mg%, dry base)			
	α-Tocopherol	β-Tocopherol	γ-Tocopherol	δ-Tocopherol
UGSS	744.7±1.2	ND ¹⁾	ND	ND
GSS	809.0±3.5	ND	ND	ND

Values are mean±SD of triplicate analyses.

¹⁾ND: not detected.

홍화씨는 천연항산화제로서 잘 알려진 α -tocopherol의 함량이 다소 많은 것을 볼 때 발아홍화씨는 항산화성 기능성소재로 활용할 가치가 있다고 판단된다.

유리아미노산 함량

홍화씨 및 발아홍화씨의 유리아미노산의 함량을 측정한 결과는 Table 4와 같다. 홍화씨의 주요 구성아미노산은 asparagine(57.6 mg%), arginine(38.2 mg%), proline(20.8 mg%), glutamic acid(15.9 mg%)가 전체 총 아미노산의 68.5% 차지하고 있었으며, 그 외 아미노산 함량은 10 mg% 이하로 낮았다. 반면, 발아홍화씨는 주요 아미노산인 proline(85.7 mg%), asparagine(71.4 mg%), arginine(68.1 mg%), glutamic acid(34.1 mg%) 함량이 크게 증가하였으며, 총 아미노산 함량은 홍화씨가 193.5 mg%인 반면, 발아홍화씨가 418.7 mg%로서 홍화씨를 발아함에 따라 아미노산 함량이 증가하였다. 그리고 발아홍화씨는 홍화씨보다 필수 아미노산인 threonine, valine, leucine, isoleucine, phenylalanine, lysine 및 histidine의 함량이 3~10배 크게 증가하였

Table 4. Comparison of free amino acids compositions of germinated- and ungerminated-safflower seeds

Amino acid	Amino acid (mg%, dry base)	
	UGSS	GSS
Taurine	0.3±0.1	0.5±0.1
O-Phospho-L-serine	ND ¹⁾	0.8±0.2
Phosphoethanolamine	ND	0.5±0.1
Urea	2.3±0.5	6.6±1.2
Aspartic acid	7.0±1.1	4.5±0.8
Threonine	2.1±0.8	7.9±1.3
Serine	2.9±0.6	13.2±1.8
Asparagine	57.6±6.3	71.4±3.7
Glutamic acid	15.9±2.0	34.1±3.6
Proline	20.8±3.1	85.7±3.6
Glycine	2.7±1.0	5.5±1.4
Alanine	5.4±1.0	31.6±2.8
Citrulline	0.8±0.2	1.1±0.2
α -Aminoisobutyric acid	ND	0.3±0.0
Valine	3.1±0.9	10.6±1.7
L-Cystine	0.3±0.1	0.1±0.1
Methionine	ND	2.4±0.6
Isoleucine	1.4±0.1	5.3±1.4
Leucine	0.7±0.3	10.3±2.6
Tyrosine	2.3±0.2	4.8±0.4
β -Alanine	0.2±0.1	0.5±0.1
Phenylalanine	3.1±0.6	8.9±2.6
γ -Aminobutyric acid	4.6±0.3	3.5±1.2
Ethanolamine	1.2±0.4	2.6±0.7
Ammonium chloride	8.4±2.1	15.0±1.5
Ornithine	0.3±0.1	0.2±0.1
Lysine	1.9±0.2	3.6±0.3
Histidine	7.2±1.8	13.3±1.9
3-Methyl-L-histidine	2.8±0.4	5.1±0.8
L-Anserine	ND	0.7±0.1
Arginine	38.2±5.4	68.1±4.2
Essential amino acids	19.5±1.8	62.3±2.6
Total amino acids	193.5±2.3	418.7±1.9

¹⁾ND: not detected.

으며, 특히 홍화씨에는 존재하지 않았던 O-phospho-L-serine, phosphoethanolamine, α -aminoisobutyric acid, methionine 및 L-anserine이 발아홍화씨에는 0.8, 0.5, 0.3, 2.4 및 0.7 mg%로 각각 미량으로 나타나 발아에 의한 영향을 볼 수 있었다. 반면, 홍화씨 발아 후 aspartic acid와 γ -aminobutyric acid (GABA)의 함량은 다소 감소하였는데, 이는 현미를 발아할 때 GABA 함량이 3배 이상 크게 증가하였다는 보고(30)와 큰 차이가 있었다. 이와 같이 홍화씨 발아 후 유리아미노산의 증가는 다른 식물종자의 발아에서도 유사한 경향을 나타내었으며(30,36), 총 아미노산 및 필수아미노산 함량이 증가한 것은 발아 시 단백질 분해효소활성이 증가하였기 때문으로 판단되며, 홍화씨의 발아는 영양 강화 측면에서 의미가 있다고 판단된다.

페놀화합물 함량

홍화씨는 껍질이 두꺼워 홍화씨 분말 자체로 섭취 시 소화 가 잘 안되므로 위에 부담을 주게 되어 가공식품의 원료로 그대로 이용하기에는 용이하지 않으며, 아울러 홍화씨의 껍질은 핵과 단단히 결합되어 있어 분리하는 작업 또한 쉬운 문제가 아니다. 한편, 콩이나 현미의 발아 시 호흡과 대사 작용으로 영양성분 및 생리활성물질의 변화를 수반하여 영양적 및 기능적으로 우수한 품질특성을 갖게 된다는 연구보고(26,30)를 바탕으로 생리활성이 강화된 홍화씨 가공식품의 생산에 기여코자 홍화씨를 발아시킨 후 홍화씨의 주된 기능성물질로 잘 알려진 페놀화합물(7,9,11)의 함량을 측정한 결과는 Table 5와 같다. 홍화씨에는 3종의 리그난(8'-hydroxyarctigenin 4'-O- β -D-glucoside(HAG), 8'-hydroxy-arctigenin 및 matairesinol)과 4종의 세로토닌유도체[N-feruloylserotonin 5-O- β -D-glucoside, N-feruloylserotonin, N-(p-coumaroyl)serotonin 5-O- β -D-glucoside, N-(p-coumaroyl)serotonin] 그리고 2종의 플라보노이드(acacetin 7-O- β -D-glucuronide, acacetin)가 존재하였으며, 그들의 건물 당 함량을 보면 HAG은 202.7 mg%(나머지 두 가지는 미량 존재), 세로토닌유도체는 40.1, 349.9, 118.4, 238.6 mg% 그리고 플라보노이드는 모두 미량으로 존재하였다. 반면, 발아홍화씨의 페놀화합물의 함량을 살펴보면 HAG은 193.7 mg%, 세로토닌유도체는 38.7, 341.9, 110.8, 235.0 mg%, 그리고 플라보노이드는 홍화씨와 유사하게 모두 미량으로 존재하였다. 이와 같이 홍화씨의 페놀화합물의 함량은 전보에서 보고한(16) 홍화씨의 함량과 다소 차이가 있음을 알 수 있었는데, 이는 페놀화합물의 함량이 홍화의 품종, 재배 및 수확시기에 따라 달라질 수 있는 것을 의미하며, 홍화씨를 발아함에 따라 세로토닌유도체를 함유한 모든 페놀화합물의 함량은 다소 감소하는 경향을 나타내었다. 이상의 결과는 콩(25) 및 땅콩(28)을 발아함에 따라 이소플라본 및 레즈베라트를 배당체가 감소하고 그들의 아글리콘이 증가한다는 보고와 호박씨(36)를 발아했을 때 triterpene 배당체가 증가한다는 보고를 미루어 볼 때 식물종

Table 5. Comparison of phenolic contents in ethanol extract of germinated- and ungerminated-safflower seeds

Compounds	Content (mg%, dry base)	
	UGSS	GSS
8'-Hydroxyarctigenin 4'-O-β-D-glucoside	202.7±2.2	193.8±2.5
N-Feruloylserotonin 5-O-β-D-glucoside	40.1±1.3	38.7±1.1
N-Feruloylserotonin	349.9±7.8	341.9±5.3
N-(p-Coumaroyl)serotonin-5-O-β-D-glucoside	118.4±1.8	110.8±1.7
N-(p-Coumaroyl)serotonin	238.6±3.3	235.0±3.5
Matairesinol	Tr ¹⁾	Tr
8'-Hydroxyarctigenin	Tr	Tr
Acaceticin 7-O-β-glucuronide	Tr	Tr
Acaceticin	Tr	Tr
Total	949.7±3.7	920.2±3.2

Values are mean±SD of triplicate analyses. ¹⁾Trace: <1.0 mg%.

류에 따라 종자발아 중 다양한 생리대사 작용이 일어남을 알 수 있었다. 한편, 홍화씨를 발아하면 껍질과 핵이 쉽게 분리되어 홍화씨 분말을 이용한 가공식품 제조에 있어 소화성 및 기호성이 문제시되는 거칠고 딱딱은 껍질을 배제할 수 있고 또한 설사와 쓴맛을 지니는 리그난배당체 및 세로토닌유도체의 함량이 다소 감소됨을 알 수 있었기에 홍화씨보다 발아홍화씨 분말을 건강식품 소재로 활용하는 것이 바람직하다고 생각된다. 그런데 발아홍화씨의 껍질에는 항콜다공증, 항염증, 항고지혈증, 항산화성 및 피부 항노화성 세로토닌아글리콘[N-feruloylserotonin 및 N-(p-coumaroyl)serotonin]이 거의 대부분 존재하고 있기에(데이터 생략) 이를 제거하여 폐기하기보다는 효과적으로 추출 및 생산하여 기능성식품 및 화장품 신소재로 사용하는 것이 요망되며, 아울러 발아홍화씨 핵에는 세로토닌아글리콘을 제외한 앞서 모든 폴리페놀화합물과 기능성물질이 대부분 존재하기에 껍질을 제외한 발아홍화씨 핵 분말을 골다공증 및 고지혈증 예방용 건강기능식품 원료로 사용할 수 있을 것으로 생각된다. 향후 발아홍화씨의 보다 상세한 생리활성물질의 검색과 더불어 그들의 골아세포 증식 및 분화 촉진효과를 조사하여 보고할 예정이다.

요 약

홍화씨를 이용한 골다공증 및 고지혈증 예방용 건강기능식품을 개발하기 위한 연구의 일환으로 홍화씨의 소화성, 기능성 및 기호성을 증대시킬 수 있는 방안으로 발아홍화씨를 제조하여 일반성분 및 기능성성분(지방산, tocopherols, 수용성아미노산 및 페놀화합물)의 함량을 홍화씨와 비교 분석하였다. 홍화씨는 발아하면서 조단백질과 조지방은 감소한 반면, 가용성 무질소물, 조섬유소 및 회분은 다소 증가하는 경향을 나타내었으며, linoleic 및 oleic acids가 약 80% 이상 거의 대부분을 차지하고 있었으며, 그 외 palmitic, stearic 및 arachidic acids가 주요 지방산으로 나타났고, 발아에 따른 지방산의 조성 비율은 거의 변화가 없었다. 홍화씨와 발아홍화씨의 α-tocopherol 함량은 각각 744.7 및 809.0

mg%로서 발아 후 64.3 mg% 증가하였으며, 홍화씨의 주된 아미노산으로 asparagine, arginine, proline, glutamic acid가 차지하고 있었으며, 발아함에 따라 그들의 함량이 크게 증가하였고, 특히 threonine, valine, leucine, isoleucine, phenylalanine, lysine 및 histidine 등의 필수아미노산 함량이 크게 증가하였다. 홍화씨에는 3종의 리그난(8'-hydroxyarctigenin 4'-O-β-D-glucoside, 8'-hydroxyarctigenin 및 matairesinol)과 4종의 세로토닌유도체[N-feruloylserotonin 5-O-β-D-glucoside, N-feruloylserotonin, N-(p-coumaroyl)serotonin 5-O-β-D-glucoside, N-(p-coumaroyl)serotonin] 그리고 2종의 플라보노이드(acaceticin 7-O-β-D-glucuronide, acaceticin) 화합물이 존재하였으며, 발아함에 따라 세로토닌유도체를 함유한 모든 페놀화합물의 함량은 다소 감소하는 경향을 나타내었다. 이와 같이 홍화씨를 발아함에 따라 섬유소 및 유용 기능성성분의 증가와 더불어 설사를 유발하는 고미성분의 감소 그리고 소화성 및 기호성을 떨어뜨리는 홍화씨 껍질의 분리 및 효율성 확대를 이룰 수 있기에 향후 발아홍화씨는 항콜다공증 및 항고지혈증 건강기능식품 소재로서 개발 가능성이 높다고 사료된다.

문 헌

- 이상인. 1981. 본초학. 수서원, 서울. p 459-460.
- 한대석. 1988. 생약학. 동명사, 서울. p 270-271.
- 성중환, 하영선, 임무현, 임정교, 강갑석. 2005. 식품과 건강. 형설출판사, 서울. p 108-109.
- 김인환. 1992. 신약본초. 인산동천문화사, 서울. p 567-568.
- Seo HJ, Kim JH, Yun KD, 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. *J Korean Nutr* 32: 411-420.
- Chung SY, Choi HJ, Chung MW, Ahn MR, Yoo TM, Rheu HM, Yang JS. 2002. Effects of safflower seed on the fracture healing in rat tibia. *Arch Pharm Res* 25: 313-317.
- Kim HJ, Bae YC, Choi SW, Cho SH, Park RW, Choi YS, Lee WJ. 2002. Bone-protecting effect of safflower seeds in ovariectomized rats. *Calcif Tissue Int* 71: 88-94.
- Cho SH, Choi SW, Choi YS, Kim HJ, Park YH, Bae YC, Lee WJ. 2007. Effect of ethanol extract of safflower seed

- on bone loss in ovariectomized rat. *Food Sci Biotechnol* 16: 392-397.
9. 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 diet. *Nutr Res* 21: 895-904.
 10. Cho SH, Choi SW, Choi YS, Lee WJ. 2001. Effects of defatted safflower and perilla seed powders on lipid metabolism in ovariectomized female rats fed high cholesterol diets. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30: 112-118.
 11. Cho JH, Lee HL, Kim TH, Choi SW, Lee WJ, Choi YS. 2004. Effects of defatted safflower seed extract and phenolic compounds in diet on plasma and liver lipid in ovariectomized rats fed high-cholesterol diets. *J Nutr Sci Vitaminol* 50: 32-37.
 12. Bae SJ, Shim SM, Park YJ, Lee JY, Chang EJ, Choi SW. 2002. Cytotoxicity of phenolic compounds isolated from seeds of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) on cancer cell lines. *Food Sci Biotechnol* 11: 140-146.
 13. 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.
 14. Kang GH, Chang EJ, Choi S. 1999. Antioxidative activity of phenolic compounds in roasted safflower seeds. *J Food Sci Nutr* 4: 221-225.
 15. Roh JS, Sun WS, Oh SU, Lee JI, Oh WT, Kim JH. 1999. In vitro antioxidant activity of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) seeds. *Food Sci Biotechnol* 8: 88-92.
 16. Kim EO, Oh JH, Lee SK, Lee JY, Choi SW. 2007. Antioxidant properties and quantification of phenolic compounds from safflower (*Carthamus tinctorius* L.) seeds. *Food Sci Biotechnol* 16: 71-77.
 17. Kawashima S, Hayashi M, Takii T, Kimura H, Zhang HL, Nagatsu A, Sakakibara J, Murata K, Oomoto Y, Onozaki K. 1998. Serotonin derivative, *N*-(*p*-coumaroyl) serotonin, inhibits the production of TNF- α , IL-1 α , IL-1 β , and IL-6 by endotoxin-stimulated human blood monocytes. *J Interferon Cytokine Res* 18: 423-428.
 18. Takii T, Hayashi M, Hiroyuki H, Chiba T, Kawashima S, Zhang HL, Nagatsu A, Sakakibara J, Onozaki K. 1999. Serotonin derivative, *N*-(*p*-coumaroyl) serotonin, isolated from safflower (*Carthamus tinctorius* L.) oil cake augments the proliferation of normal human and mouse fibroblasts in synergy with basic fibroblast growth factor (β FGF) or epidermal growth factor (EGF). *J Biochem* 125: 910-915.
 19. Palter R, Lundin RE. 1970. A bitter principle of safflower, matairesinol monoglucoside. *Phytochemistry* 9: 2407-2409.
 20. Palter R, Lundin RE, Haddon WF. 1972. A cathartic lignan glycoside from *Carthamus tinctorius*. *Phytochemistry* 11: 2871-2874.
 21. Sakamura A, Terayama Y, Kawakatsu S, Ichihara A, Saito H. 1978. Conjugated serotonins related to cathartic activity in safflower seeds (*Carthamus tinctorius* L.). *Agric Biol Chem* 42: 1805-1806.
 22. Kim EO, Lee JY, Choi SW. 2006. Quantitative changes in phenolic compounds of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) seeds during growth and processing. *J Food Sci Nutr* 11: 311-317.
 23. Shimoni E. 2004. Stability and shelf life of bioactive compounds during food processing and storage: soy isoflavone. *J Food Sci* 69: 160-166.
 24. Kadlec P, Kaasova J, Bubnik Z. 2003. Chemical and physicochemical changes during microwave treatment of rice. *Food Sci Biotechnol* 12: 219-223.
 25. Kim EM, Lee KJ, Chee KM. 2004. Comparison in isoflavone contents between soybean and soybean sprouts of various soybean cultivars. *Korean J Nutr* 37: 45-51.
 26. Kim JS, Kim JG, Kim WJ. 2004. Changes in isoflavone and oligosaccharides of soybeans during germination. *Korean J Food Sci Technol* 36: 294-298.
 27. Izumi T, Piskula MK, Osawa S, Obata A, Tobe K, Saito M, Kataoka S, Kubota Y, Kikuchi M. 2000. Soy isoflavone aglycones are absorbed faster and in higher amounts than their glucosides in humans. *J Nutr* 130: 1695-1699.
 28. Lee JH, Baek IY, Kang NS, Ko JM, Kim HT, Jung CS, Park KY, Ahn YS, Suh DY, Ha TJ. 2007. Identification of phenolic compounds and antioxidant effects from the exudate of germinating peanut (*Arachis hypogaea*). *Food Sci Biotechnol* 16: 29-36.
 29. Lukasz W, Malgorzata G, Tomasz Z, Waldemar B, Lech R, Stefan J. 2006. A comparative study of water distribution, free radical production and activation of antioxidative metabolism in germinating pea seeds. *J Plant Physiology* 163: 1207-1220.
 30. Saikusa T, Horino T, Mori Y. 1994. Accumulation of γ -aminobutyric acid (GABA) in the rice germ during water soaking. *Biosci Biotech Biochem* 58: 2291-2292.
 31. Choi HD, Kim YS, Choi IW, Park YK, Park YD. 2006. Hypotensive effect of germinated brown rice on spontaneously hypertensive rats. *Korean J Food Sci Technol* 38: 448-451.
 32. Choi HD, Kim YS, Choi IW, Seog HM, Park YD. 2006. Anti-obesity and cholesterol-lowering effects of germinated brown rice in rats fed with high fat and cholesterol diets. *Korean J Food Sci Technol* 38: 674-678.
 33. Hwang EJ, Lee SY, Kwon SJ, Park MH, Boo HO. 2006. Antioxidative, antimicrobial and cytotoxic activities of *Fagopyrum esculentum* Mönch extract in germinated seeds. *Korean J Med Crop Sci* 14: 1-7.
 34. Korea Food and Drug Administration. 2002. *Food Standard Code* (Appendix). Seoul, Korea. p 3-29.
 35. Shin HS. 1974. Study on lipid metabolism of soybean during sprouting. *Korean J Agric Chem* 17: 240-246.
 36. Lee BJ, Jang HS, Lee GH, Oh MJ. 2003. Changes in chemical compositions of pumpkin (*Cucurbita moschata* DUCH.) seed sprouts. *Korean J Food Preservation* 10: 527-533.
 37. Kim JH, Kwak DY, Choi MS, Moon KD. 1999. Comparison of the chemical compositions of Korean and Chinese safflower (*Carthamus tinctorius* L.) seed. *Korean J Food Sci Technol* 31: 912-918.

(2008년 7월 31일 접수; 2008년 9월 10일 채택)