

## 단메밀과 타타리메밀의 페놀화합물 함량 비교

박병재\*† · 권순미\* · 박종인\*\* · 장광진\*\* · 박철호\*

\*강원대학교 농업생명과학대학 생명공학부, \*\*한국농업전문학교 특용작물과

## Phenolic Compounds in Common and Tartary Buckwheat

Byoung-Jae Park\*†, Soon Mi Kwon\*, Jong In Park\*\*, Kwang Jin Chang\*\*, and Cheol Ho Park\*

\*Department of Plant Biotechnology, College of Agriculture and Life Sciences, Kangwon National University, Chunchon 200-701, Korea

\*\*Korean National Agricultural College, RDA, Hwasung 445-893, Korea

**ABSTRACT:** This study was carried out to determine total contents of phenol and flavonoid in common and tartary buckwheat for the purpose of developing new kind of functional food with buckwheat materials. Total content of phenol and flavonoid in seeds of tartary buckwheat were higher than that of common buckwheat. It showed same tendency in groats and hulls. Total content of phenol and flavonoid in groats showed higher than hulls in tartary buckwheat while those of hulls was a little higher than groats in common buckwheat seed. Rutin content in common buckwheat was higher in order of the hulls (25.2 mg/100 g)>dehulled seed(19.8 mg/100 g)>groats (12.8 mg/100 g). But tartary buckwheat was higher in order of the groats(2042.1 mg/100 g)>dehulled seed (1375.8 mg/100 g) >hulls(138.7 mg/100 g). Flavanol content in dehulled seeds of the tartary and common buckwheat did not show the difference. However, flavanol contents in leaf, stem and spouts of tartary buckwheat were respectively higher than in those of common. Among the flavanols, catechin content was highest in all plant parts of their buckwheat and also was higher in order of epicatechin>epicatechingallate. However, epicatechingallate content in sprouts of both buckwheat species was about 30-40 times higher than seeds.

**Keywords:** buckwheat, *Fagopyrum esculentum*, *Fagopyrum tataricum*, flavonoid, phenol, rutin

**메밀** (*Fagopyrum* spp.)은 식품영양학적으로 유용한 작물이면서 많은 기능성 성분들이 보고 되었다. 메밀 내의 페놀화합물은 rutin, hyperin, quercitrin, quercetin 등의 flavonols과 vitexin, isovitexin, orientin, isorientin 등의 flavones 및 그 밖의 많은 플라보노이드가 밝혀지고 그들의 생체조절기능이 밝혀지며 주목을 받고 있다. 특히 rutin은 동맥경화(Griffith *et al.*, 1995),

뇌일혈 및 고혈압의 예방과 치료(Matsubara *et al.*, 1995; Lee *et al.*, 2000), 당뇨병(Lee *et al.*, 1994), 항산화 효과(Kwon, 1993; Christel *et al.*, 2000; Holasova *et al.*, 2002), 심혈관 계질환의 예방(He *et al.*, 1995; Wojcicki *et al.*, 1995) 등의 여러 가지 생리활성 기능을 가지고 있다.

단메밀(*Fagopyrum esculentum*, Common buckwheat)과 타타리메밀(*Fagopyrum tataricum*, Tartary buckwheat)은 전 세계적으로 널리 재배되고 곡실용, 새싹채소, 열매, 건초, 의약품 등의 다양한 형태로 이용되는 작물로서, 전자는 아시아의 전 지역을 포함해 유럽지역, 미국, 캐나다, 브라질, 남아프리카와 오스트리아 등지에서 널리 이용되고 있다. 쓴메밀 또는 달단메밀이라고도 불리는 타타리메밀은 티벳이나 중국의 산악지대, 인도, 부탄과 네팔 등지의 척박한 토양 및 냉량한 기후조건인 산간지역에서 재배되고 있다(Choi, 1992; Kreft *et al.*, 2003).

현재 국내에서 대부분 재배되고 있는 것은 단메밀로서 타타리메밀의 재배는 거의 이루어지지 않고 있다. 타타리메밀은 중국, 인도 등지에서 한방 및 건강식을 이용되어 왔었고, rutin함량이 단메밀에 비해 높다는 것이 밝혀지면서 세계적으로 다양한 연구가 시도되고 있으나 국내에서는 아직 체계적인 연구가 미비한 실정이다.

본 연구는 여러 가지의 생리적 기능을 가지는 단메밀과 타타리메밀의 페놀성화합물의 함량을 측정하고 분석, 평가함으로써 생리활성 연구의 기초자료와 건강기능성 식품소재 개발에도 이용될 수 있는 유용한 기초자료를 얻고자 수행하였다.

### 재료 및 방법

#### 공시재료

본 시험에 사용된 메밀시료는 단메밀(*F. esculentum*) 2종(수원1호, 춘천재래)과 일본에서 수입된 타타리메밀(*F. tataricum*) 2종(KW44, KW45)으로, 2004년도 강원대학교 포장에서 재배

†Corresponding author: (Phone) +82-33-250-6473 (E-mail) seabass80@hanmail.net

하여 수확된 종자를 공시재료로 사용하였다. 싹나물은 두 종(수원1호, KW45)의 종자를 증류수에 하루 침지하고, 70% EtOH에 30초 소독, 수세한 뒤, 25°C의 압조건에서 7일간 발아시킨 것을 이용하였다.

**시료의 추출 및 분석방법**

각각의 메밀시료의 추출은 종자에서 종피와 메밀쌀을 분리시킨 시료와 잎, 줄기, 메일싹을 이용하였다. 각각의 시료를 80°C에서 48시간 건조 후 마쇄하고, 그 분말 1g에 methanol 20 ml을 가하여 80°C에서 1시간 환류추출하였다.

**총 페놀 및 플라보노이드함량**

총 페놀함량은 Folin-Denis법에 의거하여 측정하였다. 각각의 시료의 추출물 0.5 ml를 시험관에 취하고 증류수를 7 ml 가한 후, 여기에 0.5 ml의 Folin-ciocalteus phenol reagent (Wako, Japan)를 첨가하여 실온에 3분간 방치하였다. 3분후 10% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 3 ml를 가하고 혼합하여 실온에 1시간 방치한 후, 상등액을 Spectrometry(Hitachi U-2001)로 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 총 페놀함량은 tannic acid를 이용하여 작성한 표준곡선으로부터 함량을 구하였다.

총 플라보노이드함량은 추출된 시료 1 ml를 diethylene glycol 10 ml, 1 N NaOH 1 ml를 넣고 실온에 1시간 반응시킨 후 420 nm에서 흡광도를 측정하였으며, naringin으로 작성한 검량곡선에 준하여 함량을 환산하였다.

**Rutin, Quercetin 분석**

추출된 각각의 메밀시료는 0.45 µm membrane filter로 여과하여 HPLC 분석의 시료로 사용하였다. 사용된 시약은 모두 HPLC용을 사용하였고, 표준물질로 사용한 rutin, quercetin은 Sigma Chemical Co.(USA)로부터 구입하였다. 분석조건은 Table 1과 같다.

**Catechin류 분석**

시료의 추출- 각각의 분쇄시료 3g에 H<sub>2</sub>O 100 ml를 가한 후 80°C, 1시간 2회 추출 여과하였다. 여액은 감압농축한 후, hexan와 H<sub>2</sub>O로 분획하고 H<sub>2</sub>O층에 ethyl acetate 50 ml을 넣고 3회 반복 추출하였다. 추출액을 최종 감압 농축한 후, 메탄

**Table 1.** Instruments and operating condition for rutin and quercetin analysis.

Model 2695, Waters Co., USA	
Wave length	350 nm
Column	µBondapak C <sub>18</sub> 3.9 × 300 mm
Column temp.	Room temp.
Mobile phase	2.5% Acetic acid : Methanol : Acetonitrile (35 : 5 : 10, V/V)
Flow rate	1.0 ml/min

**Table 2.** Condition for catechins analysis.

Model 2695, Waters Co., USA	
Wave length	280 nm
Column	µBondapak C <sub>18</sub> 3.9 × 300 mm
Column temp.	Room temp.
Mobile phase	Acetonitrile : Ethyl Acetate : 0.05% H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (12 : 2 : 86, V/V)
Flow rate	1.0 ml/min

을 5 ml로 최종량을 맞추고 0.45 µm membrane filter로 여과해 분석시료로 사용했으며, HPLC 분석조건은 Table 2와 같다. 표준물질은 (+)-Catechin(ICN Biomedical ins.) (-)-Epicatechingallate(ICN Biomedical ins.), (-)-Epicatechin(Sigma Chemical Co.)을 사용하였다.

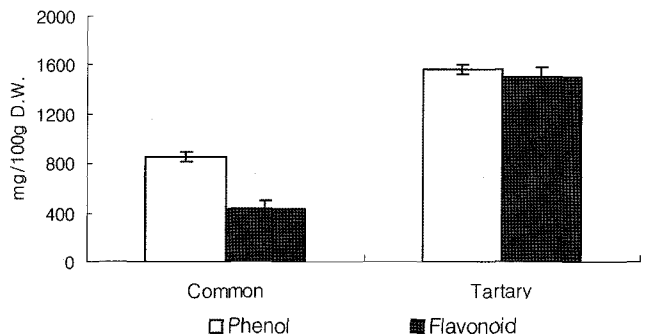
**결과 및 고찰**

**총 페놀 및 플라보노이드 함량**

총 페놀의 함량은 타타리메밀 종자가 1567 mg/100g으로 단메밀 종자의 859 mg/100 g보다 약 2배정도 높게 나타났다. 총 페놀 중의 플라보노이드 함량은 단메밀이 약 50%, 타타리메밀이 약 95%를 차지하고 있다(Fig. 1).

메밀쌀의 총 페놀함량은 단메밀과 타타리메밀이 641.4와 1142.9 mg/100 g으로 메밀껍질보다 두 종 모두 약 1.2배 높게 나타났으며, 타타리메밀의 메밀쌀과 껍질은 단메밀보다 약 2 배정도 높게 나타났다. 총 플라보노이드의 함량에서, 단메밀은 메밀껍질(230.6 mg/100 g)이 메밀쌀(182.5 mg/100 g)보다 높았으나, 타타리메밀은 메밀쌀(889.7 mg/100 g)이 메밀껍질(200.5 mg/100 g)보다 약 4.4배 높게 나타났다(Fig. 2).

Lee & Lee(1994)는 단메밀의 총 페놀함량이 0.35%로 보고하였고, Christel *et al.*(2000)은 총 페놀함량은 단메밀가루가 313.0 mg/100 g이고 메밀껍질이 333.0 mg/100 g으로 보고하였다. 메밀에서의 페놀화합물은 rutin, hyperin, quercitrin과 quercetin 등의 flavonols이 분리되었고(Sato & Sakamura,



**Fig. 1.** Total phenols and flavonoids in dehulled seeds of buckwheat.

1975), vitexin, isovitexin, orientin, isorientin의 flavones과 syringic acid, *p*-hydroxybenzoic acid, vanillic acid, *p*-cumaric acid, proanthocyanidins 등이 보고 되었다(Dukee *et al.*, 1977). 이러한 여러 페놀화합물 등이 여러 가지 생리활성

에 관여하는 것으로 보고 되었다(Kwon, 1993; Griffith *et al.*, 1995; Matsubara *et al.*, 1995; Christel *et al.*, 2000; Holasova *et al.*, 2002).

Rutin, Quercetin, Catechins 분석

Rutin과 Quercetin, Catechin류의 HPLC 크로마토그램은 Fig. 3와 4에 나타냈다.

메밀쌀과 메밀껍질의 rutin함량은 단메밀과 타타리메밀이 상이한 결과를 나타냈다. 먼저 단메밀의 rutin함량은 메밀껍질이 25.2 mg/100 g로 가장 높고, 껍질을 벗기지 않은 종자>메밀쌀 순으로 나타났으나, 타타리메밀은 메밀쌀이 2042.1 mg/100 g이 가장 높고, 그 다음으로 껍질을 벗기지 않은 종자(1375.8 mg/100 g)> 메밀껍질(138.7 mg/100 g)의 순으로 높았다(Table 3). Lee & Sohn(1994)은 메밀껍질보다는 메밀쌀에 rutin함량이 높다는 상이한 보고가 있으나, 본 결과는 단메밀껍질은 Maeng

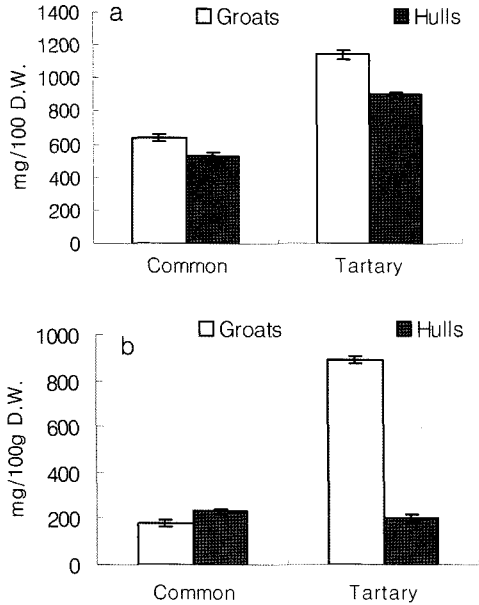


Fig. 2. Total phenols(a) and flavonoids(b) in buckwheat groats and hulls.

Table 3. Rutin contents in buckwheat groats, hulls and dehulled seed.

Varieties	Rutin contents(mg/100 gD.W.)		
	Groats	Hulls	Dehulled
Common	12.8 ± 0.2 <sup>a)</sup>	25.5 ± 2.1	19.8 ± 3.8
Tartary	2042.1 ± 670.8	138.7 ± 53.2	1375.1 ± 72.9

<sup>a)</sup>All values are mean ± SD

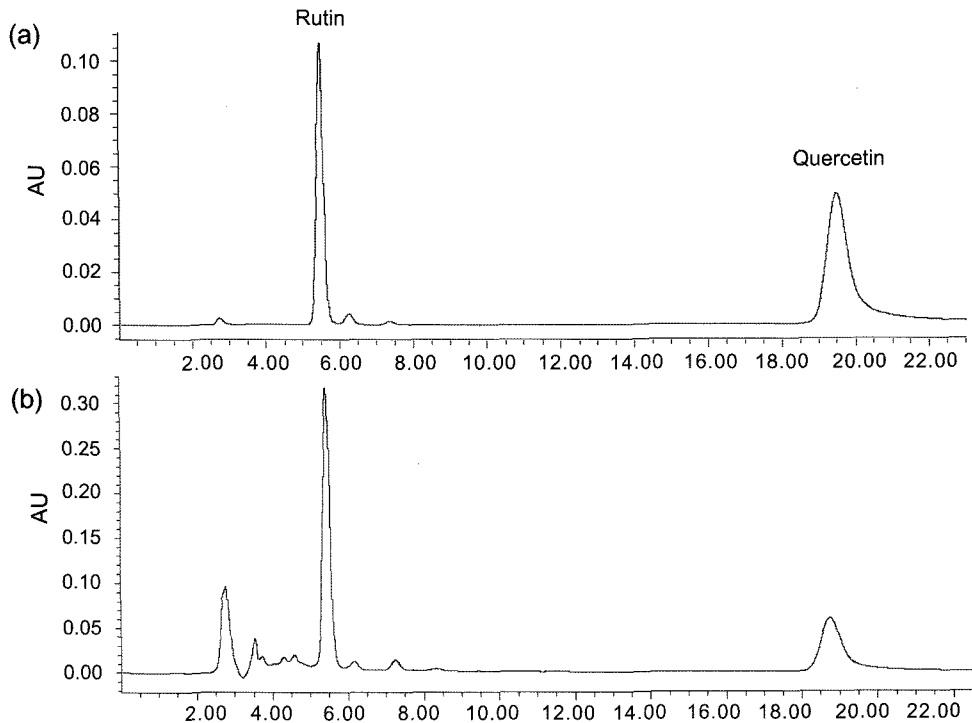
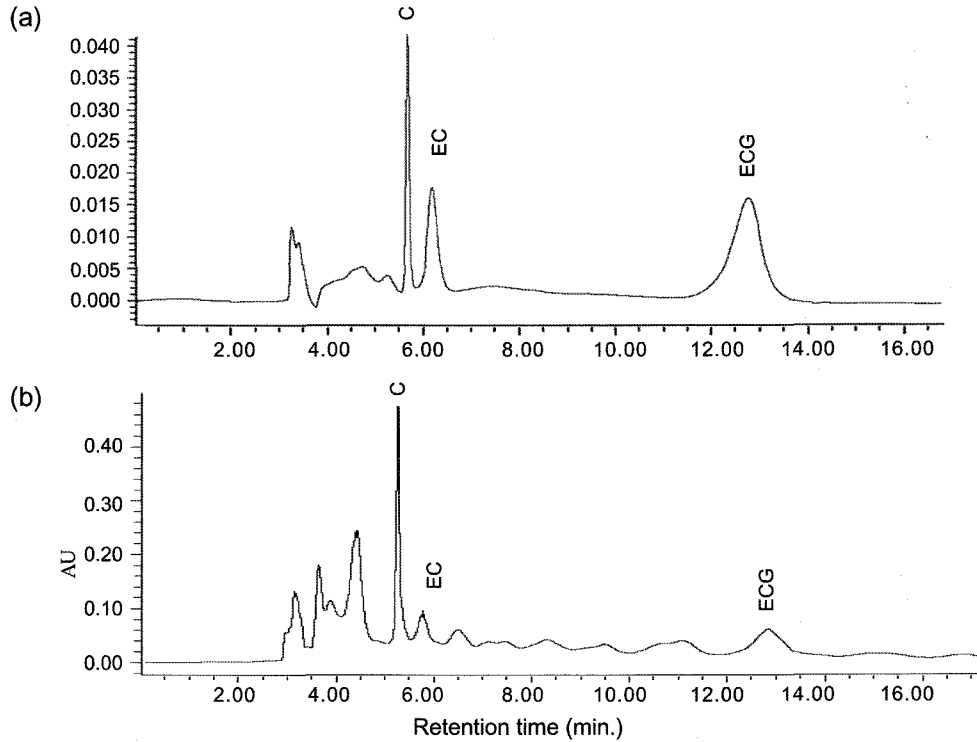


Fig. 3. HPLC Chromatogram of rutin and quercetin in buckwheat extracts. (a): Standard(Rutin, Quercetin) (b): Tartary buckwheat seed



**Fig. 4.** HPLC Chromatogram of catechins in buckwheat extracts.  
 (a): Standard( C; catechin, EC; epicatechin, ECG; epicatechin gallate)  
 (b): Tartary buckwheat seed

**Table 4.** Contents of individual compounds in dehulled seeds of buckwheat

Varieties	Flavanols(mg/100g)			Flavonols(mg/100g)		
	Catechin	Epicatechin gallate	Epicatechin	Rutin	Quercetin	
Common	Suwon 1	10.2 ± 0.1 <sup>a)</sup>	5.5 ± 0.2	1.2 ± 0.1	22.5 ± 3.5	0.41 ± 0.11
	Chunchon	10.3 ± 0.1	5.0 ± 0.2	0.9 ± 0.1	17.1 ± 4.6	0.33 ± 0.09
Tartary	KW 44	14.1 ± 0.2	4.1 ± 0.1	0.9 ± 0.2	1323.5 ± 52.1	3.62 ± 0.82
	KW 45	12.0 ± 0.3	4.3 ± 0.1	1.1 ± 0.1	1426.7 ± 98.4	2.41 ± 1.17

<sup>a)</sup>All values are mean ± SD

**Table 5.** Comparison of catechins and rutin content(mg/100 g D.W.) in leaf and stem of buckwheat species

Varieties		Catechin	Epicatechin	Epicatechin gallate	Rutin
Common	Leaf	27.7 ± 1.4 <sup>a)</sup>	12.6 ± 1.2	1.5 ± 1.2	244.6 ± 78.2
	Stem	16.9 ± 3.9	3.9 ± 1.2	2.1 ± 0.1	57.2 ± 21.5
Tartary	Leaf	52.3 ± 2.2	18.7 ± 6.4	2.9 ± 0.2	3607.4 ± 334.3
	Stem	85.4 ± 18.5	4.5 ± 1.9	1.4 ± 0.1	409.6 ± 103.3

<sup>a)</sup>All values are mean ± SD

*et al.*(1990)과 *Kim et al.*(1994)의 보고와 마찬가지로 메밀쌀보다 높은 경향을 보였다. 그러나 타타리메밀의 껍질의 rutin 함량은 단메밀보다 약 5.4배나 높은 경향을 보였으며, 메밀쌀의 rutin 함량은 껍질보다 월등히 높아 단메밀과 상이한 경향을 보였다.

단메밀과 타타리메밀 종자의 flavanols 함량은 약 16.6과 18.2mg/100g로 큰 차이를 보이지 않았으나, 잎, 줄기 부위의 함량은 타타리메밀이 높은 경향을 보였다. 또한, 두 종의 flavonols의 함량도 단메밀보다 타타리메밀에서 월등히 높았다 (Table 4).

**Table 6.** Comparison of catechins and rutin content (mg/100 g D.W.) in sprouts of buckwheat species

Varieties	Catechin	Epicatechin	Epicatechin gallate	Rutin
Common	55.8 ± 5.1 <sup>a)</sup>	16.5 ± 1.1	30.1 ± 3.3	809.6 ± 80.5
Tartary	59.4 ± 7.5	13.9 ± 2.2	47.1 ± 2.9	1687.1 ± 127.

<sup>a)</sup>All values are mean ± SD

타타리메밀의 주요성분으로는 flavonol의 rutin으로서 Fig. 1의 종자의 총 페놀 및 플라보노이드함량이 높은 값과 rutin의 값이 유사하여 Oomah & Mazza(1996)의 플라보노이드의 함량은 rutin의 함량과 상관관계가 있다는 보고와 일치하나, 단메밀 종자는 flavanols과 flavonols의 함량이 총 플라보노이드와 많은 차이를 나타냈다. Christel *et al.*(2000)은 단메밀에서는 flavonol보다는 flavanol의 proanthocyanidin B2가 주요성분이며, flavonol에서는 rutin과 더불어 hyperoside 또한 주요성분으로 보고하였다. Yokozawa *et al.*(2001)은 메밀종자 추출물의 25%가 폴리페놀이고, 이 중 catechin과 epicatechin의 oligomers가 80%를 차지하며, 그 외 epicatechin(0.04%), quercetin(0.01%), rutin(0.02%)와 hyperoside(0.25%)를 차지한다고 보고하였다. Watanabe *et al.*(1998)는 단메밀에서 (-)-epicatechin, (+)-catechin 7-O-β-d-glucopyranoside, (-)-epicatechin 3-O-p-hydroxybenzoate와 (-)-epicatechin 3-O-gallate의 flavonolic fraction이 높은 항산화활성을 가진다고 보고하였고, Catechin, epicatechin, epicatechingallate, Proanthocyanidin B2와 B2-gallate의 flavanols은 이미 메밀의 callus와 모상근배양을 통해 얻을 수 있다고 보고되었다(Moumou *et al.*, 1992; Trotin *et al.*, 1993).

식물체 부위별 flavanols의 함량은 단메밀과 타타리메밀 메밀씨가 각각 102.4, 120.4 mg/100 g으로 가장 높았으며, 다음으로 잎>줄기>종자의 순을 보였으며, 이들 중 catechin의 함량이 가장 높고, Epicatechin>Epicatechingallate의 순으로 나타났다. 단메밀과 타타리메밀의 메밀씨는 catechin 함량이 가장 높았으나, 특이적으로 다른 Epicatechingallate의 함량이 종자 약 30~40배, 잎, 줄기보다 약 15~20배가량 높은 경향을 보였다.

식물체 부위별 rutin의 함량은 단메밀이 싹나물>잎>줄기>종자의 순이고, 타타리메밀은 잎>싹나물>종자>줄기의 순으로 나타났다. 타타리메밀은 종자의 부위별 및 식물체의 부위별 rutin 함량이 단메밀보다 월등히 높은 경향을 보였다. 이것은 Park *et al.*(2005)과 Kim & Kim(1994)의 보고와 일치하였다. Kim *et al.*(2004)은 단메밀 종자보다 싹나물에서 rutin함량이 약 27배 증가한다고 하였다. 본 연구결과에서도 단메밀의 메밀씨는 rutin은 종자보다 약 40배 증가하였고, 타타리메밀의 싹나물은 1.2배 증가하였다.

국내에서 재배 이용되고 있는 단메밀과 여러 가지의 생리활성을 갖는 rutin의 함량이 높은 타타리메밀은 건강 기능성의 식품소재로서 유용하며, 메밀종실의 이용에 국한되는 것이 아니라, rutin과 같은 플라보노이드함량이 높아 잎, 줄기, 메밀씨도

메밀의 이용성을 다양화 시킬 수 있는 소재로서 기대할 수 있다. 또한 단메밀과 타타리메밀의 혼용을 통하여 단메밀의 rutin 함량을 강화하고, 타타리메밀의 식미감을 개선시켜 줄 수 있는 등의 상호 보완적인 역할을 할 수 있을 것으로 기대된다.

## 적 요

본 연구는 단메밀과 타타리메밀의 페놀성화합물의 함량을 측정하고 분석, 평가함으로써 생리활성 연구의 기초 자료와 건강기능성 식품소재 개발에도 이용될 수 있는 유용한 기초 자료를 얻고자 수행하였다.

1. 총 페놀의 함량은 타타리메밀 종자가 단메밀 종자보다 약 2배정도 높게 나타났다. 총 페놀 중의 플라보노이드 함량은 단메밀이 약 50%, 타타리메밀이 약 95%를 차지하고 있다. 단메밀과 타타리메밀의 총 페놀 및 플라보노이드 함량은 메밀씨가 메밀껍질보다 높았으나, 단메밀의 플라보노이드 함량은 메밀껍질 더 높았다.

3. 단메밀의 rutin함량은 메밀껍질(25.2 mg/100 g)>껍질을 벗기지 않은 종자(19.8 mg/100 g)>메밀쌀(12.8 mg/100 g)의 순으로 높았으나, 타타리메밀은 메밀쌀(2042.1mg/100g)>껍질을 벗기지 않은 종자(1375.8 mg/100 g)>메밀껍질(138.7 mg/100 g)의 순으로 높게 나타났다. 식물체 부위별 rutin의 함량은 단메밀이 메밀씨>잎>줄기>종자의 순이고, 타타리메밀은 잎>메밀씨>종자>줄기의 순으로 나타났다. 모든 부위에서 타타리메밀이 단메밀보다 높은 rutin함량을 나타냈다.

4. 단메밀과 타타리메밀 종자의 flavanols함량은 큰 차이를 보이지 않았으나, 잎, 줄기, 싹나물부위의 함량은 타타리메밀이 높은 경향을 보였고, 두 종의 flavonols의 함량도 단메밀보다 타타리메밀에서 월등히 높은 경향을 보였다.

5. 식물체 부위별 flavanols의 함량은 단메밀과 타타리메밀의 메밀씨>잎>줄기>종자의 순으로 높게 나타났다. 모든 부위에서 catechin> Epicatechin> Epicatechingallate의 순으로 높게 나타났다. 단메밀은 두 종 모두 Epicatechingallate의 함량이 종자의 약 30~40배, 잎, 줄기보다 약 15~20배가량 높았다.

## 사 사

본 연구는 농림부 농림기술개발연구과제의 연구비지원(203034-03-3-CG000)에 의해 수행되었습니다.

## 인용문헌

- Cheristel, Q. D., B. Gressier, J. Vasseur, T. Dine, C. Brunet, M. Luyckx, M. Cazin, J. C. Cazin, F. Bailleul, and F. Trotin. 2000. Phenolic compounds and antioxidant activities of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) hulls and flour. *Journal of Ethnopharmacology*. 72 : 35-42.
- Choi, B. H. 1992. Status of buckwheat genetic resources in East Asia-1991. *Korean J. Breed.* 24(3) : 293-301.
- Dukee, A. B. 1977. Polyphenols of the bran-aleurone fraction of buckwheat weed (*Fagopyrum sagittatum* Gilib). *J. Agric. Food. Chem.* 25 : 286-287.
- Griffith, J. Q., J. F. Couch, M. A. Lindauer. 1995. Effect of rutin on increased capillary fragility in man. *Proc. Soc. Exp. Bio. Med.* 55 : 228-229.
- He, J., M. J. Klag, P. K. Whelton, J. P. Mo, J. Y. Chen, M. C. Qian, P. S. Mo, and G. Q. He. 1995. Oats and buckwheat intakes and cardiovascular disease risk factors in an ethnic minority of China. *Am. J. Clin. Nutr.* 61 : 366-372.
- Holasova, M., V. Fiedlerava, H. Smrcinova, M. Orsak, J. Lachman, S. Vavreanova. 2002. Buckwheat- the source of antioxidant activity in functional foods. *Food. Research Int.* 35 : 207-211.
- Kim, J. K. and S. K. Kim. 2005. Compositions and pasting properties of *Fagopyrum esculentum* and *Fagopyrum tartaricum* endosperm flour. *Korean J. Food. Sci. Technol.* 37(92) : 149-153.
- Kim, J. S., Y. J. Park, M. H. Yang, and J. W. Shim. 1994. Variation of rutin content in seed and plant of buckwheat germplasma (*Fagopyrum esculentum* Moench). *Koeran J. Breed.* 26(4) : 384-388.
- Kim, S. L., S. K. Kim, and C. H. Park. 2004. Introduction and nutritional evaluation of buckwheat sprouts as a new vegetable. *Food Research international.* 37 : 319-327.
- Kreft, I., K. J. Chang, Y. S. Choi, and C. H. Park. 2003. *Ethnobotany of buckwheat.* Jinsol Publishing Co. Seoul.
- Lee, J. S., S. S. Song, Y. S. Maeng, Y. K. Chang, and J. S. Ju. 1994. Effects of buckwheat on organ weight, glucose and lipid metabolism in streptozotocin-induced diabetic rats. *Korean J. Nutr.* 27 : 819-827.
- Lee, J. S., S. J. Park, K. S. Sung, C. K. Han, M. H. Lee, C. W. Jung, and T. B. Kwon. 2000. Effects of germinated-buckwheat on blood pressure, plasma glucose and lipid levels of spontaneously hypertensive rats. *Korean J. Food Sci. Technol.* 32 : 206-211.
- Lee, M. S., and K. H. Sohn. 1994. Content comparison on dietary fiber and rutin of Korean buckwheat according to growing district and classification. *Korean J. Soc. Food Sci.* 10(3) : 249-253.
- Maeng, Y. S., H. K. Park, and T. B. Kwon. 1990. Analysis of rutin contents in buckwheat and buckwheat foods. *Korean J. Food Sci. Technol.* 22(7) : 732-739.
- Sato, H., S. Sakamura. 1975. Isolation and identification of flavonoids in immature buckwheat seed (*F. esculentum* Moench) (in Japanese). *Agric. Chem. Soc. Jpn.* 49 : 53-55.
- Matsubara, Y., H. Kumamoto, Y. Lizuka, T. Murakami, K. Okamoto, H. Miyake, and K. Yokoi. 1995. Structure and Hypotensive effect of flavonoid glycosides in Citrus unshiu peelings. *Agric. Biol. Chem.* 49 : 900-9005.
- Moumou, Y., J. Vasseur, F. Trotin, and J. Dubios. 1992. Catechin production by cultures of *Fagopyrum esculentum*. *Phytochemistry.* 31(4) : 1239-1241.
- Oomah, B. D., and G. Mazza. 1996. Flavonoids and antioxidative activities in buckwheat. *J. Agri. Food Chem.* 44 : 1746-1750.
- Park, B. J., J. I. Park, K. J. Chang, and C. H. Park. 2005. Comparison in rutin content of tartary buckwheat (*Fagopyrum tartaricum*). *Korean J. Plant. Res.* 18(2) : 246-250.
- Trotin, F., Y. Moumou, and J. Vasseur. 1993. Flavanol production by *Fagopyrum esculentum* hairy and normal root cultures. *Phytochemistry.* 32 : 929-931.
- Watanabe, M. 1998. Catechins as antioxidants from buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) groats. *J. Agri. Food Chem.* 46 : 839-845.
- Wojcicki, J., B. Barcew-Wiszniewska, L. Samochowiec, L. Roze-wicka. 1995. Extractum fagopyri reduces atherosclerosis in high fat diet fed rabbits. *Die Pharmazie* 50 : 560-562.
- Yokozawa, K., D. Y. Rhyu, and D. W. Kim. 2001. A study of buckwheat in a renal ischemia reperfusion model. *The proceeding of the 8th ISB:* 583-586.