

메밀(*Fagopyrum species*)의 생장에 따른 플라보노이드 함량의 품종별 차이

이민기¹ · 박석훈¹ · 김선주^{1*}

¹충남대학교 생물환경화학학과

A time-course study of flavonoids in buckwheats (*Fagopyrum species*)

Min-Ki Lee¹, Suk-Hoon Park¹, Sun-Ju Kim^{1*}

¹Dept. of Bio-Environment Chemistry, Chungnam National University, 99 Daehak-Ro, Yuseong-Gu, Daejeon 305-764, Korea

Received on 12 January 2011, revised on 5 February 2011, accepted on 9 March 2011

Abstract : Flavonoid contents of common buckwheat (cv. Kitawase) and tartary buckwheat (cv. Hokkai T 8, Hokkai T 9 and Hokkai T 10) were determined by high-performance liquid chromatography (HPLC). Moreover, they were measured at different plant developments such as 10, 18, 20, 22 and 30 days after sowing (DAS) and with plant parts including leaf, stem and flower harvested at 30 DAS. Total flavonoids including chlorogenic acid, four kinds of C-glycosylflavones (orientin, isoorientin, vitexin, isovitexin) and rutin of tartary buckwheats (range of 44.2-54.7, mean 44.2) were found 35% higher than those of common buckwheat (28.9 mg/g dry wt.). Among them, rutin was measured above 80% of total flavonoid contents. The other flavonoids (chlorogenic acid and four kinds of C-glycosylflavones) presented the highest level at 10 DAS and decreased according to plant developments. On the other hand, rutin content of Kitawase presented the highest level (33.6 mg/g dry wt.) at 22 DAS and decreased up to 30 DAS. Rutin content in tartary buckwheat temporarily decreased from 10 to 18 DAS and then reversely increased up to 30 DAS presented the highest level as 'U' curve. In Hokkai T 10, rutin content was found the highest level (53.8 mg/g dry wt.) at 30 DAS. In different plant parts harvested at 30 DAS, rutin content of leaf (range of 42.8-68.0, mean 57.0) was 5.3-fold higher than that of stem (range of 8.0-15.9, 10.8 mg/g dry wt.), regardless of cultivar. Significantly, rutin content (78.7) in the flower of Kitawase was 1.8 times higher than in the leaf and 9.8 times in the stem. Especially, chlorogenic acid content (14.6 mg/g dry wt.) in the flower of Kitawase was 63-fold higher than in the leaf, and 20-fold in the stem.

Key words : *Fagopyrum*, Flavonoid, HPLC analysis, Rutin, Tartary buckwheat

I. 서론

메밀(*Fagopyrum species*)은 곡실용, 염채, 건초, 의약품 등 다양한 목적으로 사용되어 왔고 한국, 일본, 중국의 산악지대, 히말라야 지역 등의 아시아 지역에서 재배되고 있다(Choi, 1992). 최근에는 메밀의 새싹채소도 한국과 일본에서 개발되었으며(Kim 등, 2004; Kim 등, 2007), 특히 일본에서는 2007년도에 새싹채소용 쓴메밀 두 품종(Hokkai T 9, Hokkai T 10)이 등록되었다(Suzuki, 2008). 메밀의 재배종은 세계적으로 단메밀(*Fagopyrum esculentum*

Moench)과 쓴메밀(*F. tataricum* Gaertn.) 두 가지가 있다. 메밀은 동양의 전통적인 요리인 국수(일본에서는 소바)로 많이 애용되어 왔지만, 단백질, 아미노산, 미네랄과 같은 영양분이 높은 작물로 알려지면서 최근에는 유럽, 미국 등 세계의 많은 나라에서도 인기를 얻고 있다(Ikeda 등, 1995; Pomeranz 등, 1975; Sharma 등, 2002). 또한 메밀은 낮은 온도조건에서도 생장이 가능하고, 꽃은 파종 후 6주 정도에 개화하여 늦여름 곤충과 꿀벌에게 좋은 먹잇감이 된다(Pomeranz, 1983; Pontin 등, 2006).

플라보노이드는 플라본(flavone)을 기본구조(Fig. 1)로 한 수용성 식물 색소로 액포에 존재하는 2차 대사산물로 플라본류(flavones), 플라보놀류(flavonols), 이소플라본

*Corresponding author: Tel: +82-42-821-6738

E-mail address: kimsunju@cnu.ac.kr

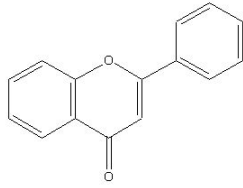


Fig. 1. Structure of flavone.

(isoflavone), 칼콘(chalcone), 오론(aurone), 안토시아닌 (anthocyanin) 등을 총칭하는 말로서 화학식의 기본 구조가 C₆-C₃-C₆로 거의 비슷하게 이루어져 있다. 메밀에서 발견되는 주요 플라보노이드로는 rutin, C-glycosyl-flavones(orientin, isoorientin, vitexin, isovitexin), quercetin이 있으며, 페놀산으로 chlorogenic acid가 있다 (Margna과 Margna, 1978; Watanabe와 Ito, 2002). 이 중 rutin은 메밀의 모든 부위에 넓게 분포되어 있으며, 잎, 줄기, 꽃뿐만 아니라 뿌리에서도 많은 양이 검출되고, UV-B(280-320 nm)와 같은 외부 자극에 대하여 반응하여 축적하는 것으로 알려져 있다.

총 페놀성분 함량은 쓴메밀(15.6)이 단메밀(8.59 mg/g dry wt.)보다 약 2배 높았으며, 이 중 플라보노이드 함량은 쓴메밀이 약 95%, 단메밀이 약 50%이었다(Park 등, 2005). 단메밀의 품종(Darina, Darja, Siva II)별 rutin 함량은 각각 0.18, 0.11, 0.18 mg/g dry wt.라고 보고하였다(Kreft 등, 2006). 그렇지만 쓴메밀의 품종을 비교한 것은 거의 없고, 쓴메밀 새싹채소(Hokkai T8, T9, T10) 중 파종 10일 후의 rutin 함량은 각각 26, 20, 42 mg/g dry wt.이었다(Kim 등, 2007, 2008).

메밀의 2차대사산물인 플라보노이드는 항산화효과, 고혈압, 항염증, 항균, 항암작용 등의 효능을 가지고 있는 기능성 성분으로 주목받고 있다(Moon 등, 1999). 메밀의 다양한 효능은 플라보노이드의 일종인 rutin과 관련성이 있는 것으로 보인다(Marshall과 Pomeranz, 1982). 특히 메밀 내의 rutin, orientin, isoorientin, vitexin, isovitexin 등의 주요 플라보노이드는 기능성성분으로 활용가치가 대단히 크다(Kim 등, 2008). 플라보노이드는 식물을 외부 자극에서 보호하고 색소의 형성, 항균작용, 항바이러스 작용, 산화작용, 항암작용 등 생리화학적 활성을 가지고 있는 천연의 항균물질이다(Havsteen, 2002).

본 연구에서는 기능성 효과를 가진 것으로 알려진 플라보노이드의 정량적인 평가를 위하여 두 재배종인 단메밀(Kitawase)과 쓴메밀(Hokkai T 8, Hokkai T 9, Hokkai

T 10)의 품종별, 성장단계별(파종 후 10, 18, 20, 22, 30일), 부위별(잎, 줄기, 꽃) 플라보노이드 함량을 조사하였다.

II. 재료 및 방법

1. 재료

Methanol(CH₃OH)은 J.T. Baker Chemical Co.(New Jersey, USA) 것을 사용하였고 Acetic-acid(CH₃COOH)는 Wako Pure Chemical Industries, Ltd.(Osaka, Japan) 것을 사용했다. 표준품인[chlorogenic acid, C-glycosylflavones(orientin, isoorientin, vitexin, isovitexin), rutin, quercetin]은 Extrasynthese(Genay, France)에서 구입하였다.

2. 메밀 재배

메밀 종자(단메밀; cv. Kitawase, 쓴메밀; cv. Hokkai T 8, Hokkai T 9, Hokkai T 10)는 일본 National Agricultural Research Center(Memuro, Hokkaido, Japan)에서 제공되었다.

메밀 종자는 2009년 9월 28일 충남대학교 농업생명과학대학 부속 농장(위도, 127°35'E; 경도, 36°36'N)에 파종하였다. 메밀 종자를 파종하기 전에 화학비료(신세대, N: P: K = 22: 12: 12, 남해화학, 한국)를 적절하게 흙뿌림으로 살포하고 팽이로 흙을 갈고 뒤집었다. 이를 간격으로 동일한 시간(15:30 PM)에 수돗물을 적당하게 뿌려 주었으며, 온도(평균 24.1°C), 습도(14.3%), 광도(375 μmol/m²s)를 측정하였다. 시료는 다섯 생장 단계[파종 후 10, 18, 20, 22, 30일]별로 지면 윗부분을 가위로 무작위로 절단하여 수확한 후 4묶음으로 만들어 4반복으로 분석하였다. 또한 각 부위별 플라보노이드 함량 분석을 위하여 파종 후 30일에 수확한 시료 중에서 일부는 수확과 동시에 잎, 줄기, 꽃 부위로 분류하였다. 모든 시료는 -70°C 급속 저온 냉동고(SFDSF 12, Samwon Freezing Engineering Co., Busan, Korea)에 보관하여 순차적으로 동결건조한 후에 분석하였다.

3. 플라보노이드의 분석

건조된 분말시료(10 mg)를 칭량하여 2.0 mL micro-

centrifuge tube에 넣고 10% phosphoric acid 용액(0.1%, v/v)를 함유한 MeOH(1.0 mL)을 넣고 5분 동안 진동혼합(vortex) 한 후 37°C에서 3시간동안 배양기에 저장하였으며, 매 1시간마다 꺼내어 5분간 진동혼합(vortex) 한 후 원심분리(1000 × g, 5 min)하였다. 시료의 상층액은 수거하여 syringe filter (PTFE, 0.45 μm, hydrophobic; Advantec, Tokyo, Japan)로 여과한 후 HPLC용 vial병에 넣어 보관하였다. 여과액은 1200 series HPLC(Agilent Technologies, CA, USA)를 사용하여 분석하였고, 분석칼럼은 Capcell PAK C18 column (4.6 × 250 mm, 5 μm; Shiseido, Tokyo, Japan)를 사용하였다. 칼럼 온도는 40°C, 검출파장(detection wavelength)은 350 nm, 유량은 1.0 ml/min로 설정하였다. 용매 A[MeOH: water: acetic acid(92.5: 2.5: 2.5, v/v/v)]와 용매 B[MeOH: water: acetic acid(5: 92.5: 2.5, v/v/v)]를 이동상 용액으로 사용하였으며 처음에 용매 B를

10%로 시작하여 27분까지 직선적으로 50%까지 증가시킨다. 그리고 32분까지 10%로 감소시킨 후에 37분까지 그 농도를 유지시켰다(modified from Kim 등, 2007). 플라보노이드는 대응하는 7개의 표준물질의 HPLC 피크 면적과 각 성분의 면적을 이용하여 정량(mg/g dry wt.)하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 플라보노이드 분석

단메밀과 쓴메밀을 HPLC(Fig. 2)로 분석한 결과, 7 종류의 플라보노이드(chlorogenic acid, orientin, isoorientin, vitexin, isovitexin, rutin, quercetin)가 분리되었으며, 각 플라보노이드는 LC-APCI-MS 분석으로 동정하였다(Kim 등, 2007). 각 플라보노이드의 HPLC 용출시간

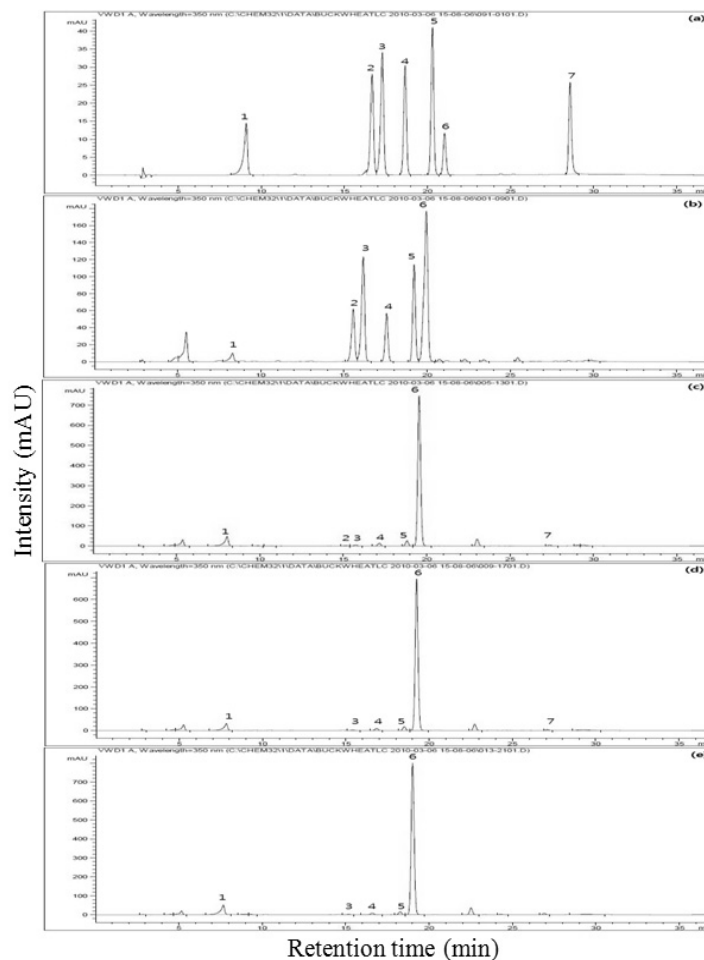


Fig. 2. HPLC profiles of flavonoids isolated from buckwheats: (a), Seven standards of flavonoids; (b), Kitawase; (c), Hokkai T 8; (d), Hokkai T 9; (e), Hokkai T 10. Peak number: 1, chlorogenic acid; 2, orientin; 3, isoorientin; 4, vitexin; 5, isovitexin; 6, rutin; 7, quercetin.

Table 1. Flavonoid compounds separated and identified from buckwheats(cv. Kitawase, Hokkai T 8, Hokkai T 9, Hokkai T 10).

Compound name	RT ¹⁾ (min)	Chemical formula	Molecular weight
Chlorogenic acid	9.09	C ₁₆ H ₁₈ O ₉	354
Orientin	16.7	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₁	448
Isoorientin	17.3	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₁	448
Vitexin	18.7	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₀	432
Isovitexin	20.3	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₀	432
Rutin	21.0	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₆	610
Quercetin	28.6	C ₁₅ H ₁₀ O ₇	302

1) Retention time.

Table 2. Flavonoid contents of buckwheats during plant growth. (mg/g dry wt.)

Cultivars	Days after sowing	Chlorogenic acid	C-glycosylflavones				Rutin	Quercetin	Total
			Orientin	Isoorientin	Vitexin	Isovitexin			
Kitawase	10d	1.14±0.06	5.38±0.63	6.59±0.76	3.13±0.54	4.95±0.81	14.33±0.86	0.10±0.01	35.61±3.39
	18d	0.97±0.08	1.08±0.19	1.33±0.23	0.63±0.14	0.99±0.22	32.07±1.65	0.13±0.03 ²⁾	37.07±1.45
	20d	0.86±0.05	0.82±0.17	1.01±0.21	0.48±0.09	0.74±0.14	32.55±3.63	ND ¹⁾	36.50±3.77
	22d	0.83±0.04	0.55±0.10	0.68±0.11	0.32±0.05	0.50±0.08	33.64±2.47	ND	36.53±2.79
	30d	1.03±0.20	0.28±0.09	0.36±0.12	0.18±0.04	0.28±0.06	31.99±5.10	ND	34.12±5.20
	Mean(n = 20)	0.97±0.15	1.62±1.97	1.99±2.40	0.95±1.15	1.49±1.82	28.92±8.00	0.12±0.03	35.96±3.31
Hokkai T 8	10d	4.66±0.88	0.26±0.02	0.29±0.02	0.73±0.07	1.04±0.08	41.24±4.70	0.20±0.03	48.37±5.66
	18d	4.21±0.40	0.13±0.01	0.10±0.03 ²⁾	0.20±0.09	0.25±0.14	37.66±4.83	0.16±0.07 ²⁾	42.49±4.93
	20d	3.98±0.38	0.17±0.04	ND	0.12±0.03	0.16±0.05	38.76±3.39	0.12±0.02	43.28±3.52
	22d	3.80±0.31	0.15±0.01	ND	0.09±0.01 ²⁾	0.11±0.03	38.27±0.94	0.10±0.00 ²⁾	42.42±1.07
	30d	2.63±0.26	ND	ND	ND	N.D.	41.83±2.64	ND	44.46±2.50
	Mean(n = 20)	3.86±0.82	0.17±0.05	0.21±0.10	0.33±0.29	0.39±0.40	39.55±13.04	0.15±0.05	44.20±4.15
Hokkai T 9	10d	3.53±0.19	0.16±0.01	0.16±0.01	0.58±0.03	0.77±0.05	44.54±2.35	ND	49.74±2.51
	18d	3.53±0.33	ND	0.09±0.01 ²⁾	0.13±0.04	0.17±0.04	39.41±3.13	ND	43.28±3.48
	20d	3.14±0.14	ND	ND	ND	0.10±0.02	37.64±2.97	ND	40.88±3.05
	22d	3.26±0.22	ND	ND	ND	0.10±0.03	42.76±1.33	ND	46.14±1.39
	30d	2.56±0.28	ND	ND	ND	ND	48.06±2.88	ND	50.67±2.63
	Mean(n = 20)	3.20±0.42	0.16±0.01	0.14±0.04	0.28±0.24	0.26±0.28	42.48±4.45	ND	46.14±4.51
Hokkai T 10	10d	5.11±0.70	0.27±0.01 ²⁾	0.34±0.08	0.57±0.03	0.75±0.06	50.46±1.75	ND	57.36±1.93
	18d	3.55±0.20	0.27±0.05	0.19±0.06	0.14±0.03	0.14±0.04	48.38±6.08	ND	52.49±6.61
	20d	3.51±0.23	ND	ND	ND	0.10±0.01	46.64±6.33	ND	50.25±6.55
	22d	3.36±0.25	ND	ND	ND	ND	53.35±7.75	ND	56.71±7.95
	30d	2.72±0.15	ND	ND	ND	ND	53.76±7.83	ND	56.48±7.95
	Mean(n = 20)	3.65±0.87	0.27±0.03	0.28±0.11	0.37±0.20	0.33±0.31	50.52±6.31	ND	54.70±6.57

1) ND, not detected.

2) n = 2(the other two were not detected).

(retention time), 분자식, 분자량은 Table 1과 같다.

2. 플라보노이드 함량

단메밀(cv. Kitawase)와 쓴메밀(cv. Hokkai T 8, Hokkai T 9, Hokkai T 10)의 rutin, C-glycosylflavones

(orientin, isoorientin, vitexin, isovitexin) 등의 플라보노이드 함량의 변화를 생장시기(파종 후 10, 18, 20, 22, 30일)에 따라 Table 2에 비교하였다. 본 실험에서는 파종 후 20일을 기준으로 전후 이틀간격(파종 후 18일과 22일)으로 rutin과 C-glycosylflavones의 함량변화를 조사하였다.

Watanabe와 Ito(2002)는 단메밀(cv. 신농1호)의 *C*-glycosylflavones 함량이 파종 후 1일에는 2.5–6 mg/g dry wt., 파종 후 7일에는 0.8–1.5 mg/g dry wt., 파종 후 15일에는 0.4 mg/g dry wt. 이하로 성장함에 따라 계속 감소하여 파종 후 19일에 전혀 검출되지 않았으며, 이후 파종 후 45일 까지 rutin(7.5 mg/g dry wt.)만 검출되었다고 보고하였다. 그렇지만 본 연구에서는 Kitawase의 *C*-glycosylflavones 함량은 감소하였지만 파종 후 20일 이후에도 *C*-glycosylflavones 가 검출되었고, 성장함에 따라 계속 감소하여 파종 후 30일에서 0.18–0.36(평균 0.28) mg/g dry wt.로 파종 후 18일(범위 0.63–1.33, 평균 1.0)과 비교하여 1/3이하 수준으로 감소하였다. 쓴메밀의 경우, Hokkai T 8의 *C*-glycosylflavones 함량은 파종 후 10일에서 0.26–1.04(평균 0.58) mg/g dry wt.로 Kitawase(3.13–6.59, 평균 5.0)보다 약 1/8배 수준이었고, 파종 후 30일에는 *C*-glycosylflavones이 전혀 검출되지 않았다. Hokkai T 9의 *C*-glycosylflavones는 파종 후 20일 이후에는 isovitexin만 검출되었고, 파종 후 30일에는 전혀 검출되지 않았다. Hokkai T 10의 *C*-glycosylflavones 함량은 Hokkai T 9와 비슷한 경향을 나타내었다. 이와 같은 *C*-glycosylflavones 함량 변화가 Watanabe와 Ito(2002)의 결과와 다른 것은 본 실험의 파종일이 9월 말로 Watanabe와 Ito의 파종일(8월)이 다르고, 일본과 한국이라는 지리적인 차이 등 재배환경의 영향도 받은 것으로 추정되지만, 비교 대상이 전혀 다른 품종이므로 명확한 원인을 밝히기 위해서는 좀 더 세밀한 검토가 필요하다고 보인다.

Chlorogenic acid 함량은 품종에 관계없이 성장함에 따라 계속 감소하는 경향을 보였다. Kitawase의 chlorogenic acid 함량은 파종 후 10일(1.14)에서 성장함에 따라 파종 후 22일(0.83)까지 계속해서 감소하다가 파종 후 30일(1.03 mg/g dry wt.)에서는 약간 증가하였다. 쓴메밀의 chlorogenic acid 함량은 세 품종 모두 파종 후 10일에서 최고값을 보였으며, 그 함량은 Hokkai T 8(4.66) < Hokkai T 9(3.53) < Hokkai T 10(5.11 mg/g dry wt.) 순서로 높았다. 또한 쓴메밀의 chlorogenic acid 함량은 Kitawase보다 약 4배 높았다. 이와 같이 chlorogenic acid 함량은 품종 간 차이가 뚜렷하였으나 그 이유는 아직 명확히 밝혀진 것이 없지만, chlorogenic acid 생합성이 백색등 조사에 의하여 촉진되며, 이에는 phenylalanine ammonia-lyase(PAL) 효소 활성이 관계가 깊은 것으로 알려져 있으므로(Lamb

and Rubery, 1976), PAL 효소 등 생합성 관련 유전자 발현도의 차이가 있을 것으로 추정된다.

메밀의 주요 플라보노이드 성분인 rutin 함량을 파종 후 20일을 기준으로 전후 이틀 간격(파종 후 18과 22일)의 변화를 확인한 결과, Kitawase의 rutin 함량은 파종 후 10일부터 18일까지 급격히 증가하여 파종 후 22일에서 최고값(33.6 mg/g dry wt.)이었고, 파종 후 30일에는 감소하는 '볼록형'증감곡선을 나타내었다. 파종 후 22일의 rutin 함량(33.6)은 총 플라보노이드 함량(36.5)의 약 92%를 차지하였으며, 파종 후 30일에서도 비슷한 경향을 나타내었다. Hokkai T 8의 rutin 함량은 파종 후 10일 이후에 감소하다가 파종 후 20일부터 증가하여 파종 후 30일에 41.8 mg/g dry wt.로 최고값을 나타내었고 이는 Kitawase보다 약 30% 정도 증가된 양이다.

Hokkai T 9, Hokkai T 10의 rutin 함량은 성장함에 따라 감소하다가 파종 후 20일을 기준으로 증가하는 'U'자형 증감곡선을 나타내었다. 그러나 Hokkai T 8의 rutin 함량은 다른 쓴메밀 품종과는 달리 파종 후 18일을 기준으로 'U'자형 증감곡선을 나타내었다. 쓴메밀에서 보통 파종 후 20일을 기준으로 rutin 함량이 증가하므로 파종 후 30일 이후의 함량 변화에 대한 추가적인 연구가 필요하다고 판단된다. Hokkai T 9의 rutin 함량은 성장함에 따라 파종 후 10일부터 20일까지 감소하였다가 이후 다시 증가하여 파종 후 30일에서 최고값(48.1 mg/g dry wt.)을 나타내었다. Hokkai T 9의 rutin의 평균 함량은 42.5 mg/g dry wt로 Kitawase(28.9)와 Hokkai T 8(39.6)비해 각각 약 32, 7% 정도 많았다. Hokkai T 10의 rutin 함량은 파종 후 10일부터 20일까지 감소하여 파종 후 20일에 최저값(46.6)을 나타내었지만, 파종 후 30일에서 최고값(53.8 mg/g dry wt.)을 나타내었다. 파종 후 30일의 Hokkai T 10의 rutin 함량은 Kitawase(32.0), Hokkai T 8(41.8), Hokkai T 9(48.1 mg/g dry wt.)보다 많았다. Hokkai T 8을 제외한 Hokkai T 10의 총 플라보노이드 함량은 파종 후 10일에서 최고값(57.4 mg/g dry wt.)을 보였는데, 다른 품종에서는 일반적으로 파종 후 30일에서 가장 높게 나타났다.

메밀의 플라보노이드의 생체조절기능이 밝혀지며 주목을 받고 있으며, 특히 rutin은 동맥경화, 고혈압의 예방과 치료, 항산화효과 등의 여러 가지 생리활성 기능을 가지고 있는 것으로 알려져 있다(Christel 등, 2000, Griffith 등, 1995, Holasova 등, 2002, Lee 등, 2000, Matsubara 등,

1995). C-glycosylflavones(orientin, isoorientin, vitexin, isovitexin) 중에서 vitexin은 초과산화물의 생성 억제, 항노화작용 등의 생리활성이 있다고 알려져 있다(Kim 등, 2005). 또한 orientin, vitexin, isovitexin은 구조 활성 관계에 의하여 항간독성 효과가 있는 것으로 알려져 있다(Orhan 등, 2003). 따라서 쓴메밀(특히 Hokkai T 10)은 생장 전 과정동안에 rutin함량이 Kitawase과 비교하여 매우 높으므로 rutin에 관한 효능 평가가 중요하다. 그러나 Kitawase는 초반기인 파종 후 10일의 C-glycosylflavones 함량이 쓴메밀보다 많으므로 C-glycosylflavones에 관한 효능 평가를 재고 할 필요가 있다고 사료된다.

3. 부위별 플라보노이드 함량

단메밀(cv. Kitawase)와 쓴메밀(cv. Hokkai T 8, Hokkai T 9, Hokkai T 10)의 파종 후 30일의 부위별(잎, 줄기, 꽃) 플라보노이드 함량을 조사하여 Table 3에 나타내었다. Kitawase의 chlorogenic acid 함량은 잎과 줄기에는 각각 0.23, 0.71 mg/g dry wt.으로 소량 포함되어 있지만 꽃(14.6)에는 잎보다 63배, 줄기보다 20배 이상 높았다. C-glycosylflavones는 잎에서만 소량(범위 0.23-0.44, 평균 0.35 mg/g dry wt.) 검출되었지만 모든 쓴메밀 품종에서는 전혀 검출되지 않았다. 그리고 rutin은 줄기(8.01)보다

잎(42.8)과 꽃(78.7 mg/g dry wt.)에 많이 함유되어 있었다. 특히 꽃의 rutin 함량은 쓴메밀에서 rutin 함량이 가장 많은 Hokkai T 10의 잎(68.0 mg/g dry wt.) 보다 약 10% 많았다.

쓴메밀(Hokkai T 8, Hokkai T 9, Hokkai T 10)에서 chlorogenic acid 함량은 줄기(범위3.98-4.13, 평균 4.03)가 잎(범위 1.57-2.16, 평균 1.85)보다 2배 이상 많았으며, Hokkai T 10 에서 4.13 mg/g dry wt.로 최고값을 나타내었다. 이러한 결과는 6주간 일장처리 된 쓴메밀의 rutin 함량이 일장처리에 관계없이 잎의 함량이 줄기보다 2.5-4 배 높았던 선행연구(Park 등, 2004)와 유사하였다. 또한 Kreft 등(2006)에 의하면, 단메밀과 쓴메밀의 rutin 함량이 줄기보다는 잎에서 높았는데, 본 실험에서도 Kitawase의 rutin 함량은 잎(42.8) > 줄기(8.01) 순서이고, 쓴메밀의 rutin 함량도 잎(범위 51.3-68.0, 평균 57.0) > 줄기(범위 8.21-15.9, 평균 10.8 mg/g dry wt.) 순서로 동일한 결과이었다. Hokkai T 10의 잎의 rutin 함량이 68.0 mg/g dry wt.로 Hokkai T 8(51.3), Hokkai T 9(51.7)보다 약 24-25% 높았다. 특히 Kitawase의 꽃의 rutin 함량은 78.7 mg/g dry wt.로 모든 부위 중에서 가장 높기 때문에 기능성성분의 활용가치가 가장 높다고 생각된다. 그러나 꽃의 수량이 적기 때문에 잎과 혼용하는 것이 기능성 성분(rutin) 활용의 효율을 높이는 것이라고 판단된다.

Table 3. Flavonoid contents in different plant parts of buckwheats at 30 days after sowing. (mg/g dry wt.)

Cultivars	Portions	Chlorogenic acid	C-glycosylflavones				Rutin	Total ²⁾
			Orientin	Isoorientin	Vitexin	Isovitexin		
Kitawase	Leaf	0.23±0.03	0.37±0.13	0.44±0.15	0.23±0.07	0.35±0.11	42.75±1.43	44.36±1.05
	Stem	0.71±0.03	ND ¹⁾	ND	ND	ND	8.01±0.25	8.72±0.27
	Flower	14.64±0.66	ND	ND	ND	ND	78.70±2.77	93.34±2.83
	Mean(n = 9)	5.19±7.10	0.37±0.13	0.44±0.15	0.23±0.07	0.35±0.11	43.15±30.65	48.81±36.82
Hokkai T 8	Leaf	2.16±0.32	ND	ND	ND	ND	51.28±5.69	53.44±5.43
	Stem	3.99±0.51	ND	ND	ND	ND	8.31±1.83	12.30±2.31
	Mean(n = 8)	3.07±1.06	ND	ND	ND	ND	29.80±23.30	32.87±22.32
Hokkai T 9	Leaf	1.57±0.17	ND	ND	ND	ND	51.74±6.66	53.31±6.82
	Stem	3.98±0.22	ND	ND	ND	ND	8.21±1.38	12.19±1.32
	Mean(n = 8)	2.78±1.30	ND	ND	ND	ND	29.98±23.69	32.75±22.44
Hokkai T 10	Leaf	1.82±0.36	ND	ND	ND	ND	68.04±10.48	69.86±10.52
	Stem	4.13±0.56	ND	ND	ND	ND	15.86±1.59	19.99±1.66
	Mean(n = 8)	2.97±1.31	ND	ND	ND	ND	41.95±28.74	44.92±27.55

1) ND, not detected.

2) Quercetin was not detected.

IV. 결론

단메밀(cv. Kitawase)과 쓴메밀(cv. Hokkai T 8, Hokkai T 9, Hokkai T 10)의 생장에 따른 플라보노이드(rutin, C-glycosylflavones 등) 함량의 경시적 변화를 HPLC분석을 통하여 조사하였다. Kitawase의 C-glycosylflavones 함량은 생장함에 따라 파종 후 10일부터 30일까지 계속해서 감소하였고, 쓴메밀의 C-glycosylflavones 함량은 생장함에 따라 감소하여 파종 후 30일에서는 전혀 검출되지 않았다. 총 플라보노이드 함량(chlorogenic acid, C-glycosylflavones, rutin, quercetin)의 평균은 쓴메밀이 Kitawase보다 높았으며, 그 중 rutin 함량(파종 후 10 일의 Kitawase 제외)은 메밀 중 총 플라보노이드 함량의 80% 이상을 차지하고 있는 가장 주된 성분이었다. 특히 Hokkai T 10의 rutin 함량은 파종 후 30일에서 53.8 mg/g dry wt.로 모든 품종 중에서 가장 높았다. 부위별 플라보노이드 함량(파종 후 30일)을 보면, C-glycosylflavones는 Kitawase의 잎에서만 소량(범위 0.23-0.44, 평균 0.35 mg/g dry wt.) 검출되었고, 쓴메밀에서는 전혀 검출되지 않았다. Kitawase의 rutin 함량은 꽃(78.7) > 잎(42.8) > 줄기(8.01 mg/g dry wt.)의 순서로 꽃의 rutin 함량이 가장 높았다. 쓴메밀의 잎의 rutin 함량은 Hokkai T 10 > Hokkai T 9 > Hokkai T 8의 순서로 Hokkai T 10이 68.0 mg/g dry wt.로 쓴메밀 중에서 가장 높았다. 메밀은 동맥경화, 항산화효과 등 여러 가지 기능성을 갖고 있는 rutin 이외에도 C-glycosylflavones 등 다양한 플라보노이드를 함유하고 있으므로 향후 그 성분들의 생리활성에 관한 연구가 기대된다.

감사의 글

이 연구는 2010년도 충남대학교 학술연구비에 의해 지원되었음.

참고 문헌

1. Cheristel QD, Gressier B, Vasseur J, Dine T, Brunet C, Luyckx M, Cazin JC, Bailleul F, Trotin F. 2000. Phenolic compounds and antioxidant activities of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) hulls and flour. *J. Ethnopharmacol.* 72: 35-42.
2. Choi BH. 1992. Status of buckwheat genetic resources in East Asia-1991. *Korean J. Breed. Sci.* 24: 293-301. [in Korean]
3. Griffith JQ, Couch JF, Lindauer MA. 1995. Effect of rutin on increased capillary fragility in man. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* 55: 228-229.
4. Havsteen BH. 2002. The biochemistry and medical significance of the flavonoids. *Pharmacol. Ther.* 96: 67-202.
5. Ikeda S, Yamashita T, Murakami T. 1995. Minerals in buckwheat. In *Current Advances in Buckwheat Research* edited by Matano T, Ujihara A. pp. 789-792. Shinshu University Press, Asahi Matsumoto City.
6. Jiang P, Burczynski F, Campbell C, Pierce G, Austria JA, Briggs CJ. 2007. Rutin and flavonoid contents in three buckwheat species *Fagopyrum esculentum*, *F. tataricum*, and *F. homotropicum* and their protective effects against lipid peroxidation. *Food. Res. Intern.* 40: 356-364.
7. Kim DK, Chon SU, Lee KD, Kim JB, Rim YS. 2008. Variation of flavonoids contents in plants of mungbean. *Korean J. Crop. Sci.* 53(3): 279-284. [in Korean]
8. Kim JH, Lee BC, Kim JH, Sim GS, Lee DH, Lee KE, Yun YP, Pyo HB. 2005. The isolation and antioxidative effects of vitexin from *Acer palmatum*. *Arch. Pharm. Res.* 28(2): 195-202.
9. Kim SJ, Zaidul ISM, Maeda T, Suzuki T, Hashimoto N, Takigawa S, Noda T, Matsuura-Endo C, Yamauchi H. 2007. A time-course study of flavonoids in the sprouts of tartary (*Fagopyrum tataricum* Gaertn.) buckwheats. *Sci. Hortic.* 115: 13-18.
10. Kim SJ, Zaidul ISM, Maeda T, Suzuki T, Hashimoto N, Takigawa S, Noda T, Matsuura-Endo C, Yamauchi H. 2008. Comparison of phenolic compounds between common and tartary buckwheat (*Fagopyrum*) sprouts. *Food Chem.* 110: 814-820.
11. Kim SL, Kim SK, Park CH. 2004. Introduction and nutritional evaluation of buckwheat sprouts as a new vegetable. *Food. Res. Intern.* 37: 319-327.
12. Kreft I, Fabjan N, Yasumoto K. 2006. Rutin content in buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) food materials and products. *Food Chem.* 98: 508-512.
13. Lee JS, Park SJ, Sung KS, Han CK, Lee MH, Jung CW, Kwon TB. 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. [in Korean]
14. Lamb CJ, Rubery PH. 1976. Photocontrol of chlorogenic acid biosynthesis in potato tuber discs. *Phytochemistry* 15: 665-668.
15. Margna U, Margna E. 1978. Differential biosynthesis of buckwheat flavonoids from endogenous substrates. *Biochem. Physiol. Pflanzen* 173: 347-354.
16. Marshall HG, Pomeranz Y. 1982. Buckwheat description, breeding, production and utilization. *Advances Cereal Sci. Technol.* 5: 157-212.
17. Matsubara Y, Kumamoto H, Iizuka Y, Murakami T, Okamoto K, Miyake H, Yokoi K. 1985. Structure and hypotensive effect of flavonoid glycosides in Citrus unshiu peelings.

- Agri. Biol. Chem. 49: 900-914.
18. Moon TC, Park JO, Chung KW, Son KH, Kim HP, Kang SS, Chang HW, Chung KC. 1999. Anti-inflammatory activity of the flavonoid components of *Lonicera japonica*. *Yakhak Hoeji* 43: 117-123. [in Korean]
 19. Orhan DD, Aslan M, Aktay G, Ergun E, Yesilada E, Ergun F. 2003. Evaluation of hepatoprotective effect of *Gentiana olivieri* herbs on subacute administration and isolation of active principle. *Life Sci.* 72: 2273-2283.
 20. Park BJ, Chang KJ, Park JJ, Park CH. 2004. Effects of temperature and photoperiod on the growth of tatar buckwheat (*Fagopyrum tataricum*). *Korean J. Plant Resour.* 17: 352-357. [in Korean]
 21. Park BJ, Kwon SM, Park CH, Chang KJ, Park JI, 2005. Comparison in growth characters and rutin contents at early stage between common (*F. esculentum*) and tartary buckwheat (*F. tataricum*). *Korean J. Crop Sci.* 50: 150-151. [in Korean]
 22. Park BJ, Kwon SM, Park JI, Chang KJ, Park CH. 2005. Phenolic compounds in common and tartary buckwheat. *Korean J. Crop Sci.* 50: 175-180. [in Korean]
 23. Pomeranz Y, Marshall HG, Robbins GS, Gilbertson JT. 1975. Protein content and amino acid composition of maturing buckwheat. *Cereal Chem.* 52: 479-485.
 24. Pomeranz Y. 1983. Buckwheat: structure, composition and utilization. *CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 19: 213-258.
 25. Sharma RR, Demirci A, Beuchat LR, Pett WF. 2002. Inactivation of *Escherichia coli* O157:H7 on inoculated alfalfa seeds with ozonated water and heat treatment. *J. Food Prot.* 65: 447-451.
 26. Suzuki T, Kimura M, Kawakatsu M, Nakatsuka K, Kim SJ, Mukasa Y, Yokota S, Yamauchi H, Takigawa S, Noda T, Hashimoto N, Matsuura-Endo C. 2008. "Hokkai T 9" and "Hokkai T 10": new tartary buckwheat varieties for sprouts and dried powders. *Hokkaido Agricultural Research* 188: 45-53. [in Japanese]
 27. Watanabe M, Ito M. 2002. Changes in antioxidative activity and flavonoids composition of the extracts from aerial parts of buckwheat during growth period. *Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi* 49: 119-125. [in Japanese]
 28. Weiss A, Hammes WP. 2003. Thermal seed treatment to improve the food safety status of sprouts. *J. Appl. Bot.* 77: 152-155.