

전처리조건이 홍화씨 추출물의 유효성분 함량에 미치는 영향

김준한 · 박준홍* · 김종국 · 이진만** · 문광덕***†

상주대학교 식품영양학과, *경북농업기술원 의성약초시험장
경북과학대학 약용식품과, *경북대학교 식품공학과

Effect of Pretreatment Conditions on Effective Components of Extracts from Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) Seed

Jun-Han Kim, Jun-Hong Park*, Jong-Kuk Kim, Jin-Man Lee** and Kwang-Deog Moon***†

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

*Uisong Medicinal Plant Experiment Station, Kyungpook Provincial A.T.A., Uisong 769-800, Korea

**Dept. of Herbs and Food Science, Kyongbuk Collage of Science, Chilgok 718-850, Korea

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

Abstract

In order to utilize safflower seed effectively as a food material, it was processed at the conditions including roasting temperature/time of 170°C/10 min to 210°C/30 min, ethanol concentration of 0 to 100% (V/V) and enzyme hydrolysis with α -amylase, β -amylase, amyloglucosidase and cellulase. Safflower seed extracts had the highest soluble solid content at the condition of 60% ethanol concentration, roasting at 190°C for 20 min and hydrolysis with amyloglucosidase. Total phenolic compounds increased with the ethanol concentration, showing the highest at the condition of 80% ethanol, roasting at 170°C for 30 min and hydrolysis with amyloglucosidase. High level total flavonoid was observed at the condition of 80% ethanol, roasting at 210°C for 30 min and hydrolysis with amyloglucosidase. Safflower seed had sucrose as major free sugar as well as xylose and arabinose as minor free sugars. Organic acids in safflower seed included oxalic, citric, malic and fumaric acid. Serotonin I (*N*-[2-(5-hydroxy-1*H*-indo-1-3-yl)ethyl]ferulamide) and serotonin II (*N*-[2-(5-hydroxy-1*H*-indol-3yl)ethyl]-*p*-coumaramide) as antioxidant compounds increased with ethanol concentration, showing the highest level at 60% ethanol. Acacetin content increased with temperature and roasting time, with a maximum of 69.47 mg% at 210°C for 30 min.

Key words: safflower seed, serotonin derivatives, acacetin, total phenolic compounds, total flavonoid

서 론

홍화(紅花, safflower, *Carthamus tinctorius* L.)는 국화과(Compositae)에 속하는 일년생 초본으로서 한국, 중국, 일본 등에서는 홍화꽃의 관상화를 그대로 혹은 황색색소를 제거하고 압착하여 판상으로 만들어 홍화(*Carthami Flos*)라 하여 한약재로 사용하여 왔고, 종실은 식물성유지로 이용되어 왔다(1,2). 또한 민간에서는 종실은 紅花子라 하여 파골, 접골, 파골시 골절연접의 효과가 있다고 하여 사용되어 왔고(3,4), 최근의 연구결과에서는 홍화씨가 골질환 치료에 놀랄 만큼 뛰어난 효과가 있음이 인정(5,6)되면서 그의 재배·생산 및 소비가 크게 증가하고 있다.

더불어 최근에는 홍화씨에 존재하는 리그난, 플라보노이드 및 세로토닌 성분이 골다공증 및 골절 등의 골질환 예방에 주된 생리활성물질로 작용하고 있음을 밝히는 연구들이 보고되고 있다(7-11). 또한 전통적으로 홍화꽃은 혈소판 응고

억제 및 출혈지연작용이 있고, 혈장 콜레스테롤과 중성지방 저하기능도 있어 한방에서는 통경약이나 어혈을 푸는 약재로 사용되어 왔다(12-14).

그러므로 홍화씨의 이러한 기능성과 영양성을 잘 살려 소비자의 기대에 부응하는 상품성 높은 식품재료로서 개발한다면 홍화씨의 소비를 통해 국민건강에 기여함은 물론 홍화씨 재배에도 활기를 부여하여 생산이 활성화되는 부수적인 효과도 기대할 수 있을 것이다. 그러나 현재 홍화씨의 이용 형태는 건조품으로 그대로 이용되거나 볶음처리 후 물로 끓여 먹거나 분쇄하여 분말형태로 타재료와 혼합하여 가공하거나 기타 가공식품의 부재료로 일부 이용되고 있는 실정(15)이나 홍화씨는 자체의 껍질이 단단하여 다양한 형태의 식품재료로서 이용이 제한적이라 할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 홍화씨를 기능성 및 기호성이 높은 기능성 건강식품의 식품재료로서의 이용성을 높이기 위한 기초적 연구를 수행하고자 전처리 조건을 다양하게 설정하

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

고, 그에 따른 홍화씨의 유효성분의 변화를 확인하며, 이의 적절한 추출방법 및 볶음조건 등을 확립하고, 추출용매의 농도 및 볶음온도와 시간, 효소가수분해 등의 전처리 조건에 따른 영양성분과 유효성분 등의 함량변화를 조사하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용된 홍화씨는 경북 의성군 소재 경북농업기술원 의성약초시험장에서 2000년도 8월에 재배, 수확된 국내산 홍화 청수품종을 시료로 사용하였다.

볶음처리

홍화씨를 정선, 선별하여 볶음온도 170°C, 190°C, 210°C에서 각각 볶음시간 10분, 20분, 30분으로 볶음처리하여 분쇄 후 분말시료 일정량에 80% ethanol 용액 10배량을 가하여 환류냉각기가 부착된 heating mantle에서 80°C, 2시간 반복추출 후 Whatman No. 5로 여과한 후 hexane으로 지질을 제거하고 100 mL로 정용하여 시료용액으로 사용하였다.

효소처리

실험에 사용한 효소인 α -amylase(pH 6.9, 20°C), β -amylase(pH 4.8, 20°C), amyloglucosidase(pH 4.5, 55°C), cellulase(pH 5.0, 37°C)는 Sigma Chemical Co.(St. Louis, USA)에서 구입하여 사용하였다. 효소용액은 증류수 1 mL 당 15 unit로 제조하여 시료량에 대하여 2배량으로 혼합하고 2시간 동안 가수분해시킨 후 8배량의 ethanol을 가하여 환류냉각기가 부착된 heating mantle에서 80°C, 2시간 반복추출 후 Whatman No. 5로 여과한 후 hexane으로 지질을 제거하고 100 mL로 정용한 것을 시료용액으로 사용하였다.

추출용매

분쇄분말시료 일정량에 추출용매로는 distilled water, 20% ethanol, 40% ethanol, 60% ethanol, 80% ethanol, 100% ethanol용액 10배량을 가하여 환류냉각기가 부착된 heating mantle에서 80°C, 2시간 반복 추출한 후 Whatman No. 5로 여과한 후 hexane으로 지질을 제거하고 100 mL로 정용한 것을 시료용액으로 사용하였다.

고형분 정량

시료의 전처리조건에 따른 고형분 함량은 일정량의 추출용액을 취하여 40°C에서 진공건조 후 함량을 시료함량에 대한 백분율로 나타내었다.

총페놀 및 총플라보노이드 측정

시료의 총페놀 함량은 페놀성물질이 phosphomolybdic acid와 반응하여 청색을 나타내는 것을 이용한 Folin-Denis법(7,16)으로 측정하였다. 즉 시료 추출용액 50 mL를 취하여 40°C에서 진공건조 후 80% ethanol용액 5 mL로 정용하였다. 이 시료액 3 mL와 Folin-Denis시약 3 mL를 혼합하여 3분간

실온에서 방치한 후 10% Na₂CO₃ 용액 3 mL를 가하여 혼합한 후 실온에서 1시간 정치시킨 후 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 표준검량곡선은 tannic acid를 이용하여 작성하였다.

총 flavonoid 함량은 전처리조건에 따른 시료 추출용액 10 mL를 취하여 40°C에서 진공건조 후 50% methanol용액 5 mL로 정용한 시료용액 1 mL와 diethylene glycol 10 mL를 혼합하고 여기에 1 N-NaOH용액 1 mL 가하여 잘 혼합한 후 37°C에서 1시간 반응시킨 후 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 표준검량곡선은 naringin을 이용하여 작성하였다(7,17).

유리당 정량

전처리조건에 따른 시료 추출용액 50 mL를 취하여 40°C에서 진공건조 후 증류수 5 mL로 정용한 시료용액 3 mL를 Sepak C₁₈를 통과시킨 후 0.45 μ m membrane filter로 여과한 후 HPLC 분석용 시료로 사용하였다. 분석조건으로 column은 carbohydrate column(4.6×250 mm)을 사용하였으며, column oven 온도는 35°C, 이동상은 80% acetonitrile(isocratic), 유속은 1.0 mL/min, 검출기는 RI detector(Model 410, Waters, USA)로 검출하였다.

유기산 정량

전처리조건에 따른 시료추출용액 5 mL를 취하여 Sepak C₁₈ cartridges 및 0.45 μ m membrane filter로 여과한 후 HPLC(Waters 510, Waters, USA)로 분석하였다. 분석조건은 column은 supelcogel C-610H(7.8×30 mm)을 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.

Serotonin 유도체 및 acacetin 정량

전처리조건에 따른 시료추출용액 50 mL를 취하여 40°C에서 진공건조 후 80% methanol용액 5 mL로 정용한 시료액 3 mL를 Sepak C₁₈ cartridges 및 0.45 μ m membrane filter로 여과한 후 HPLC(Waters 510, Waters, USA)로 분석하였다. 검출과장은 PDA detector(Model 996, Waters, USA)로 흡광도를 scanning한 후 최대 흡광과장으로 하였다. 분석조건으로는 column은 μ -Bondapak C₁₈(3.9×300 mm), 파장은 serotonin 유도체는 300 nm, acacetin은 330 nm에서 분석하였다. 이동상은 A 용매는 20% methanol용액(pH 3.0 with H₃PO₄), B 용매는 80% methanol용액으로 하여 농도기울기로 분석하였다. 표준물질 중 serotonin I (N-[2-(5-hydroxy-1H-indol-3-yl)ethyl] ferulamide)과 Serotonin II (N-[2-(5-hydroxy-1H-indol-3-yl)ethyl]-p-coumaramide)는 정제하여 사용하였고, acacetin은 Sigma Chemical Co.(St. Louis, USA)에서 구입하여 사용하였다(8,17-20).

Date 처리

본 연구의 모든 실험은 3회 반복 측정하여 분석하였고, 그

결과치는 평균값과 표준편차로 나타내었다.

결과 및 고찰

고형분 함량

전처리조건에 따른 홍화씨 추출물의 고형분 함량은 Fig. 1과 같이 ethanol 농도 60%에서 가장 높은 함량을 보였고, ethanol 농도가 증가함에 따라 전반적으로 증가하는 경향을 보였으며, 0%처리구에 비해 다소 많은 양의 고형분이 추출되어 나오는 경향이였다. 볶음 온도와 시간에 따른 홍화씨 추출액의 고형분 함량은 190°C에서 20분간 볶음처리구에서 가장 높은 함량은 보였고, 같은 온도에서는 볶음시간이 증가함에 따라 전반적인 감소 경향을 보였다. 효소처리 후 추출액의 고형분 함량은 전반적으로 무처리구에 비해 많은 양의 고형분이 추출되어 나왔으며, 특히 β-amylase 처리구와 amyloglucosidase 처리구에서 매우 높은 함량의 고형분이 추출되어 있음을 알 수 있었다. 이러한 결과는 볶음처리과정에서의 가열에 의한 홍화씨에 함유된 성분들의 열변성과 효소처리시 유효성분의 가수분해로 인한 추출효율의 증가에 따른 변화에 기인된 결과로 사료된다.

총페놀 및 총플라보노이드 함량

전처리 조건에 따른 홍화씨 추출물의 총페놀 함량과 총 flavonoid 함량은 Fig. 2와 같다. Ethanol의 농도가 증가함에 따라 큰 증가량을 보였고 ethanol 농도 80%에서 가장 높은 함량을 나타내었으며 이러한 결과는 Kim 등(7)의 홍화씨의 80% 메탄올용액으로 추출한 추출물의 총페놀함량이 수용

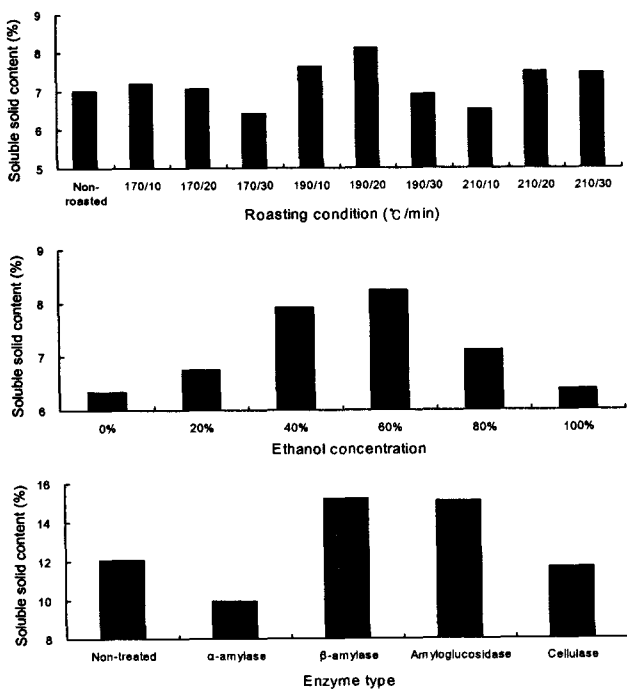


Fig. 1. Effect of pretreatment conditions on soluble solid contents of safflower seed extracts.

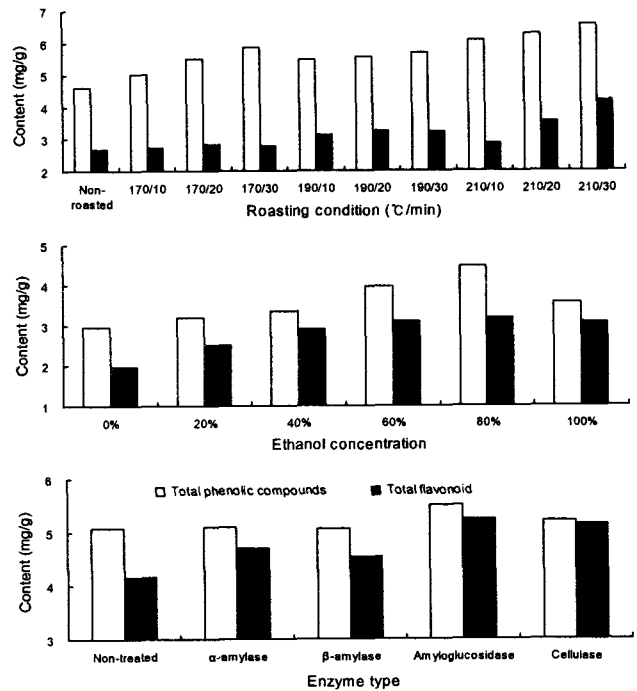


Fig. 2. Effect of pretreatment conditions on total phenolic compounds and total flavonoid contents of safflower seed extracts.

성 추출물에 비해 매우 높은 함량을 보였다는 연구와 유사한 결과를 보였다. 볶음 온도와 시간에 따른 총페놀 함량은 볶음처리를 하지 않은 무처리구에 비해 전체적으로 높은 함량을 나타내었고 볶음처리구에서는 온도와 시간의 증가에 따라 매우 높게 증가하는 경향을 보였고 170°C, 30분과 210°C, 30분 처리구에서 가장 높은 함량을 나타내었다. 효소처리구에서는 특히 amyloglucosidase 처리구와 cellulase 처리구에서 매우 높은 함량을 나타내었다.

총flavonoid 함량은 ethanol 농도 80%처리구에서 가장 높은 함량은 보였고, ethanol 농도가 증가함에 따라 0% ethanol 농도 처리구에 비해 전반적인 함량의 증가를 나타내었다. 또한 볶음온도와 시간의 증가에 따라 다소 증가하는 경향을 보였고 210°C, 30분과 210°C, 20분 처리구에서 가장 높은 함량을 보였다. 또한, amyloglucosidase 처리구와 cellulase 처리구에서 매우 높은 함량을 나타내었다.

유리당 함량

전처리 조건에 따른 홍화씨 추출물의 유리당 조성은 Table 1과 같이 sucrose가 주요 구성당이었고 xylose와 arabinose가 미량으로 함유되어 있음이 확인되었고 ethanol 농도 80% 처리구에서 sucrose함량이 높았다. 볶음 온도와 시간에 따른 sucrose함량은 볶음온도와 시간의 증가에 따라 다소 감소하는 경향이었고 190°C, 10분과 170°C, 20분 처리구에서는 무처리구에 비해 다소 높은 함량을 보였다. 또한 효소처리구에서는 대체적으로 비효소처리구보다는 다소 낮은 함량을 보였으며 효소처리구 중 cellulase 처리구에서 높은 함량을 나타내

Table 1. Effect of pretreatment conditions on free sugar contents of safflower seed extracts

Pretreatment conditions		Content (mg%)		
		Xylose	Arabinose	Sucrose
Ethanol concentration (%v/v)	0	4.7±0.06 ¹⁾	- ²⁾	46.4±1.23
	20	-	-	40.0±0.95
	40	-	-	37.5±0.87
	60	-	-	41.2±0.46
	80	-	-	48.4±1.24
	100	-	-	34.5±2.12
Roasting condition (°C/min)	Non-roasted	-	-	37.0±2.46
	170/10	-	-	37.6±1.03
	170/20	-	-	39.5±1.14
	170/30	-	-	36.9±0.89
	190/10	-	-	42.3±1.45
	190/20	-	-	30.2±1.37
	190/30	-	-	34.1±1.62
	210/10	-	-	32.5±0.76
	210/20	-	-	24.6±1.54
210/30	-	-	12.4±1.17	
Enzyme hydrolysis	Non-treated	-	-	40.8±1.68
	Amyloglucosidase	-	3.0±0.013	31.9±0.76
	α-amylase	-	-	36.8±1.45
	β-amylase	-	-	35.7±1.78
	Cellulase	-	-	37.0±1.34

¹⁾Mean ± standard deviation (SD) of triplicate determinations.

²⁾-: not-detected.

었다.

유기산 함량

전처리 조건에 따른 홍화씨 추출물의 유기산 조성은 Table 2와 같이 oxalic, citric, malic 및 fumaric acid가 주로 함유되

어 있음을 확인하였고, 60% ethanol 처리구에서 대체적으로 높은 유기산들을 함유하고 있었다. 또한 효소처리의 경우 β-amylase 처리구에서는 citric acid의 함량이 대조구보다 높은 함량을 나타내었다.

Serotonin 유도체 및 acacetin 함량

전처리조건에 따른 홍화씨 추출물의 중 항산화 효과를 가지고 있는 serotonin 유도체인 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*-coumaramide)의 함량은 Fig. 3에 나타내었다. Serotonin I과 Serotonin II의 함량은 ethanol의 농도가 증가함에 따라 높은 증가를 나타내었고, 특히 60% ethanol 용액에서 매우 높은 함량을 보였다. 볶음 온도와 시간에 따른 serotonin I 함량변화는 볶음 온도와 시간의 증가에 따라 대체로 감소하는 경향을 나타내었다. 또한, 효소처리구의 경우 serotonin I과 serotonin II의 함량은 cellulase와 amyloglucosidase 처리구에서 높은 함량을 나타내었다.

Acacetin의 함량은 Fig. 4와 같이 ethanol 농도가 80%까지 증가하는 경향을 보였고, 효소처리구의 경우 α-amylase 처리구에서 가장 높은 함량을 나타내었다. 또한 볶음 온도와 시간의 증가에 따라 대체로 큰 폭으로 증가하였으며, 특히 210 °C, 30분 처리구에서 69.47 mg%로 가장 높은 함량과 증가현상을 나타내었는데 이러한 결과는 고온의 볶음처리과정과 효소 가수분해에 따른 홍화씨에 함유된 고분자 페놀성화합물의 분해에 의한 것으로 생각된다(20).

Table 2. Effect of pretreatment conditions on organic acid content of safflower seed extracts

Pretreatment conditions		Content (mg%)			
		Oxalic	Citric	Malic	Fumaric
Ethanol concentration (%v/v)	0	90.3±6.77 ¹⁾	32.2±0.56	t ²⁾	5.2±0.56
	20	36.8±3.24	25.9±0.34	38.7±0.99	5.1±0.73
	40	24.1±1.11	25.2±0.12	36.5±0.78	5.0±0.44
	60	38.7±2.56	27.7±0.23	38.0±1.14	4.8±0.78
	80	6.9±1.03	17.9±0.51	t	4.1±0.61
	100	t	t	t	1.1±0.85
Roasting condition (°C/min)	Non-roasted	9.5±0.87	64.6±1.14	t	4.1±0.16
	170/10	6.0±0.66	27.4±1.65	t	5.2±0.82
	170/20	5.8±0.13	26.7±0.95	t	4.0±1.11
	170/30	5.0±0.22	16.3±0.67	t	2.5±0.26
	190/10	7.1±0.65	21.5±0.23	t	3.1±1.06
	190/20	7.0±0.41	18.7±1.26	t	3.0±0.88
	190/30	9.3±0.36	21.3±0.77	t	5.8±0.75
	210/10	10.4±0.81	57.3±1.35	t	4.7±1.07
	210/20	10.1±0.75	20.2±0.82	t	1.7±0.16
210/30	16.7±0.99	76.3±1.62	t	1.8±0.53	
Enzyme hydrolysis	Non-treated	18.9±1.35	23.1±1.55	t	2.6±1.13
	Amyloglucosidase	23.4±0.79	19.4±0.89	t	2.0±0.86
	α-amylase	23.4±1.26	23.7±0.86	t	2.2±0.27
	β-amylase	17.0±0.68	34.3±1.09	t	2.1±0.66
	Cellulase	16.9±1.17	23.2±1.07	t	2.4±0.49

¹⁾Mean ± standard deviation (SD) of triplicate determinations.

²⁾t: trace.

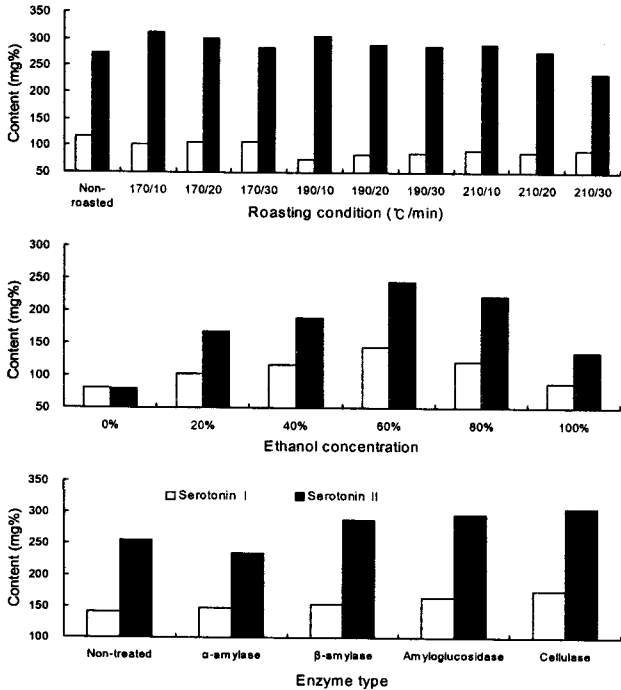


Fig. 3. Effect of pretreatment conditions on serotonin I (*N*-[2-(5-hydroxy-1*H*-indol-3-yl)ethyl] ferulamide) and serotonin II (*N*-[2-(5-hydroxy-1*H*-indol-3-yl)ethyl]-*p*-coumaramide) contents of safflower seed extracts.

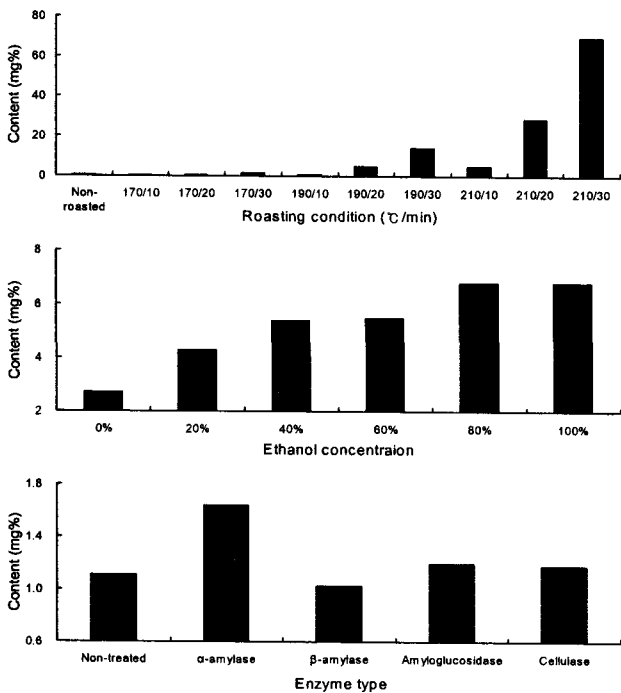


Fig. 4. Effect of pretreatment conditions on acacetin contents of safflower seed extracts.

요약

홍화씨의 식품재료적 가치를 높이는 기초적 연구의 일환으로 추출용매와 볶음조건의 확립 및 유효성분 등을 분석한

결과는 다음과 같다. 전처리조건에 따른 홍화씨 추출물의 고형분 함량은 60% ethanol 농도, 190°C에서 20분간 볶음 처리구 및 amyloglucosidase 처리구에서 매우 높은 함량의 고형분이 추출되었다. 총페놀 함량은 ethanol의 농도가 증가함에 따라 큰 증가를 보였고 ethanol 농도 80%, 170°C, 30분과 210°C, 30분처리구 및 amyloglucosidase 처리구와 cellulase 처리구에서 매우 높은 함량을 나타내었다. 총flavonoid 함량은 80% ethanol 처리구, 210°C, 30분과 210°C, 20분 처리구 및 amyloglucosidase와 cellulase 처리구에서 매우 높은 함량을 나타내었다. 유리당 조성은 sucrose가 주요 당이었고 xylose와 arabinose가 미량으로 확인되었으며, 주요 유기산으로는 citric, oxalic, malic 및 fumaric acid가 확인되었고, 60% ethanol처리구에서 대체적으로 많은 양의 유기산을 함유하고 있었다. 항산화 효과를 가지고 있는 serotonin유도체인 serotonin(*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*-coumaramide)의 함량은 ethanol의 농도가 증가함에 따라 높은 증가를 나타내었고, 특히 60% ethanol 용액에서 매우 높은 함량을 보였다. Acacetin의 함량은 볶음 온도와 시간의 증가에 따라 대체로 큰 폭으로 증가하였고 210°C, 30분 처리구에서 69.47mg%로 가장 높은 함량을 나타내었다.

문헌

1. Khan AR. 1929. Studies in indian oil seeds, No. 3. *Carthamus tinctorious* L. The types of safflower. *Memoris Dept Agri India Bot Ser* 18: 81-87.
2. Kennedy WK, Unrau J. 1949. A rapid method for determine the oil content of safflower and sunflower seeds. *Agron J* 41: 93-95.
3. An DK, Yuk CS. 1975. *Present medical plants*. Komoon Publishers, Seoul. p 358-359.
4. Kee CH. 1993. *The pharmacology of chinese herbs*. CRC press, Seoul. p 249-250.
5. 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 Kor Soc Food Sci Nutr* 27: 698-704.
6. 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.
7. 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 Kor Soc Food Sci Nutr* 29: 1127-1132.
8. Baek NI, Bang MH, Song JC, Lee SY, Park NK. 1999. N-feruloylserotonin, antioxidative component from the seed of *Carthamus tinctorious* L. *J Kor Soc Agric Chem Biotechnol* 42: 366-368.
9. 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.
10. 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.
 11. 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.
 12. 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.
 13. Levy RI. 1991. Cholesterol, lipoproteins, apoproteins and heart disease; present status and future prospects. *Clin Chem* 27: 653-662.
 14. Moo HY. 1993. Effects of levels of dietary safflower oil on copper and zinc utilization in growing rats. *MS Thesis*. Univ of Sookmyung.
 15. Kim JH, Choi MS, Moon KD. 2000. Quality characteristics of bread prepared with the addition of roasted safflower seed powder. *Kor J Postharvest Sci Technol* 7: 80-83.
 16. Nowak K, Kujawa R, Zadernowski R. 1992. Antioxidative and antibacterial properties of phenolic compounds in rapeseed. *Fat Sci Technol* 94: 149-152.
 17. Lister CE, Lancaster JE, Sutton KH. 1994. Developmental changes in the concentration and composition of flavonoids in skin of a red and a green apple cultivar. *J Sci Food Agric* 64: 155-161.
 18. 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.
 19. Wanasundara U, Amarowicz R, Shahidi F. 1994. Isolation and identification of an antioxidative component in canola. *J Agric Food Chem* 42: 1285-1290.
 20. Kang GH. 2001. Antioxidative activity of phenolic compounds isolated from safflower (*Carthamus tinctorius* L.) seeds. *MS Thesis*. Catholic University of Daegu.

(2002년 3월 23일 접수; 2002년 5월 31일 채택)