

산지별 홍화씨의 화학적 성분 특성

이 영 철 · *안 채 경*

한국식품연구원 전통식품연구단 연구원, *우송정보대학 식품영양조리학부 초빙교수

Properties of Chemical Compositions of Safflower Seeds

Young Chul Lee and *Chae Kyung Ahn*

Researcher, Research Group of Traditional Food, Korea Food Research Institute, Wan-ju 55365, Korea

*Visiting Professor, Division of Food Nutrition & Cookery, Woosong College, Daejeon 34606, Korea

Abstract

This study was carried out to investigate the chemical properties of safflower seeds cultivated at some areas in Korea. Safflower was used as one of the functional foods and medicinal plants for many centuries. Proximate compositions of safflower seeds were moisture, 4.8~8.1%, crude protein 16.5~19.5%, crude ash 2.7~3.3%, crude fiber 38.5~43.4%, and crude fat 16.6~24.4%, respectively. Glutamic acid, aspartic acid and arginine were the major amino acids and their contents were 2,587.4~3,143.5 mg%, 1,315.8~1,654.8 mg%, and 1,171.9~1,484.2 mg%. K, P, Ca, and Mg were major minerals and their contents were 611.6~886.3 mg%, 501.5~596.7 mg%, 208.5~641.2 mg%, and 530.6~639.5 mg%, respectively. The free sugars that were identified include raffinose, sucrose, glucose, fructose. α -tocopherol content was 0.14~3.82 mg%. Contents of vitamin C was 0.43~3.39 mg%. The safflower seeds fatty acids were palmitic acid, stearic acid, oleic acid, linoleic acid and linoleic acid. The major fatty acid was linoleic acid its content was 74.8~82.9%.

Key words: safflower seeds, composition, cultivated areas

서 론

홍화는 국화과에 속하며, 학명은 *Carthamus tinctorius* L.로 우리나라 여러 지역에서 재배하는 일년생 초목이다(LEE YR 2006). 홍화는 이집트가 원산지로 알려져 있으며, 높이 1 m 가량이며, 7~8월에 꽃은 황색으로 피고, 영경귀와 모양이 비슷하나, 시간이 지나면서 적색으로 변한다(Bea KH 2000). 홍화 꽃은 수용성의 황색색소인 safflower yellow 화합물과 불용성의 적색물질인 carthamin 화합물 등의 색소 물질을 함유하고 있어 염료로 오래전부터 사용되어 왔으며, 홍화씨는 뼈 건강과 관련된 소재로 사용하고 있다(Bea KH 2000). 홍화씨 분말이 골조직에 미치는 영향에 관한 연구로 Jeon SM 등(1998)은 녹골 골절을 일으킨 흰쥐에게 국내산 토종 홍화씨 분말을 급여하였을 때 홍화씨 분말이 골절 치유와 관련된 골대사 지

표에 전반적으로 좋은 영향을 나타낸다고 하였고, Seo HJ 등(2000)은 홍화씨 분말, 에탄올 및 열수 추출물이 녹골 골절된 흰쥐의 골절 치유 효과를 검정한 결과, 홍화씨 분말과 홍화씨 물 분획이 골절 치유 효과가 있는 것으로 보고하였다. Kim JH 등(1998)은 녹골이 골절된 흰쥐에게 국내산 토종 홍화씨 분말을 급여하면서 골절 치유 과정을 조사한 결과, 골조직의 회복 속도를 빠르게 하여, 치유 시간을 단축시키는 효과가 있다고 하였다. 국내산 홍화 추출물이 생쥐 골수유래 중간엽 줄기세포의 지방분화에 미치는 효과를 조사한 Yul & Shin(2017)은 홍화 물 추출물은 골 분화를 촉진시키면서 동시에 지방분화를 억제하므로 골 관련 질환에 사용 가능성을 보고하였다. 홍화종실분말 식이가 고지방-고콜레스테롤 섭취 흰쥐의 지질 대사에 미치는 영향을 조사한 Kim JH 등(1990)은 홍화씨 분말이 혈중 콜레스테롤과 혈중 중성지방을 저해한다고 보고하

* Corresponding author: Chae Kyung Ahn, Visiting Professor, Division of Food Nutrition & Cookery, Woosong College, Daejeon 34606, Korea. Tel: +82-42-629-6924, Fax: +82-42-630-9867, E-mail: seaahn@naver.com

였다. 홍화의 성분에 대한 연구로는 홍화의 부위별 이화학적 특성에 대한 단편적인 연구 결과가 있다(Kim SK 등 2000). 이상과 같이 홍화씨의 효능과 홍화씨 성분에 대한 연구는 일부 이루어져 있으나, 국내산 홍화 종실에 대한 성분 조사와 산지에 따른 성분 비교 연구는 이루어지지 않았다.

따라서 본 연구에서는 경상북도, 경상남도, 전라남도과 충청북도에서 재배한 홍화 종실 8종 시료에 대하여 일반성분, 아미노산, 지방산, 비타민 C, 무기질, 유리당 등의 성분을 비교하여 가공 소재의 기초자료로 사용하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 재료 및 시약

본 실험에 사용한 (*Carthamus tinctorius* L.) 홍화 종실은 각 산지인 산청(경남), 문경(경북), 상주(경북), 의성(경북), 칠곡(경북), 함양(경북), 화순(전남), 제천(충북)에서 재배, 생산된 시료 8종을 농가에서 직접 구입하였다. 홍화 종실을 20 mesh 이하로 파쇄하여 질소 가스 충전 후 -4°C 에 냉동 보관하면서 실험 재료로 사용하였다. 시약으로는 diethyl ether, sodium hydroxide, sodium carbonate, hydrochloric acid, ascorbic acid는 Sigma Chemical Co.(St. Louis, MO, USA)에서 구입하여 사용하였으며, Tocopherol isomers는 Merck & Co., Inc.(Mendota Heights, MN, USA)사에서, Tocotrienol isomers는 Calbiochem (Calbiochem-Novabiochem Co., San Diego, CA)사 제품을 구입하였다.

2. 일반성분

홍화종실의 일반성분은 AOAC 법(1995)에 따라 수분, 조단백질, 조회분, 조지방, 조섬유 등을 측정하였다. 즉, 105°C 상압가열 건조법으로 수분함량을 측정하였고, 조지방은 Soxhlet 추출법으로, 건식회화법으로 조회분을 조사하였다. 조단백질은 Kelltec Auto Analyzer(Tecator Co., Roeganaes, Sweden)를 이용하여 Semimicro Kjeldahl방법으로 측정하였고, 조섬유는 Fibertec System M-1020(Tecator Co., Roeganaes, Sweden)을 이용하여 Hemmeberg Stohmann을 개량한 AOAC(1995)법으로 측정하였으며, 가용성 무질소물은 전술한 성분들의 양을 차감한 값으로 계산하였다.

3. 아미노산 조성

아미노산은 Heinrikson RL & Meredith SC(1984)의 방법에 따라 측정하였다. 즉, 홍화씨 분말 1 g을 칭량하여 ampule에 넣은 다음 6 N HCl 15 mL를 첨가한 후 150°C 건조오븐에서 가수분해를 1시간 동안 냉각시킨 다음 방냉하여 가수분해액을 50 mL 정용플라스크에 정용한 후 Whatman No 2 여과지

로 여과하여 사용하였다. 이용액 2 mL를 25 mL로 희석한 후 $0.45\ \mu\text{m}$ membrane filter(Millipore Co., USA)로 여과한 다음, AccQ · Fluor™ reagent kit(Waters, USA)를 이용하여 AccQ · Tag법(1993)에 따라 형광성 유도체를 만들어 아미노산 조성을 측정하였다.

즉, 여과한 유리 아미노산 시료 10 μL 를 취하여 시료 튜브에 옮긴 후 AccQ · Fluor Reagent Kit 제 1용액(borate buffer) 70 μL 를 가하여 vortex mixer로 잘 섞은 후, 미리 55°C 에서 반응시킨 제 2A 용액(6-aminoquinolylo-N-hydroxy succinimidyl carbamate(AQC)) 10 μL 를 넣어 vortex mixer로 혼합하였다. 이를 실온에서 1분간 방치한 후 55°C 에서 10분간 유도체화시킨 다음 측정하였다. 분석에 사용한 아미노산 표준물질은 Sigma Chemical Co.(St. Louis, MO, USA)에서 구입하였고, 컬럼은 Nova-pak column(Waters Co., Taunton MS, USA)을 사용하였으며, 검출기(Waters Co., Taunton MS, USA)는 fluorescence detector(λ_{ex} : 250 nm, λ_{em} : 395 nm)를 사용하였다.

4. 무기질 조성

AOAC 방법(1995)에 따라 고주파플라즈마법(Inductively Coupled Plasma, Horiva Jobin Yvon Co., Longjumeau, France)으로 홍화씨 분말의 무기질 9종의 함량을 측정하였다. 회분도가니에 시료 4 g을 칭량하여 500°C 에서 건식회화한 다음, 10망울의 탈이온수를 가하여 적신 후, 3~4 mL의 HNO_3 용액($\text{HNO}_3:\text{H}_2\text{O}=1:1$)을 첨가한 다음 $100\sim 120^{\circ}\text{C}$ 를 유지하는 hot plate에서 증발, 건조하였다.

5. 유리당 조성

유리당의 조성은 diethyl ether로 탈지한 시료 10 g에 70% ethanol 100 mL를 가하여 80°C water bath에서 2시간 환류냉각 추출하여 측정하는 Wilson AM & Work TM의 방법(1981)에 따라 분석하였다. Whatman No. 1로 여과한 추출액을 40°C 이하에서 감압농축한 다음, 10 mL 정용플라스크에 증류수로 정용하여 사용하였다. 활성탄 칼럼에 이 액을 통과시켜 색을 제거한 후, 여과한 다음 Sepak C18(Waters Co., Taunton MS, USA)로 용출시킨 용출액을 $0.45\ \mu\text{m}$ membrane filter로 여과하여 HPLC로 측정하였다. HPLC는 Jasco PU-980(Jasco Co., Tokyo, Japan)를 사용하였고, Column은 Waters Carbohydrate analysis column($125\ \text{\AA}$, $3.9\times 300\ \text{mm}$)을, detector는 RI-930(Jasco, Tokyo, Japan)을 사용하였다.

6. 비타민 C

비타민 C 함량은 산화형과 환원형의 ascorbic acid를 측정하는 Ikegaya K 등(1990)의 방법에 따라 측정하였다. 산화형 ascorbic acid는 2% 메타인산 용액 50 mL를 홍화 분말 5 g에

가한 후 실온에서 30분간 추출하여 여과한 후 사용하였다. 이 여액을 0.45 μm membrane filter(Millex-LCR 13 mm, PIFE, Millipore Co, Bedford, MS, USA)로 여과한 후 HPLC(Jasco Co., Tokyo, Japan)로 분석하였다. 환원형 ascorbic acid는 위의 여과액 5 mL에 Dithiothreitol 용액(Dithiothreitol 200 mg을 0.066M KH_2PO_4 28 mL와 0.066M Na_2HPO_4 12 mL에 용해) 1 mL와 중화제(NaOH 2.86 g, KH_2PO_4 3.27 g, $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 5.73 g을 100 mL 증류수에 용해) 1 mL를 혼합하여 15분간 실온에서 방치한 후 0.45 μm membrane filter(Millex LCR 13 mm, PIFE, Millipore Co, Bedford, MS, USA) 로 여과하여 측정하였다. HPLC는 Jasco PU-980(Jasco Co., Tokyo, Japan)를 사용하였고, Column은 ODS-SIL(TSKgel-120A : 10 μm), detector (Waters Co., Taunton MS, USA)는 fluorescence detector(λ_{ex} : 242 nm, λ_{em} : 395 nm)를 사용하였다.

7. 토코페롤

Lee YC 등(2004)의 방법에 따라 분석하였다. 즉, 120 mL 둥근 바닥 플라스크에 홍화유 1 g과 5% pyrogallol alcohol 용액 4 mL를 끓임쪽과 함께 넣고 환류냉각기를 장치하고 가열 교반기에서 가열하였다. 혼합물이 끓기 시작할 때 환류냉각관을 분리하고, 50% KOH 용액 1 mL를 넣은 다음 5분간 검화를 진행하였다. 검화 후에 플라스크를 ice bath에 넣어서 냉각한 후, 증류수와 diethyl ether 20 mL를 첨가하였다. 이 혼합액을 250 mL 분액 깔때기에 옮긴 후에 30 mL의 diethyl ether로 2회 추출하였다. Diethyl ether층은 증류수 20 mL로 3회 세척하고, 무수황산나트륨으로 탈수한 후 여과하여 30°C에서 진공농축기로 농축하였다. 탈수 후 여과하여 30°C에서 농축하였다. 남은 시료는 10 mL의 n-hexane으로 희석하고 Milipore 0.45 μm FH membrane으로 여과하여 HPLC로 분석하였다. HPLC는 Jasco PU-1580(Jasco Co., Tokyo, Japan)를 사용하였으며, 컬럼은 Lichrospher Si-60 column(250 \times 4.6 mm i.d.;Merck

Co.), 검출기는 fluorescence detector(FP-1520; JASCO, (λ_{ex} : 298 nm, λ_{em} : 325 nm))를 사용하였다.

8. 카로틴

홍화씨 분말 3 g과 30 mL hexane, 20 mL acetone, 0.05 g MgCO_3 를 100 mL 비이커에 취해 밀봉한 후 10분 동안 교반시켰다. 교반 후 감압여과(Whatman No 42)하고, 여과 잔사는 12.5 mL acetone으로 2회, 12.5 mL hexane으로 1회 재추출하여 감압여과하였다. 추출액과 재추출액을 분액 여두에 넣고 50 mL H_2O 로 5회 세척하여 아세톤을 제거하였다. 상층부를 acetone 4.5 mL가 들어있는 50 mL 정용 플라스크에 옮겨 hexane으로 정용하고 436 nm에서 흡광도를 측정하였다(AOAC 1995).

9. 지방산 분석

산지별 홍화 종실에서 유지는 Soxhlet법을 사용하는 AOAC (1995) 방법에 따라 추출하였다. 지방산 에스테르화는 AOCS 법(1990)에 따라 진행하였으며, hexane으로 지방산 메틸 에스테르를 추출하였다. 상기 추출물을 GC에 주입하여 분석하였다. GC는 Varian 3800 (Varian 3800 (Varian Inc., Walnut Creek, CA)을 사용하였으며, Column은 Supelcowax 10 fused-silica capillary column (30 m \times 0.32 mm i.d.; Supelco, Bellefonte, PA)을 사용하였다.

10. 통계처리

통계처리 실험 결과는 ANOVA test를 이용하였고, $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test로 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 일반성분

국내 산지별 홍화 종실의 일반성분은 Table 1에 나타내었

Table 1. Proximate compositions of safflower seeds by each area of cultivation

(μunit : %)

| Samples | Moisture | Crude fiber | Crude fat | Crude ash | Crude protein | N-free extract |
|-----------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------|-----------------------------|
| Hamyang | 8.1 \pm 0.1 ^{1)a} | 41.8 \pm 0.5 ^b | 16.8 \pm 0.0 ^c | 2.9 \pm 0.0 ^{bc} | 16.5 \pm 0.2 | 13.9 \pm 0.2 ^b |
| Mungyong | 6.5 \pm 0.0 ^c | 39.2 \pm 0.3 ^c | 24.4 \pm 0.2 ^a | 2.9 \pm 0.1 ^{bc} | 19.1 \pm 0.2 | 7.9 \pm 0.1 ^d |
| Sangju | 7.5 \pm 0.1 ^b | 43.4 \pm 0.1 ^a | 16.7 \pm 0.3 ^c | 3.3 \pm 0.1 ^a | 18.2 \pm 0.9 | 10.9 \pm 0.4 ^c |
| Sancheong | 6.5 \pm 0.0 ^c | 38.5 \pm 0.4 ^c | 18.5 \pm 0.0 ^d | 2.8 \pm 0.1 ^c | 16.6 \pm 0.1 | 17.1 \pm 0.3 ^a |
| Uiseong | 4.8 \pm 0.3 ^d | 42.7 \pm 0.3 ^{ab} | 16.6 \pm 0.2 ^c | 3.0 \pm 0.1 ^b | 18.3 \pm 0.3 | 14.6 \pm 0.3 ^b |
| Hwasun | 7.9 \pm 0.1 ^a | 41.2 \pm 0.1 ^b | 18.8 \pm 0.4 ^c | 2.8 \pm 0.1 ^c | 19.5 \pm 0.2 | 9.8 \pm 0.3 ^c |
| Chilgok | 6.9 \pm 0.0 ^c | 42.8 \pm 0.3 ^{ab} | 19.2 \pm 0.1 ^b | 2.7 \pm 0.4 ^d | 17.8 \pm 0.2 | 10.6 \pm 0.2 ^c |
| Jecheon | 7.8 \pm 0.0 ^a | 41.1 \pm 0.9 ^b | 18.9 \pm 0.1 ^c | 2.8 \pm 0.3 ^c | 17.0 \pm 0.5 | 12.4 \pm 0.4 ^b |

¹⁾ Means of triplicated measurements (Means \pm SD).

Means with the different letters in an column are significantly different (Duncan's multiple range test, $p=0.05$).

다. 수분함량은 함양산은 $8.1 \pm 0.1\%$ 로 유의적으로 가장 높은 함량을 보였으며, 다음으로는 화순산과 제천산이 각각 $7.9 \pm 0.1\%$ 와 $7.8 \pm 0.0\%$ 로 높았다. 다음으로 상주산 $7.5 \pm 0.1\%$, 칠곡산 $6.9 \pm 0.0\%$, 문경산과 산청산이 $6.5 \pm 0.0\%$ 와 $6.5 \pm 0.0\%$, 의성산 $4.8 \pm 0.3\%$ 이었다.

수분 함량은 Kim JH 등(1999)이 경북 의성 소재의 홍화 종실의 수분함량 8.73% , Noh & Park(1992)이 강원도 원주 소재 홍화 종실의 수분함량 7.2% , Latha 등(1964)이 보고한 5.3% 과 유사한 결과를 보였다. 조단백질 함량은 대체로 $16.5 \pm 0.2 \sim 19.5 \pm 0.2\%$ 로 산지별 간에 유의적인 차이($p < 0.05$)가 없었으며, Kim JH 등(1999)이 경북 의성군에서 재배한 홍화 종실의 조단백질 함량은 19.74% , Noh & Park(1992)이 강원도 원주에서 재배한 홍화 종실의 조단백질 함량은 18.2% , Spenevello 등(1975)이 보고한 16.4% , Salazar Zazueta 등(1989)이 보고한 17.3% 와 유사한 결과를 보였다. 조회분 함량은 상주산 홍화 종실이 $3.3 \pm 0.1\%$ 로 가장 높았으며, 다음으로는 의성산이 $3.0 \pm 0.1\%$ 이었다. 반면, 칠곡산 홍화 종실은 $2.7 \pm 0.4\%$ 로 가장 낮은 함량을 보였고, 이 밖의 산지별 간에는 유의적인 차이가 없었다. 산지별 홍화 종실의 조회분 함량은 Kim JH 등(1999)이 경북 의성산 홍화 종실의 조회분 함량 3.78% 와 Spenevello 등(1975)이 보고한 2.68% , Salazar Zazueta & Price (1989)이 보고한 2.68% 와 유사한 결과를 보였으나, Noh & Park(1992)이 강원도 원주산 홍화 종실의 조회분함량 5.3% 와는 차이를 나타내었다. 조섬유 함량은 $41.1 \pm 0.9 \sim 43.4 \pm 0.1\%$ 로 산지별 간에 유의적으로 차이를 나타내지 않았으나, 문경산과 산청산 홍화 종실은 39.2 ± 0.3 과 $38.5 \pm 0.4\%$ 로 유의적으로 낮은 함량을 나타내었다. 본 실험 결과는 Kim SK 등(2000)이 경북 의성산 홍화 종실의 조섬유 함량 14.53% , Spenevello 등(1975)이 보고한 21.94% , Salazar Zazueta & Price (1989)이 보고한 조섬유 함량 21.70% 와는 큰 차이를 보였다. 이러한 함량 차이는 홍화 종실에서 겉껍질이 차지하는 비율에 따른 차이로 사료된다. 즉, Spenevello 등(1975)이 겉껍질과 kernel의 조섬유 함량을 각각 61.6% , 3.7% 와 49.38% , 2.74% 로 보고하였다. 이는 조섬유가 대부분 겉껍질에 존재하며, kernel에서 겉껍질의 함량이 높을 때 조섬유 함량이 높은 것으로 사료된다. 조지방은 문경산 홍화 종실이 $24.4 \pm 0.2\%$ 로 유의적으로 가장 높은 함량을 나타냈으며, 나머지 홍화 종실의 조지방 함량은 $16.6 \pm 0.2 \sim 19.2 \pm 0.1\%$ 로 산지별로 유의적인 차이를 보였다. 본 실험 결과는 Kim JH 등(1999)이 경북 의성산 홍화 종실의 조지방 함량 19.74% , Noh & Park(1992)이 강원도 원주산 홍화 종실의 조지방 함량 34.8% , Salazar Zazueta & Price (1989)이 보고한 39.80% , Spenevello DE 등(1975)이 보고한 44.23% 와 큰 차이를 보이고 있다. 이러한 차이는 조지방의 경우 재배

조건과 특성에 따라 차이를 보이는 것으로 사료된다. 국내산 지별 홍화 종실의 겉껍질과 kernel의 함량은 Table 2에서처럼 국내산지별 홍화 종실의 겉껍질과 kernel의 비율은 약 1:1이었으며, Choi 등(2011)은 성숙한 홍화씨는 33~60%의 껍질과 40~67%의 낱알로 이루어져 있다고 하였다.

2. 아미노산 조성

국내 산지별 홍화 종실의 아미노산 조성은 Table 3에 나타내었다. 산지별 홍화 종실에 함유된 아미노산은 모두 17종이었으며, 필수 아미노산인 leusine, lysine, valine 등 함량은 $2,970.6 \sim 3,693.2 \text{ mg}\%$ 로 전체 아미노산의 $27.0 \sim 29.2\%$ 를 차지하였다. 이 중 valine과 leusine이 각각 $604.3 \sim 789.9 \text{ mg}\%$, $731.1 \sim 883.8 \text{ mg}\%$ 로 높게 나타났다. 이는 Latha 등(1964)이 홍화 종실의 필수 아미노산 함량은 전체 아미노산의 30.8% 를 차지하며, 이 중 valine과 leucine이 각각 $1,057.9 \text{ mg}\%$, $1,013.2 \text{ mg}\%$ 로 함량이 높다는 결과와 유사하였다. 총 아미노산 함량은 $10,668.7 \sim 12,873.0 \text{ mg}\%$ 로 산지별 유의적인 차이($P < 0.05$)가 없었으며, 전반적으로 glutamic acid, aspartic acid, arginine이 각각 $2,587.4 \sim 3,143.5 \text{ mg}\%$, $1,315.8 \sim 1,654.8 \text{ mg}\%$, $1,171.9 \sim 1,484.2 \text{ mg}\%$ 로 비교적 높았다. 산지별로 살펴보면 화순산 홍화 종실의 methionine은 $117.2 \text{ mg}\%$ 로 유의적으로 가장 높았고, 제천산 홍화 종실은 histidine $296.0 \text{ mg}\%$ 와 lysine $339.8 \text{ mg}\%$ 로 다른 산지의 홍화 종실보다 유의적으로 낮은 함량을 보였다. 나머지 아미노산 조성은 산지별로 유의적 차이가 없었으며, cystein은 미량 존재하였다.

3. 무기질 조성

산지별 홍화 종실의 무기질 함량은 Table 4와 같다. 산지별 홍화 종실의 총 무기질 함량은 $2,134.3 \sim 2,694.6 \text{ mg}\%$ 로 Na, Al, Cu, Ca, Fe, Zn, K, Mg, P 등이 함유하였고, 주요 무기질은 K, P, Ca, Mg 등으로 각각 $611.6 \sim 886.3 \text{ mg}\%$, $501.5 \sim 596.7 \text{ mg}\%$, $208.5 \sim 641.2 \text{ mg}\%$, $530.6 \sim 639.5 \text{ mg}\%$ 로 높은 비중을 차

Table 2. The hull and kernel's composition of safflower seeds by each area of cultivation (unit: %, dry basis)

| | Hull | Kernel |
|-----------|------|--------|
| Hamyang | 50.0 | 50.0 |
| Mungyong | 50.1 | 49.9 |
| Sangju | 50.6 | 49.4 |
| Sancheong | 50.4 | 49.6 |
| Uiseong | 50.2 | 49.8 |
| Hwasun | 50.1 | 49.9 |
| Chilgok | 50.6 | 49.4 |
| Jecheon | 50.2 | 49.8 |

Table 3. Contents of total-amino acids in a safflower seed by each area of cultivation (unit: mg/100 g seed, dry basis)

| | Hamyang | Mungyong | Sangju | Sancheong | Uiseong | Hwasun | Chilgok | Jecheon |
|-------------------|---------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Asp | 1,524.5±5.8 ²⁾ | 1,464.5±3.8 | 1,384.0±7.9 | 1,516.3±4.1 | 1,521.0±6.1 | 1,654.8±4.7 | 1,463.2±7.2 | 1,315.8±5.8 |
| Ser | 421.1±2.1 | 524.2±1.5 | 469.0±1.1 | 435.7±2.3 | 467.0±3.1 | 511.2±2.9 | 509.2±3.2 | 427.9±2.4 |
| Glu | 2,732.0±4.6 | 3,078.3±5.3 | 2,651.3±3.8 | 2,808.1±6.4 | 2,908.6±4.6 | 3,143.5±4.6 | 2,853.2±2.3 | 2,587.4±5.2 |
| Gly | 739.6±4.2 | 811.9±2.5 | 719.1±5.7 | 789.9±3.3 | 795.7±2.8 | 828.5±5.7 | 808.1±3.3 | 699.6±1.5 |
| His | 337.3±2.4 ^b | 395.9±1.2 ^a | 335.2±3.8 ^b | 367.0±6.3 ^b | 362.2±2.1 ^b | 359.5±3.5 ^b | 358.9±2.9 ^b | 296.0±2.5 ^c |
| Thr | 356.8±1.2 | 417.4±2.5 | 371.9±2.7 | 369.2±3.4 | 387.9±1.7 | 399.0±2.8 | 398.6±2.3 | 344.9±2.6 |
| Arg | 1,296.3±3.6 | 1,348.8±7.2 | 1,246.7±5.5 | 1,337.7±6.9 | 1,328.1±4.5 | 1,484.2±6.8 | 1,325.1±7.9 | 1,171.9±2.6 |
| Ala | 510.5±2.7 | 603.2±2.1 | 536.0±2.8 | 537.8±3.7 | 537.9±2.7 | 575.6±2.5 | 585.9±4.3 | 479.2±1.7 |
| Pro | 510.8±2.2 | 635.3±1.5 | 534.5±2.2 | 553.8±3.1 | 556.1±2.8 | 584.0±3.5 | 566.3±2.3 | 497.3±2.8 |
| Cys | trace | trace | trace | trace | trace | trace | trace | trace |
| Tyr | 224.1±0.7 | 290.5±4.1 ^a | 206.5±3.3 | 239.4±4.7 | 229.6±5.3 | 253.6±3.8 | 251.9±2.1 | 223.2±1.6 |
| Val | 660.1±3.5 | 789.9±3.8 | 701.9±1.5 | 699.4±1.1 | 683.2±1.3 | 693.0±2.4 | 755.8±3.5 | 604.3±3.2 |
| Met | 30.2±1.1 ^c | 42.3±0.3 ^c | 41.3±0.8 ^c | 38.2±1.3 ^c | 87.8±1.5 ^b | 117.2±7.3 ^a | 29.5±1.5 ^c | 31.0±0.8 ^c |
| Lys | 400.9±3.0 ^a | 402.7±1.5 ^a | 394.8±2.2 ^a | 414.5±1.4 ^a | 429.9±3.5 ^a | 410.0±3.2 ^a | 434.2±3.6 ^a | 339.8±1.5 ^b |
| Isoleu | 459.4±1.1 | 546.9±2.3 | 483.6±5.8 | 481.5±3.4 | 473.5±3.2 | 482.4±2.3 | 525.0±6.1 | 427.8±2.0 |
| Leu | 751.8±4.7 | 883.8±1.5 | 795.4±4.6 | 781.5±3.5 | 787.7±2.2 | 824.7±1.1 | 858.5±4.2 | 731.1±3.1 |
| Phe | 513.0±4.1 | 610.2±2.7 | 536.7±2.4 | 540.0±2.1 | 538.7±1.7 | 552.0±2.2 | 582.1±3.0 | 491.7±1.2 |
| Total | 11,468.6±2.8 | 12,846.0±2.6 | 11,407.9±3.3 | 11,910.1±3.4 | 12,094.9±2.9 | 12,873.0±3.5 | 12,305.6±3.5 | 10,668.7±2.4 |
| E.A ¹⁾ | 3,172.2 | 3,693.2 | 3,325.6 | 3,324.3 | 3,388.7 | 3,478.3 | 3,583.7 | 2,970.6 |

¹⁾ E.A: Essential amino acid.

²⁾ Means of triplicated measurements (Means±SD).

Means with the different letters in a row are significantly different (Duncan's multiple range test, $p=0.05$).

Table 4. Content of minerals in a safflower seed by each area of cultivation (unit : mg/100 g seed, dry basis)

| | Hamyang | Mungyong | Sangju | Sancheong | Uiseong | Hwasun | Chilgok | Jecheon |
|-------|--------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| Na | 24.3±1.1 ^{1)bc} | 48.9±0.1 ^a | 25.2±0.0 ^{bc} | 49.5±1.1 ^a | 37.4±1.0 ^b | 34.6±0.4 ^b | 30.5±0.3 ^b | 19.7±0.3 ^c |
| Al | 1.6±0.0 | 2.3±0.0 | 2.4±0.0 | 2.9±0.0 | 1.7±0.0 | 2.5±0.0 | 2.6±0.1 | 2.4±0.1 |
| Cu | 1.6±0.0 ^{ab} | 1.7±0.0 ^a | 1.5±0.0 ^{ab} | 1.0±0.0 ^c | 1.5±0.0 ^b | 0.7±0.0 ^d | 1.4±0.0 ^b | 1.5±0.0 ^b |
| Ca | 208.5±1.1 ^d | 431.1±2.1 ^c | 450.9±1.1 ^b | 440.0±1.1 ^c | 641.2±2.1 ^a | 454.4±1.1 ^b | 429.8±3.0 ^c | 628.1±2.9 ^a |
| Fe | 5.6±0.0 | 7.2±0.0 | 6.5±0.1 | 5.4±0.0 | 7.8±0.1 | 5.4±0.1 | 5.7±0.1 | 6.9±0.0 |
| Zn | 4.8±0.0 ^d | 9.4±0.0 ^a | 5.4±0.0 ^c | 4.2±0.0 ^e | 6.7±0.1 ^b | 6.0±0.0 ^c | 5.2±1.0 ^c | 5.2±0.1 ^c |
| K | 706.5±3.4 ^d | 678.8±3.7 ^c | 886.3±2.7 ^a | 729.5±3.4 ^c | 882.0±3.8 ^a | 750.0±1.5 ^b | 744.6±3.4 ^b | 611.6±2.5 ^f |
| Mg | 584.8±4.1 ^b | 639.5±2.1 ^a | 603.5±5.2 ^a | 530.6±2.2 ^c | 578.2±2.0 ^b | 586.5±2.00 ^b | 569.1±3.1 ^b | 597.7±2.8 ^b |
| P | 596.6±3.0 | 581.8±2.0 | 558.4±2.2 | 535.1±2.6 | 538.1±2.7 | 596.7±2.4 | 539.9±1.0 | 501.5±4.1 |
| Total | 2,134.3±1.4 | 2,400.7±1.1 | 2,540.1±1.3 | 2,298.2±1.2 | 2,694.6±1.3 | 2,436.8±0.8 | 2,328.8±1.3 | 2,374.6±1.4 |

¹⁾ Means of triplicated measurements (Means±SD).

Means with the different letters in a row are significantly different (Duncan's multiple range test, $p=0.05$).

지하였다. 이는 Kim JH 등(1999)이 경북 의성산 홍화 종실에 존재하는 주요 무기질은 K, P, Ca, Mg 등으로 각각 565 mg%, 576 mg%, 208 mg%, 17.2 mg%였다고 보고한 것과는 다소 함량 차이를 보였으나, 같은 경향을 보였다.

각 산지에 따른 Al, Fe, P는 유의적인 차이가 없었으나, Na는 문경산과 산청산 홍화 종실이 각각 48.9 mg%, 49.5 mg%으로 다른 산지의 홍화 종실보다 유의적으로 높았다. Cu는 산청산이 다른 산지의 홍화 종실보다 유의적으로 낮았으며, 화순산이 0.7 mg%로 유의적으로 가장 낮은 함량을 나타내었다. Ca은 의성산과 제천산이 가장 높은 함량을 보였으며, 각각 641.2 mg%와 628.1 mg%로, 가장 낮은 함양산보다 약 3배 높았다. Zn은 문경산이 9.4 mg%로 가장 높은 함량을 보였으며, 가장 낮은 함량인 산청산보다 2배 정도 높았다. K과 Mg은 산지별로 유의적 차이를 보였으나, 큰 차이가 없었다.

4. 유리당 조성

산지에 따른 홍화 종실의 유리당 조성 및 함량은 Table 5에 나타내었다. 홍화 종실에는 raffinose, sucrose, glucose, fructose 등이 존재하였다. 분리 확인된 유리당에서 sucrose와 raffinose가 주요 유리당이었으며, 각각 469.2~649.9 mg%와 423.8~991.7 mg% 함유되어 있었다. Fructose와 glucose의 함량은 각각 0.3~1.8 mg%, 16.1~83.0 mg%이었다. 이러한 결과는 Kim JH 등(1999)이 경북 의성산 홍화 종실에 존재하는 주요 유리당은 sucrose와 raffinose로 각각 216.5 mg%와 117.5 mg% 함유하고 있다고 보고하여 다소 함량 차이를 보였으나, 본 실험과 같은 경향을 나타내었다. 산지별로 sucrose와 fructose의 함량은 유의적인 차이가 없었으며, raffinose는 의성산이 991.7±8.2 mg%로 가장 높은 함량을 보였으며, 문경산과 제천산이 423.8±0.0 mg%와 445.1±95.6 mg%로 유의적으로 가장 낮은 함량을 보였다. Glucose의 경우는 제천산이 83.0±12.2 mg%로 유의적으로 가장 높은 함량을 나타내었다. 의성산은

16.1±0.7 mg%로 유의적으로 가장 낮은 함량을 나타내었다. 품종 및 재배지역에 따른 과채류와 과실류의 유리당 함량을 비교 분석한 Ha TM 등(2019)의 연구 결과에서 과채류와 과실류는 같은 품종에서도 유리당 함량은 차이가 있으며, 이러한 차이는 수확 시기 및 재배 지역 차이에 기인한 것으로 사료된다고 하여 홍화 종실도 이와 유사한 경향을 보였다.

5. 비타민류

산지별 홍화 종실의 vitamin C와 tocopherols를 HPLC로 분석한 결과와 carotenes를 UV/Vis spectrophotometer로 분석한 결과는 Table 6과 같다. 산지별 홍화 종실에는 2종의 tocopherol isomers와 3종의 tocotrienol isomers가 검출되었다. 즉, α -tocopherol, γ -tocopherol과 α -tocotrienol, β -tocotrienol, γ -tocotrienol이 검출되었으며, 각각 0.12~3.82 mg%, 0.04~0.22 mg%, 0.04~0.12 mg%, 0.02~0.11 mg%, 0.03~0.10 mg%를 함유하였다. 그러나 β -tocopherol과 δ -tocopherol 및 δ -tocotrienol은 검출되지 않았다. 홍화 종실에 α -tocopherol 함량이 10.5 mg% 존재한다고 보고한 Kim JH 등(1999)의 결과와는 다소 차이를 보였다. Vitamin C 함량은 0.43 mg%~3.39 mg%를 함유하였다. 함양산 홍화 종실이 3.39 mg%로 가장 높은 함량을 보였으며, 다음으로 화순산, 제천산, 칠곡산과 의성산, 상주산 순으로 높았다. 산청산은 0.43 mg%로 가장 낮은 함량을 보였다. 산청산과 의성산 홍화 종실의 carotenes 함량은 각각 0.22 mg%, 0.21 mg%로 높은 함량을 나타내었다. 홍화의 발아 과정 중에 vitamin C 함량을 조사한 Shirvani A(2016) 등은 발아 초기 vitamin C 함량은 4.22 mg%에서 7.04 mg%로 급격히 증가하며, 이후 차이가 없다고 하였다.

6. 지방산 분석

각 산지별 홍화 종실의 지방산 조성은 Table 7에 나타내었다. 홍화 종실의 지방산 조성은 산지별 유사한 경향을 보였

Table 5. Contents of free-sugars in a safflower seed by each area of cultivation

(unit: mg/100 g seed, dry basis)

| | Fructose | Glucose | Sucrose | Raffinose | Total |
|-----------|----------|------------------------|------------|-------------------------|---------|
| Hamyang | 0.8±0.0 | 31.9±0.7 ^d | 571.4±0.7 | 689.5±15.3 ^c | 1,293.6 |
| Mungyong | 0.3±0.0 | - | 469.2±3.00 | 423.8±0.0 ^d | 893.3 |
| Sangju | 1.0±0.0 | 62.5±0.3 ^b | 544.5±10.7 | 700.4±7.8 ^c | 1,308.4 |
| Sancheong | 1.8±0.7 | 65.1±4.6 ^b | 528.7±0.7 | 625.3±6.5 ^c | 1,220.9 |
| Uiseong | 0.7±0.0 | 16.1±0.7 ^c | 649.9±4.4 | 991.7±8.2 ^a | 1,658.4 |
| Hwasun | 1.8±0.1 | 44.1±0.1 ^c | 542.4±0.8 | 713.0±1.8 ^c | 1,301.3 |
| Chilgok | 0.9±0.1 | 59.3±1.0 ^b | 545.2±4.8 | 770.6±4.7 | 1,376.0 |
| Jecheon | 0.9±0.1 | 83.0±12.2 ^a | 494.6±13.5 | 445.1±8.6 ^d | 1,023.6 |

¹⁾ Means of triplicated measurements (Means±SD).

Means with the different letters in an column are significantly different (Duncan's multiple range test, $p=0.05$).

Table 6. Contents of vitamins in a safflower seed by each area of cultivation

(unit: mg/100 g seed, dry base)

| Sample | α -T | γ -T | α -T3 | β -T3 | γ -T3 | T.T ¹⁾ | Vitamin C | Carotenes |
|-----------|-------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------------|-----------|-----------|
| Hamyang | 1.16±0.00 | 0.22±0.00 | 0.04±0.00 | 0.11±0.01 | 0.06±0.00 | 1.58±0.01 | 3.39±0.11 | 0.18±0.00 |
| Mungyong | 0.34±0.01 | 0.14±0.01 | 0.12±0.01 | 0.04±0.00 | 0.10±0.00 | 0.73±0.04 | - | 0.15±0.00 |
| Sangju | 0.25±0.00 | 0.10±0.01 | 0.08±0.00 | 0.04±0.01 | 0.03±0.01 | 0.50±0.03 | 0.58±0.01 | 0.16±0.00 |
| Sancheong | 0.14±0.00 | 0.14±0.01 | 0.06±0.00 | 0.05±0.01 | 0.05±0.01 | 0.43±0.02 | 0.43±0.00 | 0.22±0.00 |
| Uiseng | 0.14±0.00 | 0.12±0.01 | 0.04±0.01 | 0.05±0.01 | 0.06±0.00 | 0.41±0.01 | 0.95±0.04 | 0.21±0.03 |
| Hwasun | 3.82±0.01 | 0.20±0.01 | 0.05±0.00 | 0.11±0.01 | 0.05±0.00 | 4.24±0.13 | 2.40±0.02 | 0.17±0.00 |
| Chilgok | 0.12±0.00 | 0.04±0.01 | 0.10±0.01 | 0.02±0.01 | 0.03±0.01 | 0.31±0.01 | 1.29±0.03 | 0.18±0.00 |
| Jecheon | 0.35±0.03 | 0.18±0.01 | 0.10±0.01 | 0.06±0.01 | 0.05±0.01 | 0.74±0.02 | 1.50±0.01 | 0.18±0.00 |

¹⁾ T.T: Total tocopherols.²⁾ Means of triplicated measurements (Means±SD).**Table 7. Fatty acid composition analysis of safflower sample**

| Sample | Fatty acid ethyl ester (%) | | | | |
|-----------|----------------------------|---------|----------|----------|---------|
| | C16:0 | C18:0 | C18:1 | C18:2 | C18:3 |
| Hamyang | 4.6±0.12 ¹⁾ | 2.1±0.0 | 12.3±0.2 | 80.7±1.4 | 0.2±0.0 |
| Mungyong | 4.8±0.1 | 1.9±0.0 | 13.7±0.5 | 79.5±2.7 | 0.1±0.0 |
| Sangju | 5.3±0.1 | 2.3±0.1 | 11.4±0.3 | 80.8±3.5 | 0.2±0.0 |
| Sancheong | 5.0±0.1 | 1.9±0.1 | 10.0±0.2 | 82.9±2.0 | 0.2±0.0 |
| Uiseng | 6.3±0.1 | 2.5±0.1 | 16.2±0.2 | 74.8±1.6 | 0.2±0.0 |
| Hwasun | 4.7±0.0 | 2.2±0.1 | 10.7±0.1 | 82.3±1.8 | 0.1±0.0 |
| Chilgok | 5.5±0.1 | 2.3±0.1 | 14.5±0.3 | 77.6±1.2 | 0.1±0.0 |
| Jecheon | 5.3±0.0 | 2.4±0.1 | 11.2±0.2 | 81.0±0.5 | 0.1±0.0 |

¹⁾ Means of triplicated measurements (Means±SD).

다. 즉, palmitic acid(16:0)와 stearic acid(18:0)와 같은 포화지방산과 oleic acid(18:1), linoleic acid(18:2), linolenic acid(18:3)와 같은 불포화지방산을 함유하였다. 홍화 종실의 주요 지방산은 linoleic acid로 74.8~82.9%를 차지하였다. 이러한 결과는 홍화유에 linoleic acid가 약 78% 존재한다는 Yang 등 (2018)의 결과와 홍화씨와 어린씨에 각각 78.2%와 80.1% 존재한다는 Choi 등(2011)의 보고와 유사하였다.

요약 및 결론

골절 및 골다공증 등 뼈 질환에 효과가 있으며, 심혈관계 질환, 발암, 노화를 억제하는 생리활성물질로 관심을 받고 있는 홍화 종실을 국내 산지별 채취하여 일반성분, 지방산, 아미노산, 무기질, 비타민류, 유리당 등의 성분을 비교하였다. 일반성분은 수분 4.8~8.1%, 조단백질 16.5~19.5%, 조지방 16.6~24.4% 조회분 2.7~3.3%, 조섬유 38.5~43.4%였다. 주요 아미노산으로는 glutamic acid, aspartic acid, arginine으로 각각 2,587.4~3,143.5 mg%, 1,315.8~1,654.8 mg%, 1,171.9~1,484.2

mg%였다. 주요 무기질은 K, P, Ca, Mg으로 각각 611.6~886.3 mg%, 501.5~596.7 mg%, 208.5~641.2 mg%, 530.6~639.5 mg% 존재하였다. 유리당은 raffinose, sucrose, glucose, fructose 등이 확인되었고, 그 중 sucrose와 raffinose가 각각 469.2~649.9 mg%, 423.8~991.7 mg%의 함량을 나타내었다. 주요 토코페롤로는 α -토코페롤이었으며, 0.14~3.82 mg% 함량을 보였다. Vitamin C 함량은 0.43 mg%~3.39 mg%를 함유하였다. 홍화 종실의 지방산 조성은 linoleic acid가 74.8~82.9%로 홍화 종실의 주요 지방산임을 보였다.

References

- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed. p.723. Association of Official Analytical Chemists
- AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. 16th ed. p.1110. Association of Official Analytical Chemists
- AOCS. 1990. AOCS Official Method Ce 2-66. pp.487-488. American Oil Chemists Society
- Bae KH. 2000. Korean Medicinal Plants. p.499. Kyoha Pub
- Choi CH, Kim HD, Im EB. 2011. Reviews of research trends on safflower seed (*Carthamus tinctorius* L.). *J Korean Med Class* 24:63-90
- Choi MS. 2000. The effects of safflower seed powder and its fraction on bone tissue in rib-fractured rats during the recovery. *J Nutr Health* 33:411-420
- Ha TM, Won SL, Seo JS, Kang HY, Lee DH, Kwon YH. 2019. Analysis of free sugars contents of fruit and fruit vegetables classified by cultivar and cultivation area. *Korean J Food Nutr* 32:321-327
- Heinrikson RL, Meredith SC. 1984. Amino acid analysis by reverse phase high performance liquid chromatography:

- Precolumn derivatization with phenylisocyanate. *Anal Chem* 136:65-74
- Ikegaya K, Takayanagi H, Anan T. 1990. Quantitative analysis of tea constituents. *Bull Natl Res Tea* 71:43-74
- Jeon SM, Kim JH, Lee HJ, Lee IK, Moon KD, Choi MS. 1998. The effects of Korean safflower (*Carthamus tinctorius* L.) seed powder supplementation diet on bone metabolism indices in rats during the recovery of rib fracture. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31:1049-1056
- Kee CH. 1993. The Pharmacology of Chinese Herbs. pp.249-250. CRC Press
- Kim JH, Jeon SM, An MY, Ku SK, Lee JH, Choi MS, Moon KD. 1998. Effects of diet of Korean safflower (*Carthamus tinctorius* L.) seed powder on bone tissue in rats during the recovery of rib fracture. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27: 698-704
- Kim JH, Jeon SM, Park YA, Choi MS, Moon KD. 1990. Effects of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) powder on lipid metabolism in high fat and high cholesterol-fed rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28:625-631
- 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
- Kim SK, Kim HJ, Jung BH, Cha JY, Cho YS. 2000. Properties of the chemical composition of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *J Life Sci* 10:431-435
- Latha TS, Prakash V. 1964. Studies on the proteins from safflower seed (*Carthamus tinctorius* L.). *J Agric Food Chem* 32:1412-1416
- Lee YC, Oh SW, Chang J, Kim IH. 2004. Chemical composition and oxidative stability of safflower oil prepared from safflower seed roasted with different temperatures. *Food Chem* 84:1-6
- Lee YR. 2006. An Illustrated Guide to Korean Flora. p.860. Kyoha Pub
- Noh WS, Park JS. 1992. Lipid composition of Korean safflower seeds. *J Korean Agric Chem Soc* 35:110-114
- Salazar Zazueta AJ, Price RL. 1989. Solubility and electrophoretic properties of processed safflower seed (*Carthamus tinctorius* L.) proteins. *J Agric Food Chem* 37:308-312
- SAS Institute Inc., 1996. SAS User's Guide Version 5. Cary, NC
- Shirvani A, Jafari M, Goli SAH, Soltani Tehrani N, Rahimmalek M. 2016. The changes in proximate composition, antioxidant activity and fatty acid profile of germinating safflower (*Carthamus tinctorius*) seed. *J Agric Sci Technol* 18:1967-1974
- Spanevello DE, Allis ME, Richards LV 1975. Factors influencing the extractability of safflower protein (*Carthamus tinctorius* L.). *J Food Sci* 40:1010-1013
- Waters. 1993. AccQ · Tag Amino Acid Analysis Column: Operator's Manual
- Wilson AM, Work TM, Bushway AA, Bushway RJ. 1981. HPLC determination of fructose, glucose and sucrose in potatoes. *J Food Sci* 46:300-301
- Yang R, Zhang L, Li P, Yu L, Mao J, Wang X. 2018. A review of chemical composition and nutritional properties of minor vegetable oils in China. *Trends Food Sci Tech* 74:26-32
- Yul SR, Shin SM. 2017. Effects of *Carthamus tinctorius* extract on adipogenic differentiation of mouse bone marrow-derived mesenchymal stromal stem cells. *J Int Korean Med* 38:1-9

Received 19 August, 2019

Revised 10 September, 2019

Accepted 24 September, 2019