

녹두 식물체 부위별 Flavonoids 함량 변화

김동관*[†] · 천상욱** · 이경동*** · 김정봉**** · 임요섭*****

*전라남도농업기술원, **(주)이파리넷, ***동신대학교, ****농업생명공학연구원, *****순천대학교

Variation of Flavonoids Contents in Plant Parts of Mungbean

Dong-Kwan Kim*[†], Sang-Uk Chon**, Kyung-Dong Lee***, Jung-Bong Kim****, and Yo-Sup Rim*****

*Jeollanamdo Agricultural Research and Extension Services, Naju 520-715, Korea

**EFARINET Co. Ltd., TBI Center, Chosun University, Gwangju 501-759, Korea

***Department of Oriental Medicine Materials, Dongshin University, Naju 520-714, Korea

****National Institute of Agricultural Biotechnology, RDA, Suwon 441-707, Korea

*****College of Bio Industry Science, Suncheon National University, Suncheon 540-742, Korea

ABSTRACT This study carried out to investigate the variation of flavonoids contents in mungbean (*Vigna radiata* L.) according to plant parts, harvesting time, growth stage, and sowing time. Vitexin and isovitexin were found only in the seeds but not in the leaves, petioles, stems, and roots. Vitexin and isovitexin in seeds were detected only in the seed coat at concentration of 51.1 and 51.7 mg·g⁻¹, respectively, but not in the cotyledon. There were no differences in the content of vitexin and isovitexin in mungbean seeds according to early, recommended and late harvesting times. Rutin in leaves was isolated and identified as a functional substance. The content of rutin was the highest in the leaves and higher in the order of petioles and stems. However, there was no rutin in the seeds, roots, and pods. The highest rutin content in the leaves, petioles and stems was observed at the 3rd leaf stage, which was higher in the order of the 5th and 7th leaf stage.

Keywords : mungbean, vitexin, isovitexin, rutin

일반적으로 flavonoids류 등 기능성 성분은 미량으로 함유되어 있고, 품종, 지역, 연차 및 온도 등의 재배 환경조건에 따라 함량변이가 크며(Hoeck *et al.*, 2000; Kitamura *et al.*, 1991), 특정부위에 상대적으로 다량 함유되어 있다(Kim & Kim, 1996). 녹두의 경우 종실의 물 추출물에서 vitexin과 isovitexin을 동정하였고(Jeong *et al.*, 1998), vitexin과 isovitexin 고함유 녹두 계통선발, 주요 형질과 vitexin이나 iso-

vitexin간 상관관계, 발아과정에서 종피와 자엽의 vitexin과 isovitexin 함량 변화 등이 보고(Kim *et al.*, 2005) 되었다. 녹두에서 분리한 vitexin과 isovitexin은 항산화, 항염증 및 미백활성 등이 우수하다(Kim *et al.*, 1998). 또한 이들 물질은 이끼류, 현미, 메밀 등에도 분포하는데 이끼류에서 분리한 vitexin은 *Enterobacter cloacae*, *E. aerogenes*에 대한 억제활성(Adriana *et al.*, 1999), 현미에서 분리한 isovitexin은 α-tocopherol과 유사한 항산화활성을 보인다(Narasimhan *et al.*, 1989). 한편 녹두 잎에 isoquercitrin, rutin, kaempferol 7-rhamnoside, kaempferol 3-glucoside, 꽃에는 isoquercitrin, rutin, kaempferol 3-sophoroside, kaempferol 3-glucoside, quercetin 3-glycoside, rubinin, 줄기에는 isoquercitrin, kaempferol 3-glucoside, kaempferol 3-rutinoside이 분포한다고 하였다(Seneviratne and Harborne, 1992; Williams *et al.*, 1995). 특히 메밀에 다량 분포하는 rutin은 혈관의 투과성 조절, 모세혈관 강화효과, 항염증성 성질 때문에 제약분야에서도 중요하다(Steinegger and Hansel, 1980). 따라서 생육단계에 따른 rutin 함량변이(Kim *et al.*, 1994b), 유전자원의 종실 및 식물체내 rutin 함량 변이(Kim *et al.*, 1994a; Park *et al.*, 2005), 토양개량제가 rutin 생합성과 수량에 미치는 효과(Kim *et al.*, 1999) 등 메밀에서 rutin 함량변이에 대한 다양한 연구가 진행되었다. 이처럼 vitexin과 isovitexin은 녹두에서 분리 동정 및 함량 차이에 대한 연구는 종실만을 대상으로 이루어졌고, 종실 수확시기별, 종실 부위별, 뿌리와 잎 등 식물체 기타 부위별로 정밀하게 정량하여 보고된 경우는 없다. 그리고 전술한바와 같이 rutin 등 주요 2차 대사산물이 녹두 잎, 꽃, 줄기에 분포한다고 하였으나 부위에 따른

[†]Corresponding author: (Phone) +82-61-330-2563
(E-mail) dkkim@jares.go.kr <Received March 19, 2008>

각 성분별 함량을 정밀하게 분석하여 보고된 경우 또한 전무한 실정이다. 따라서 녹두 생육단계에 따른 식물체 각 부위별, 종실의 조·적·만기 수확 등에 따른 flavonoid의 분석 대상 물질로 종실에 많이 분포한다고 이미 보고(Kim *et al.*, 1998)된 vitexin과 isovitexin을 선정하였다. 그리고 종실 다음으로 녹두의 이용 가치 증진에 적합한 부위가 잎이라고 판단하고 잎에 많이 분포하는 flavonoid를 분리 동정하여 생육시기 및 식물체 부위별 함량 차이를 구명함으로써 녹두 이용성 증진에 기여하고자 본 연구를 수행하였다.

재료 및 방법

녹두 잎에 가장 많이 분포하는 flavonoid를 구명하고자 2005년에 어울녹두를 온실에서 재배하여 5엽기에 채취된 잎을 60°C에서 72시간 건조하여 믹서기(HMF-985, Hanil)로 마쇄하여 시료로 사용하였다. 마쇄시료 1 kg을 진공(60~70 mmHg) 저온(40°C) 조건에서 80% 메탄올(2 L)로 고속추출농축기(Cosmos 660, 경서산업기계)를 이용하여 48시간 추출하였다. 추출물은 여과지(Whatman No. 5)로 여과하고 methylene chloride로 지질을 제거한 후 ethyl acetate로 분획하였다. Ethyl acetate 분획물은 감압농축 후 80% 메탄올을 이동상으로 하여 Sephadex LH-20 컬럼(AKTA prime plus, Amersham)을 통해 254 nm에서 3개의 용리층을 분리하였다. 획득한 분리물을 일정수준 농축하여 chloroform-methanol(3:1)을 전개 용매로 2회 thin layer chromatography(0.25 mm silica gel 60 F₂₅₄)를 수행하였다. TLC 분리층에 직접 10% sulfuric acid와 DPPH 용액(0.15 mM, 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl methanol solution) 발색반응(Kim *et al.*, 2002)을 검정한 결과 3번째 용리층의 TLC 분리층 중에서 강한 발색반응을 보이고 밴드가 두꺼운 1번 밴드를 분리하였다. 분리한 순수물질은 MS, ¹H-NMR 및 HPLC

spectrum 분석을 통해 동정하였다. 이때 MS spectrum은 FINNIGAN LCQ Deca XP MAX ion trap mass spectrometry(San Jose, CA, USA)로 측정하였고 이동상 가스는 N₂를 이용하였다. ¹H-NMR spectrum은 Bruker AM 500(500 MHz, Germany)으로 측정하였고 용매로는 내부표준 물질인 tetramethylsilane가 함유된 CD₃OD를 사용하였다.

본 연구에 이용된 녹두 품종은 남평녹두, 금성녹두, 어울녹두, 삼강녹두, 소선녹두, 장안녹두, 선화녹두로 전남 나주에서 2005년과 2006년에 재배하였다. 2005년에는 6월 5일에 2006년에는 6월 21일에 60×10 cm로 파종하여 본엽 2엽기에 주당 2개체씩 고정하였다. 시비량은 1,000 m² 당 질소 4 kg, 인산 7 kg, 칼리 6 kg을 경운 쇄토 전에 전량기비 하였고 기타 재배법은 관행에 준하였다. 부위별 vitexin, isovitexin 및 rutin 분석용 시료는 3엽기, 5엽기, 7엽기, 1차와 3차 수확기에 뿌리, 줄기, 엽병, 잎, 꽃, 꼬투리, 종실을 채취하였다. 그리고 수확시기에 따른 종실의 vitexin과 isovitexin 함량 변이를 검토하고자 1차와 2차 수확 적기, 조기(꼬투리 일부 황색화) 및 만기(꼬투리 전체 흑색화 후 7일)에 수확하였다. 또한 종실의 부위별 vitexin과 isovitexin 함량을 검토하고자 1차 적기에 수확한 종실을 도정기(Pearlest, Kett)로 자엽과 종피로 정밀하게 분리하였다. 또한 녹두 파종기에 따른 잎의 rutin 함량을 구명하고자 전남 나주에서 금성녹두, 어울녹두, 삼강녹두를 이용하여 2006년 5월 17일, 6월 7일, 6월 27일, 7월 15일, 8월 4일에 파종 하였다. 녹두 잎은 파종기별로 개화시에 전체 잎을 채취하였다.

Vitexin, isovitexin 및 rutin 분석용으로 채취한 시료는 증류수로 세척하고 60°C에서 48시간 건조하여 초저온기(-70°C)에 보관한 후 최종 분석시료가 확보된 후 동일조건으로 재건조하여 이용하였다. 시료 중 종실은 분쇄기(C/11/1, Glenmills, USA), 뿌리 등 기타 시료는 믹서기(HMF-985, Hanil)를 이용하여 분쇄하여 분석시료로 활용하였다. 한편 분석시료의

Table 1. High performance liquid chromatography (HPLC) conditions for analysis of vitexin, isovitexin and rutin.

Flavonoids	Conditions	
Vitexin and isovitexin	Mobile phase	A(H ₂ O : EtOAc = 92 : 8) : B(MeOH) = 85 : 15
	Flow rate	1 mL·min ⁻¹
	Detector	Photo diode array 254 nm
	Column type	SunFire C18 5 μm
	Oven temperature	40°C
Rutin	Mobile phase	2.5% Acetic acid : MeOH : Acetonitrile = 35 : 5 : 10
	Flow rate	1 mL·min ⁻¹
	Detector	Photo diode array 255 nm
	Column type	SunFire C18 5 μm
	Oven temperature	40°C

수분함량은 분쇄시료 3.0 g을 105°C에서 2시간 건조하여 건조 전·후 무게변화를 기초로 수분함량을 평가하는 상압 가열건조법으로 측정하였고, vitexin, isovitexin, rutin 함량은 수분함량을 보정한 무게로 환산하여 산출하였다. 마쇄한 시료 1 g을 70% 에탄올 80°C에 90분간 추출한 후 여과지(Whatman No. 5)로 잔사를 제거하고 100 mL로 정용한 후 syringe filter(0.2 µm)로 여과한 후 실시하였다. HPLC는 Waters 2996 Photodiode Array 검출기와 Empower software가 장착된 Waters 2695 Alliance System(Milford, MA, USA)을 사용하여 Table 1의 조건으로 분석하였다(Kim *et al.*, 2005; Park *et al.*, 2005). 각 시료는 3반복 분석하였고 vitexin, isovitexin, rutin 표준물질을 이용하여 외부표준물질의 농도별 peak 면적을 기초로 검량식에 의해 계산하였다.

결과 및 고찰

남평녹두, 금성녹두, 어울녹두, 삼강녹두, 소선녹두, 장안녹두, 선화녹두 등 녹두 7품종의 주요 생육단계에 따른 부위별 vitexin과 isovitexin 분포를 검토한 결과, Table 2와 같이 3, 5, 7엽기 및 1, 3차 종실 수확기 등 검토한 모든 생육단계의 뿌리, 줄기, 엽병, 잎, 꽃 및 헹에서는 검출되지 않았다. 반면에 종실에만 vitexin과 isovitexin이 함유되어 1차 수확기에는 각각 8.9, 9.1 mg·g⁻¹, 3차 수확기에는 각각

10.5, 10.8 mg·g⁻¹ 분포하였다. 따라서 녹두 재배과정에서 발생하는 잎, 줄기 등 부산물을 활용하여 vitexin과 isovitexin 관련한 부가가치증진 제품개발은 곤란한 것으로 판단된다. 이와 같이 vitexin과 isovitexin은 종실에만 분포하기 때문에 이들 함량이 많은 유전자원의 선발지표 확립, 유전자원 선발 및 품종육성 등이 녹두 종실의 부가가치 증진을 위한 과제라고 판단된다.

상기 7개 녹두 품종을 대상으로 1차와 2차 수확기를 구분하여 각 수확기별로 꼬투리 전체가 흑색이고 종실이 익었을 때인 적기, 꼬투리 일부가 황색으로 변하는 단계인 조기, 적기보다 7일 늦은 만기에 수확하였을 때 종실의 vitexin과 isovitexin 분포를 검토하였다. 그 결과 Table 3과 같이 1차와 2차 수확기 모두 조·적·만기 수확에 따른 종실의 vitexin과 isovitexin의 함량은 유의성 있는 차이를 보이지 않았다. 따라서 녹두의 vitexin과 isovitexin 함량을 증진시킬 목적으로 각 수확기별 종실의 수확 조·만을 조절할 필요는 없다고 판단된다.

한편 국내의 녹두 소비 패턴은 종실 전체를 이용하거나 종피를 제거하고 자엽(간녹두)만을 이용하는 경우가 있다. 종피를 제거할 경우 부산물이 원료 종실 대비 30% 이상 발생하나 그 부산물의 적절한 이용방법이 개발되지 않아 버려지거나 퇴비로 이용되는 실정이다. 따라서 flavonoid류 중 녹두 종실에 가장 많은 vitexin과 isovitexin의 종피와 자엽

Table 2. Vitexin and isovitexin contents in plant parts at different growth stages in mungbean.

Growth stage	Vitexin (mg·g ⁻¹)							Isovitexin (mg·g ⁻¹)						
	R	S	P	L	F	P	S	R	S	P	L	F	P	S
3rd leaf stage	nd	nd	nd	nd	-	-	-	nd	nd	nd	nd	-	-	-
5th leaf stage	nd	nd	nd	nd	-	-	-	nd	nd	nd	nd	-	-	-
7th leaf stage	nd	nd	nd	nd	nd	-	-	nd	nd	nd	nd	nd	-	-
1st Harvest time	nd	nd	nd	nd	-	nd	8.9	nd	nd	nd	nd	-	nd	9.1
3rd Harvest time	nd	nd	nd	nd	-	nd	10.5	nd	nd	nd	nd	-	nd	10.8

R: Root; S: Stem; P: Petiole; L: Leave; F: Flower; P: Pod; S: Seed; nd: not detected; -: not determined.

Table 3. Variation of vitexin and isovitexin contents in seeds of mungbean varieties at different harvesting time.

Harvesting time	Vitexin (mg·g ⁻¹)			Isovitexin (mg·g ⁻¹)		
	1st harvest	2nd harvest	Average	1st harvest	2nd harvest	Average
Early	7.9a [†]	8.3a	8.1a	7.3a	8.5a	7.9a
Recommended	8.0a	8.3a	8.2a	7.3a	8.8a	8.1a
Late	8.3a	9.4a	8.9a	7.9a	9.8a	8.9a

[†]Mean separation within columns by DMRT at 5% level.

간의 분포 차이를 구명하고자 상기 7개 품종을 대상으로 검토하였다. 그 결과 Table 4와 같이 vitexin과 isovitexin은 종피에 각각 52.1, 51.7 mg·g⁻¹ 분포한 반면 자엽에서는 검출되지 않았다. 참고로 본 연구에 이용된 7개 품종의 종실 전체에 대한 종피의 비율은 17.8%였다. 따라서 녹두 종실의 도정과정에서 나오는 부산물인 종피(자엽 일부 함유)를 이용한다면 원료에 대한 비용부담 없이 항산화, 항염증, 미백활성 등에 우수한 vitexin과 isovitexin(Kim *et al.*, 1998; Narasimhan *et al.*, 1989)을 추출하거나 분리하여 기능성제 품용 원료로 이용함으로써 부가가치증진이 가능할 것으로 판단된다.

녹두 잎에 분포하고 DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)에 의한 항산화활성이 강하며 함량이 많은 물질을 분리하고

LC-ESI-MS-MS로 분석한 결과, Fig. 1과 같이 UV 최대 흡광 파장이 255, 355 nm이므로 flavonoids의 일종으로 보여지며 분자량[M+H=611]과 그 fragments[464, 303]로 보아 quercetin-3-O-rutinoside(rutin)로 추정하고(Jean-Marc *et al.*, 2006), ¹H-NMR 분석결과는 Fig. 2와 같고 rutin의 라이브러리 data와 일치할 뿐만 아니라 HPLC 분석결과 rutin hydrate (Sigma Co., USA) 표준품과 일치하여 rutin으로 동정하였다. Rutin은 녹두 잎에 분포한다는 보고(Seneviratne and Harborne, 1992)는 있으나 생육단계나 부위에 따른 분포에 대한 연구는 전무한 실정이다.

남평녹두, 금성녹두, 어울녹두, 삼강녹두, 소선녹두, 장안녹두, 선화녹두 등 7품종의 주요 생육단계에 따른 부위별 rutin 함량을 분석하였다. 그 결과 Table 5와 같이 잎, 꽃, 엽

Table 4. Variation of vitexin and isovitexin contents in seed coats of mungbean varieties at different harvesting time.

Division	Vitexin (mg·g ⁻¹)	Isovitexin (mg·g ⁻¹)	Proportion of weight (%)
Seed coat	52.1	51.7	17.8
Cotyledon	0	0	82.2
Seed	8.6	9.0	100.0

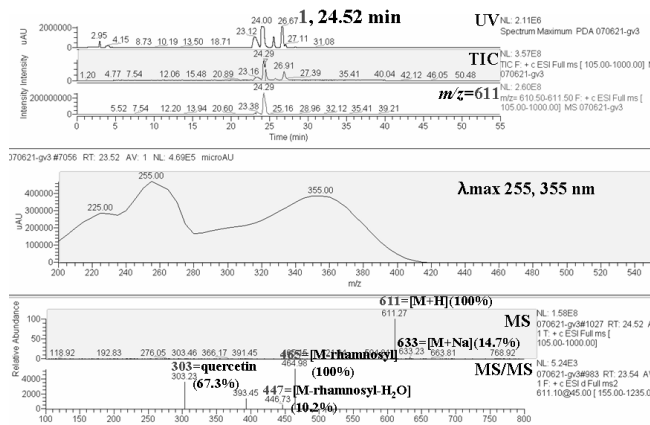


Fig. 1. LC-ESI-MS-MS spectrum of rutin from mungbean leaves.

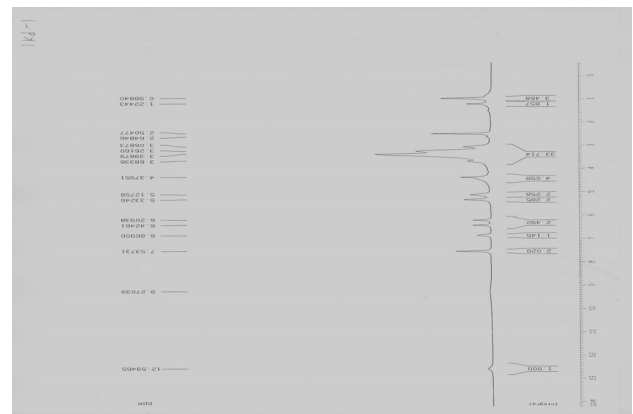


Fig. 2. ¹H-NMR spectrum of rutin from mungbean leaves.

Table 5. Rutin content by the plant part according to mungbean growth stage.

Growth stage	Rutin (mg·g ⁻¹)						
	Root	Stem	Petiole	Leaf	Flower	Pod	Seed
3rd leaf stage	nd	0.30	0.62	9.54	-	-	-
5th leaf stage	nd	0.04	0.33	5.15	-	-	-
7th leaf stage	nd	0.04	0.21	2.10	0.59	-	-
1st Harvest time	nd	0.01	0.08	1.43	-	nd	nd
3rd Harvest time	nd	nd	0.02	1.24	-	nd	nd

nd: not detected; -: not determined.

적 요

녹두의 식물체 부위, 수확시기, 생육단계, 파종기 등에 따른 주요 flavonoids의 함량 차이를 구명하고자 본 연구를 수행하였다.

1. Vitexin과 isovitexin은 녹두 식물체 부위 중에서 종실에만 분포하고 잎, 엽병, 줄기, 뿌리에서는 검출되지 않았다.
2. 녹두 종피에만 vitexin은 52.1 mg·g⁻¹, isovitexin은 51.7 mg·g⁻¹ 분포하고 자엽에서는 검출되지 않았다.
3. 녹두 조·적·만기 수확에 따른 vitexin과 isovitexin 함량은 차이가 없었다.
4. 녹두 잎에 다량 함유된 기능성 물질을 분리 동정한 결과 rutin이었다.
5. Rutin 함량은 녹두 잎, 엽병, 줄기 순으로 많고, 종실, 뿌리, 협에서는 검출되지 않았다.
6. 녹두 잎, 엽병, 줄기에 함유된 rutin은 3, 5, 7엽기 순으로 유묘기일수록 많았다.

사 사

본 논문은 농촌진흥청 연구비 지원에 의해 수행된 결과의 일부이며 이에 감사드립니다.

인용문헌

Adriana, B., S. Giordano, J. A. Lopez-Saez, and R. C. Cobiانchi. 1999. Antibacterial activity of pure flavonoids isolated from mosses. *Phytochemistry* 52 : 1479-1482.

Hoeck, J. A., W. R. Fehr, P. A. Murphy, and G. A. Welke. 2000. Influence of genotype and environment on isoflavone contents of soybean. *Crop Sci.* 40 : 48-51.

Jean-Marc, R., L. Kerchoas, I. Debeaujon, L. Pourcel, M. Caboche, J. Einhorn, and L. Lepiniec. 2006. Flavonoid diversity and biosynthesis in seed of *Arbidopsis thaliana*. *Planta* 224 : 96-107.

Jeong, S. J., T. H. Kang, E. B. Ko, and Y. C. Kim. 1998. Flavonoids from the seeds of *Phaseolus radiatus*. *Kor. J. Pharmacogn.* 29(4) : 357-359.

Kim B. J., J. H. Kim, Y. Hea, and H. P. Kim. 1998. Antioxidant and anti-inflammatory activities of the mungbean. *Cosmetics & Toiletries magazine* 113 : 71-74.

Kim, D. K., J. B. Kim, S. K. Chon, and Y. S. Lee. 2005. Antioxidant potentials and quantification of flavonoids in mungbean (*Vigna radiata* L.) seeds. *Korean J. Plant Res.* 8(2) : 122-129.

Kim, H. K., Y. Lee, B. H. Kim, and B. K. Yun. 1999. The

병, 줄기 순으로 많이 분포한 반면 뿌리, 협 및 종실에서는 검출되지 않았다. 가장 많이 분포하는 잎의 분석시료 채취 시기별로 검토하면 3엽기는 9.54 mg·g⁻¹, 5엽기는 5.15 mg·g⁻¹, 7엽기는 2.10 mg·g⁻¹, 1차 수확기는 1.43 mg·g⁻¹, 3차 수확기는 1.24 mg·g⁻¹로 유묘기일수록 현저하게 많았다. 이처럼 유묘기일수록 잎의 rutin 함량이 많은 경향은 엽병과 줄기도 상대적 차이가 있을 뿐 그 경향은 일치하였다. 그리고 개화기인 7엽기에 채취한 각 부위별 rutin 분포는 잎, 꽃, 엽병, 줄기 순으로 많았다. 이상의 결과로 볼 때 녹두를 곡물생산 뿐만 아니라 잎의 채소 및 꽃의 차 제품화 가능성 등 이용분야의 확대를 위한 추가적인 관련 연구를 추진할 필요가 있다고 생각된다. 반면에 메밀의 rutin은 꽃, 잎, 줄기, 뿌리, 종실 순으로 모든 부위에 분포하고(Kim *et al.*, 1994a), 메밀채소의 rutin은 1에서 4엽기로 생육기간이 길어질수록 증가한다고 보고하였다(Kim *et al.*, 1994b).

2006년 5월 17일 등 약 20일 간격으로 5회에 걸쳐 금성 녹두, 어울녹두, 삼강녹두를 파종하고 개화시에 잎 전체를 채취하여 rutin 함량을 분석하였다. 그 결과 Fig. 3과 같이 8월 4일, 6월 7일, 5월 17일 파종 순으로 많아 각각 12.3, 10.8, 10.2 mg·g⁻¹인 반면 6월 27일과 7월 15일 파종은 각각 5.6, 7.5 mg·g⁻¹로 매우 적었다. 이와 같은 파종기에 따른 잎의 rutin 분포 차이는 기온 등 기상과 관련이 깊을 것으로 추정되나 본 연구의 결과만으로는 그 요인을 확인할 수 없었다. 다만 세부 생육기간별 기온, 강우량, 일교차 등 여러 요인이 작용 할 것으로 보여 지므로 추가적인 검토가 필요한 것으로 판단된다.

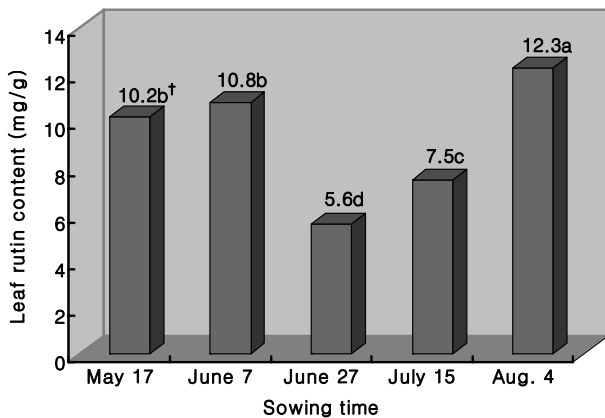


Fig. 3. Rutin contents in leaf at the 5th leaf stage of mungbean with different sowing time. [†]Mean separation within columns by DMRT at 5% level.

- effect of soil conditioners on the rutin biosynthesis and the yield of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench). J. Korean Soc. Soil Sci. Pert. 32(1) : 7-11.
- Kim, J. H., J. H. Park, S. D. Park, S. Y. Choi, J. H. Seong, and K. D. Moon. 2002. Preparation and antioxidant activity of health drink with extract powders from safflower (*Carthamus tinctorius* L.) seed. Korean J. Food Sci. Technol. 34(4) : 617-624.
- Kim, J. S., Y. J. Park, M. H. Yang, and J. W. Shim. 1994a. Variation of rutin content in seed and plant of buckwheat germplasms (*Fagopyrum esculentum* Moench). Korean J. Breed. 26(4) : 384-388.
- Kim, S. R. and S. D. Kim. 1996. Studies on soybean isoflavones. RDA. J. Agri. Sci. 38 : 155-165.
- Kim, Y. S., S. H. Chung, H. J. Suh, S. T. Chung, and J. S. Cho. 1994b. Rutin and mineral contents on improved kinds of korean buckwheat at growing stage. Korean J. Food Sci. Technol. 26(6) : 759-763.
- Kitamura, K., K. Ijta, A. Kikuchi, S. Kudou, and K. Okubo. 1991. Low isoflavone content in some early maturinr cultivars, so called "summer-type soybeans". Japan J. Breed. 41 : 651-654.
- Narasimhan R., T. Osawa, M. Namiki, and S. Kawakishi. 1989. Chemical studies on novel rice hull antioxidants. 2. Identification of isovitexin, a C-glycosyl flavonoid. J. Agric. Food Chem. 37 : 31-319.
- Park, B. J., J. I. Park, K. J. Chang, and C. H. Park. 2005. Comparison in rutin content of tartary buckwheat (*Fagopyrum tataricum*). Korean J. Plant Res. 18(2) : 246-250.
- Seneviratne, G. I. and J. B. Harborne. 1992. Constitutive flavonoids and induced isoflavonoids as taxonomic markers in the genus *Vigna*. Biochemical Systematics and Ecology. 20 (5) : 459-467.
- Steinegger, E. and T. Hansel. 1980. Lehrbuch der pharmakognosie and phytopharmazie, Berlin. Springer Berlag 394.
- Williams, C. A., J. C. Onyilagha, and J. B. Harborne. 1995. Flavonoid profiles in leaves, flowers and stems of forty-nine members of the phaseolinae. Biochemical Systematics and Ecology. 26(6) : 655-667.