

녹두 수량과 Flavonoids 함량에 대한 멀칭과 토양개량제 효과

김동관*[†] · 천상욱** · 이경동*** · 손동모* · 임요섭**** · 김경호*****

*전남농업기술원, **(주)이파리넷, ***동신대학교, ****순천대학교, *****농촌진흥청

Effect of Mulching and Soil Conditioners on Yield and Flavonoids Content of Mungbean

Dong-Kwan Kim*[†], Sang-Uk Chon**, Kyung-Dong Lee***, Dong-Mo Son*, Yo-Sup Rim****, and Kyong-Ho Kim*****

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

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

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

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

*****Rural Development Administration, Suwon 441-707, Korea

ABSTRACT The purpose of this study was to examine the effects of black polyethylene film mulching and soil conditioners on the growth, yield, and flavonoids biosynthesis of mungbeans.

The seedling stand rate, plant height, and pods per plant were 98%, 61 cm, and 15.1, respectively, when the mungbean grown black polyethylene film mulches. They were greater than these results when the without mulches was applied by 13%, 9 cm, and 1.8, respectively. Mungbean grown with black polyethylene film mulches ($243 \text{ kg} \cdot 10\text{a}^{-1}$) exhibited 38% more seed yield than without mulches ($176 \text{ kg} \cdot 10\text{a}^{-1}$). However, no significant difference in contents of vitexin and isovitexin of mungbeans between with black polyethylene film mulches and without mulches was observed. Among soil conditioners, standard fertilizer+oil cake and standard fertilizer+mineral powders increased number of pods. The standard fertilizer+oil cake showed the highest seed yield (119%) of mungbean when it mixed with standard fertilizers, and followed by mineral powders (115%). The mixed combinations of oil cake or mineral powders also seem to have affected the biosynthesis of vitexin and isovitexin, whose content in mungbeans was significantly more.

Keywords : mungbean, mulching, soil conditioner, yield, vitexin, isovitexin

녹두는 열을 내리고 독을 풀어주며 모공 수축, 세정력 및 보습 효과가 뛰어나고 피부를 맑게 하여 주며 예민한 피부

나 알레르기성 피부에도 부작용이 없는 것으로 알려져 예로부터 민간에서 재래적인 방법으로 화장재료로 많이 사용되었다. 특히 최근에는 녹두에 함유된 vitexin과 isovitexin이 이들 기능에 작용한다는 사실을 확인하여(Kim *et al.*, 1998) 화장품 업체에서 녹두를 이용한 미백제품을 제조 유통하고 있다. Flavonoid는 식물 polyphenol 2차 대사산물의 거대물질로서 약용식물, 과일주스, 차 및 음료에 널리 분포되어 있다고 보고되고 있다(Middleton *et al.*, 1994). 그중 vitexin과 isovitexin은 녹두에 함유된 주요 flavone C-glucosides로서 항염(Prabhakar *et al.*, 1981), 항균(Agnese *et al.*, 2001), 항산화(Bramati *et al.*, 2003; Picerno *et al.*, 2003) 등의 많은 생리 및 약리학적 활성에 관여하는 것으로 알려져 있다. Jeong 등(1998)은 녹두 종실의 물 추출물에서 n-BuOH 분획을 대상으로 2종의 flavonoid 화합물을 분리하고 구조를 각각 isovitexin과 vitexin으로 동정한 바 있다. 그리고 이끼류에서 분리한 vitexin는 *Enterobacter cloacae*, *E. aerogenes*에 대한 억제활성(Adriana *et al.*, 1999), 현미층에서 분리한 isovitexin은 α -tocopherol과 유사한 항산화활성을 보인다(Narasimhan *et al.*, 1989). 한편 flavonoid, isoflavone 등 기능성 성분은 일반적으로 미량으로 함유되어 있으며, 품종, 지역, 연차 및 온도 등의 재배 환경조건에 따라 함량변이가 큰 것으로 알려져 있다(Hoeck *et al.*, 2000; Kitamura *et al.*, 1991). 녹두 파종기 이동에 따른 생육과 수량변이(Kim *et al.*, 1981; Ko *et al.*, 1992), 생육 및 수량에 영향을 주는 기상요인(Park, 1980), 유전자원별 vitexin과 isovitexin 함량변이와 이들 성분의 항산화활성(Kim *et al.*, 2005)에 대한

[†]Corresponding author: (Phone) +82-61-330-2563

(E-mail) dkkim@jares.go.kr <Received March 19, 2008>

연구가 일부 진행되었다. 그러나 농가에서 수량 증대와 잡초관리 등을 목적으로 멀칭재배를 하고 있으나 그 효과에 대한 보고가 적고, 최근에 개발 보급된 토양개량제의 처리 효과에 대한 연구가 전무한 실정이다. 반면에 메밀의 경우 생육단계에 따른 rutin 함량 변화(Kim *et al.*, 1994), 유전자원에 따른 rutin 함량 비교(Kim *et al.*, 1994; Park *et al.*, 2005), 토양개량제가 rutin 생합성과 수량에 미치는 효과(Kim *et al.*, 1999) 등 다양한 연구가 진행되었다. 따라서 본 연구는 예로부터 해열, 해독, 신경안정 등에 한방이나 민간요법에서 이용해온 녹두에 가장 많이 함유된 vitexin과 isovitexin의 함량과 수량 증진을 위한 재배적 요인으로 흑색 polyethylene film 멀칭과 주요 토양개량제의 처리효과를 구명하여 녹두 부가가치 증진에 기여하고자 수행하였다.

재료 및 방법

멀칭에 따른 녹두 수량과 flavonoids 함량

본 시험은 금성녹두, 어울녹두, 삼강녹두를 이용하여 전남 나주에서 2005년과 2006년에 실시하였다. 각각 6월 5일과 6월 21일에 60×10 cm로 점파하여 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. 멀칭비닐은 두께 0.03 mm 검정색 polyethylene film을 이용하였다. 종실의 vitexin과 isovitexin 함량 분석용 시료는 수확기별로 60℃에서 40시간 건조하여 deep freezer(-80℃)에 보관한 후 최종 수확이 완료된 후 동일조건으로 재건조하여 이용하였다. 종실은 분쇄기(C/11/1, Glenmills, USA)를 이용하여 분쇄하여 분석시료로 활용하였다. 한편 분석시료의 수분함량은 분쇄시료 3.0 g을 105℃에서 2시간 건조하여 건조 전·후 무게변화를 기초로 수분함량을 평가하는 상압가열건조법으로 측정하였고, vitexin과 isovitexin 함량은 수분함량을 보정한 무게로 환산하여 산출하였다. 마쇄한 시료 1 g을 70% 에탄올 80℃에 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 사용 Table 1의 조건으로 분석하였다(Kim *et al.*, 2005). 각 시료는 3반복 분석하였고 vitexin, isovitexin 표준물질을 이용하여 외부표준물질의 농도별 peak 면적을 기초로 검량식에 의해 계산하였다. 엽의 무기성분은 성숙시에 제5분 엽을 채취 건조하여 농업과학기술 연구조사 분석기준(농촌진흥청, 2003)에 준하여 분석하였다. 시험구배치는 품종별 난괴법 3반복으로 수행하였고 시험전 토양이화확성은 Table 2, 녹두 생육기간의 순별 평균기온과 강우량은 Fig. 1과 같다. 녹두 생육과 수량은 농업과학기술 연구조사 분석기준(농촌진흥청, 2003)에 준하여 조사하였고, 모든 결과는 모든 시험품종의 2년간 성적을 SAS program으로 α=0.05에서 DMRT(Duncan’s multiple range test)에 의해 유의성을 검정하였다.

토양개량제에 따른 녹두 수량과 flavonoids 함량

본 시험은 금성녹두와 어울녹두를 이용하여 전남 나주에서 2005년과 2006년에 실시하였다. 토양개량제로는 유박퇴비(유박골드™), 광석분말(흑운모), 석회, 붕사로 각각 10a 당 300, 30, 100, 150 kg을 기비와 함께 사용하였다. 기타 파종, 기비, 종실의 vitexin과 isovitexin 분석, 엽 무기성분 분석, 생육과 수량 분석 등은 “멀칭에 따른 녹두 수량과 flavonoids 함량” 시험과 동일한 방법으로 실시하였다.

결과 및 고찰

멀칭에 따른 녹두 수량과 flavonoids 함량

2005년과 2006년에 금성녹두, 어울녹두, 삼강녹두를 이

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

Conditions	
Mobile phase	A(Water: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, 4.6 × 150 mm
Oven temp.	40℃

Table 2. Chemical properties of soils experimented in 2005 and 2006.

Year	pH (1:5)	O.M. (g·kg ⁻¹)	Av. P ₂ O ₅ (mg·kg ⁻¹)	Ex. Cat. (cmol(+)-kg ⁻¹)			C.E.C. (cmol(+)-kg ⁻¹)
				K	Ca	Mg	
2005	6.3	20	336	0.5	9.1	3.0	13.1
2006	6.7	23	369	0.6	10.5	3.4	15.4

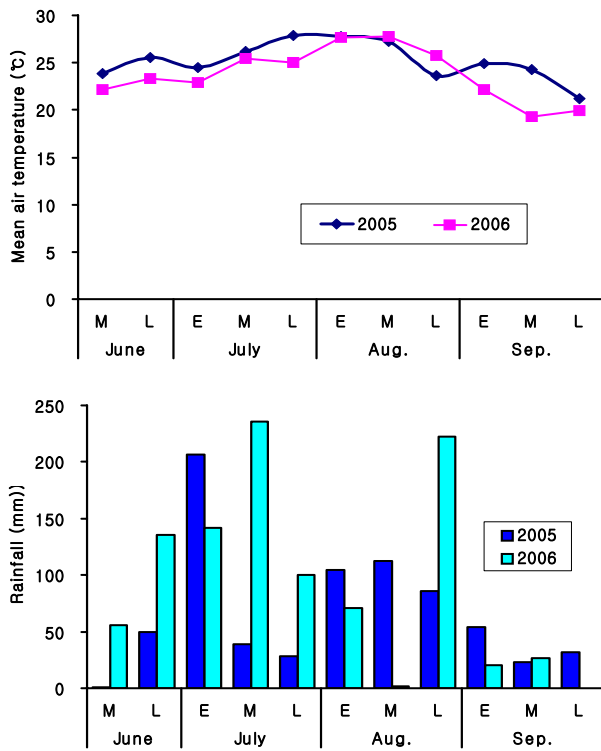


Fig. 1. Ten day average of daily mean air temperature, ten day accumulation of rainfall during the mungbean growing seasons of 2005 to 2006.

용하여 흑색 polyethylene film 멀칭 여부에 따른 생육과 수량 변화를 검토하였다. 멀칭처리의 입모율은 98%로 무멀칭 85%보다 높았고, 경장은 61 cm로 무멀칭보다 9 cm 길어 생육량이 현저하게 많음을 알 수 있다(Table 3). 즉 습해에 매우 약한 녹두에 멀칭처리는 무멀칭에 비해 상대적으로 일정한 토양수분 유지 등으로 생육에 유리하게 작용하였던 것

으로 보인다. 이러한 요인 때문에 멀칭처리는 수량구성요소인 개체당 협수가 15.1개로 무멀칭 13.3개보다 유의하게 많았다. 그 결과 멀칭처리의 수량은 243 kg·10a⁻¹로 무멀칭 176 kg·10a⁻¹에 비해 38% 많았으나 천립중은 일정한 경향이 없었다. 녹두 멀칭 여부에 따른 개화일수, 성숙일수 및 각 수확기 간 소요일수 등 기타 생육특성은 차이가 없었다(자료 미제시). 한편 흑색 polyethylene film 멀칭처리가 녹두 flavonoids 함량 변화에 미치는 영향을 검토한 결과, Table 4와 같이 vitexin과 isovitexin 함량은 멀칭 여부와 관계없는 것으로 나타났고, 각 수확기에 따라 flavonoids 함량 변화는 1차나 3차 수확이 2차 수확 종실보다 높은 함량의 vitexin과 isovitexin이 검출되었다. 이와 같이 각 수확기별 vitexin과 isovitexin 함량 변이는 선행연구를 통해 각 파종기별 수확기에 따라 상이하다는 결과(보고 중)와 유사한 경향이였다. 칠곡양토로 과거 25년 동안 논으로 이용한 포장과 인접한 밭 포장에서 콩을 재배한 결과 과거 논으로 이용했던 포장이 밭보다 꼬투리 수, 입중, 수량 및 종실의 isoflavone 함량이 각각 16, 13, 26, 31% 많다고 하였다(Chon and Kim, 2006). 그 요인으로 과거 논으로 이용했던 포장이 상대적으로 유기물과 토양수분함량이 많을 뿐만 아니라 건조시 자유로운 관수로 생육량 증가로 2차 대사산물인 isoflavone 축적량이 많은 것으로 판단하였다. 이와 같은 보고를 감안할 때 작물은 다르나 2차 대사산물이 분석대상 물질인 공통점 등으로 보아 멀칭처리가 무멀칭보다 녹두 종실의 vitexin과 isovitexin 함량이 높을 것으로 예측하였던 것과 다른 결과를 얻었다. 반면에 무비나 질소 50% 감비와 같이 불리한 생육조건이 표준비나 증비보다 콩 isoflavone 함량이 다소 높다고 하였다(Lee *et al.*, 2006). 성숙기 제5 본엽의 무기물

Table 3. Effect of mulching on growth and yield components of mungbean.

Mulches	Seedling stand rate (%)	Plant height (cm)	Pod no. per plant	1,000-seed weight (g)	Seed yield (kg·10a ⁻¹)	Yield index
Mulching	98a [†]	61a	15.1a	53a	243a	138
No mulching	85b	52b	13.3b	50a	176b	100

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

Table 4. Effect of mulching on contents of vitexin and isovitexin in mungbean seed.

Mulches	Vitexin (mg·g ⁻¹)				Isovitexin (mg·g ⁻¹)			
	1st harvest	2nd harvest	3rd harvest	Average	1st harvest	2nd harvest	3rd harvest	Average
Mulching	9.7	7.6	8.5	8.6	9.9	7.7	8.9	8.8
No mulching	9.1	7.3	9.5	8.6	9.3	7.5	10.3	9.0

함량에 미치는 영향은 Table 5와 같이 원소에 따라 다소 달리 나타나는데 흑색 polyethylene film 멀칭처리가 가리 성분만 증가된 반면 총 질소, 유효인산, 칼슘 및 마그네슘은 오히려 감소하는 경향을 보였다.

토양개량제에 따른 녹두 수량과 flavonoids 함량

2005년과 2006년에 금성녹두, 어울녹두를 이용하여 토양개량제 혼합사용에 따른 생육과 수량 변화를 검토하였다. 그 결과 녹두 재배에서 토양개량제 혼합 사용은 Table 6과 같이 개화기와 성숙기 및 경장에 영향을 주지 않는 반면 분지수와 개체당 협수 및 수량에 유의적인 차이를 나타냈다. 분지수는 표준 3요소에 유박 혼용구에서, 개체당 협수는 표준 3요소에 유박 또는 광석분말 혼용구에서 가장 많았고, 표준 3요소에 석회 또는 붕사 혼합 사용과 표준 3요소 단용구 간에는 차이가 없었다. 수량은 분지수 및 개체당 협수와 같은 경향을 보여 표준 3요소에 유박 혼용이 $155 \text{ kg} \cdot 10\text{a}^{-1}$,

광석분말 혼용은 $150 \text{ kg} \cdot 10\text{a}^{-1}$ 로 표준 3요소 단용보다 각각 19, 15% 많았다. 반면에 표준 3요소에 석회 또는 붕사 혼용은 표준 3요소 단용과 차이가 없었다. 메밀은 표준 3요소에 붕사 혼용구가 유박이나 계분 등 토양개량제 혼용구 및 3요소 표준 사용구에 비해 수량이 많다는 보고(Kim *et al.*, 1999)와 달리 녹두는 전술한 바와 같이 상이한 결과를 얻었다. 한편 토양개량제 혼합 사용에 따른 vitexin과 isovitexin 함량은 Table 7과 같이 표준 3요소에 광석분말, 유박 혼용구의 1차 수확 종실에서 각각 11.4 와 $10.6 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, 11.4 와 $10.0 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 함유하여 유의적으로 많았고 표준 3요소에 석회나 붕사 혼용구는 함량 증진효과가 없었다. 그리고 2차 수확 종실에서는 표준 3요소에 토양개량제 혼용 처리간 vitexin과 isovitexin 함량 차이가 없을 뿐만 아니라 1차 수확 종실에 비해 전반적으로 함량이 적었다. 이는 광석분말과 유박에서 flavonoids 함량 증가에 영향을 줄 수 있는 요인들이 잠재되어 있음을 암시해 주고 있어 추후 면밀한 검

Table 5. Mineral contents(%) in the 5th leaves of mungbean by mulching.

Mulches	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
Mulching	2.38	0.35	2.42	2.30	0.58
No mulching	2.65	0.38	2.31	2.38	0.65

Table 6. Effect of soil conditioners on growth and yield components of mungbean.

Soil conditioners	1st flowering date	1st maturing date	Plant height (cm)	Branch no. per plant	Pod no. per plant	Seed yield (kg·10a ⁻¹)	Yield index
SF	July 25	Aug. 9	46a [†]	0.8b	13.8c	130b	100
SF+MOC	July 24	Aug. 9	50a	1.2a	16.6a	155a	119
SF+MP	July 24	Aug. 9	49a	0.8b	16.5a	150a	115
SF+Lime	July 25	Aug. 10	47a	0.8b	14.6b	136b	105
SF+Borax	July 25	Aug. 9	46a	0.8b	13.3c	119b	92

SF is standard fertilizing; MOC is mixed oil cake; MP is mineral powder.

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

Table 7. Effect of soil conditioners on contents of vitexin and isovitexin in mungbean seed.

Soil conditioners	Vitexin (mg·g ⁻¹)			Isovitexin (mg·g ⁻¹)		
	1st harvest	2nd harvest	Average	1st harvest	2nd harvest	Average
SF	8.4b [†]	7.2a	7.8	7.6c	8.3a	8.0
SF+MOC	10.6a	8.0a	9.3	10.0a	8.8a	9.4
SF+MP	11.4a	7.5a	9.5	11.4a	8.6a	10.0
SF+Lime	8.7b	8.1a	8.4	9.6b	8.0a	8.8
SF+Borax	8.1b	6.7a	7.4	7.7c	7.3a	7.5

SF is standard fertilizing; MOC is mixed oil cake; MP is mineral powder.

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

Table 8. Mineral contents(%) in the 5th leaves of mungbean by soil conditioners.

Soil conditioners	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
SF	2.72	0.35	2.44	2.96	0.59
SF+MOC	2.84	0.45	2.28	2.31	0.57
SF+MP	2.91	0.40	2.22	2.34	0.57
SF+Lime	2.88	0.36	2.18	2.56	0.63
SF+Borax	3.24	0.46	2.53	2.22	0.53

SF is standard fertilizing; MOC is mixed oil cake; MP is mineral powder.

토가 요망된다. 그러나 Table 1과 같이 본 연구에 이용된 토양조건이 양호할 뿐만 아니라 대조구를 표준 3요소로 하여 이들 토양개량제 처리효과를 충분히 검토되지 못한 것으로 판단되고, 녹두의 경우 토양개량제에 따른 생육 및 수량변화에 대한 과거 검토가 없어 더욱 면밀한 관련 연구가 필요하다고 보여진다. 또한 녹두 멀칭 여부에 따라 각 수확기별 종실의 vitexin과 isovitexin 함량 차이와 동일한 경향을 나타낸 것으로 보아 전술한바와 같이 등숙일수, 생육온도 등 기상요인이 이들 성분 축적에 매우 큰 영향을 미치는 것으로 보여진다. 표준 3요소에 토양개량제 혼용에 따른 녹두 성숙기 제5 본엽의 무기물을 분석한 결과, 토양개량제와 무관하게 각 무기성분의 함량이 일정한 경향이 없게 나타났다. 다만 총 질소함량, 유효인산 및 가리는 표준 3요소에 봉사 혼용구에서, 마그네슘은 표준 3요소에 석회 혼용구에서 각각 가장 높은 함량으로 분포하는 것으로 나타나(Table 8) 토양개량제가 일부 무기물 함량의 증감에 다소간에 영향을 주는 것으로 해석된다. 이상의 결과를 종합하면 녹두는 멀칭 재배하면 입모율과 개체당 협수의 향상으로 수량 증진에 효과적이나 종실의 vitexin과 isovitexin 생합성에는 효과가 없고, 표준 3요소에 유박 또는 광석분말의 혼합 시용은 녹두 수량 증진과 종실의 vitexin, isovitexin 생합성에 효과적인 것으로 판단되나 토양조건, 토양개량제 처리조건 등을 달리하여 진정한 토양개량제 효과를 검토해야 될 것으로 보인다.

사 사

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

적 요

녹두 생육과 수량 및 flavonoids 생합성에 멀칭과 토양개

량제의 효과를 구명하고자 본 연구를 수행하였다.

1. 녹두 흑색 polyethylene film 멀칭처리의 입모율은 98%, 경장은 61 cm, 개체당 협수는 15.1개로 무멀칭보다 각각 13%, 9 cm, 1.8개 많았다.
2. 녹두 멀칭처리의 수량은 243 kg·10a⁻¹로 무멀칭 176 kg·10a⁻¹보다 38% 많았으나, 종실의 vitexin과 isovitexin 생합성에는 효과가 없었다.
3. 토양개량제 중 표준시비+유박과 표준시비+광석분말 처리가 녹두 개체당 협수가 많고, 수량은 표준시비에 비해 표준시비+유박(119%), 표준시비+광석분말(115%) 순으로 많았다.
4. 표준시비에 유박과 광석분말 혼용은 녹두 vitexin과 isovitexin이 유의적으로 많아 이들 성분의 생합성에 영향을 미치는 것으로 판단된다.

인용문헌

- Adriana, B., S. Giordano, J. A. Lopez-Saez, and R. C. Cobiainchi. 1999. Antibacterial activity of pure flavonoids isolated from mosses. *Phytochemistry* 52 : 1479-1482.
- Agnese, A. M., C. Pieroz, and J. L. Cabrera. 2001. *Adesmia aegiceris*: antimicrobial activity and chemical study. *Phytomedicine* 5 : 389-394.
- Bramati, L., F. Aquilano, and P. Pietta. 2003. Unfermented rooibos tea : Quantitative characterization of flavonoids by HPLC-UV and determination of the total antioxidant activity. *J. Agric. Food Chem.* 51 : 7472-7474.
- Chon, S. U. and D. K. Kim. 2006. Difference in growth, yield and isoflavone content among soybean cultivars under drained paddy field condition. *Korean J. Crop Sci.* 51(1) : 48-51.
- 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.
- 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 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. S., Y. J. Park, M. H. Yang, and J. W. Shim. 1994. Variation of rutin content in seed and plant of buckwheat germplasms (*Fagopyrum esculentum moench*). *Korean J. Breed.* 26(4) : 384-388.
- Kim, K. J., K. H. Kim, and Y. H. Kim. 1981. Comparative studies on growth patterns of pulse crops at different growing seasons. II. Variation in distribution of flowering dates and pod setting ratio of soybean, azuki-bean and mungbean. *Korean J. Crop. Sci.* 26(3) : 243-250.
- 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.
- Ko, M. S., S. W. Hyon, Y. K. Kang, and C. H. Song. 1992. Effects of seeding dates on growth and yield in mungbean. *Korean J. Crop Sci.* 37(5) : 461-467.
- Lee, M. J., J. C. Park, Y. J. Oh, K. H. Kim, H. S. Kim, S. B. Lee, and J. G. Kim. 2006. Effect of nitrogen fertilization levels on growth and isoflavone concent in soybean. *Korean J. Crop Sci.* 51(5) : 445-450.
- Middlestone, E., C. Kandaswami, in: J. B. Harbone (Ed.), *The impact of plant flavonoids on mammalian biology : Implications for immunity, inflammation and cancer.* Chapman & Hall, London, UK. 1994. p. 619.
- 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.
- Park, H. G. 1980. Seasonal influence on yield, its components and maturity in mungbean (*Vigna radiata*). *Jour. Kor. Soc. Hort. Sci.* 21(2) : 126-134.
- Picerno, P., T. Mencherini, and M. R. Lauro. 2003. Phenolic constituents and antioxidant properties of *Xanthosoma violaceum* leaves. *J. Agric. Food Chem.* 51 : 6423-6428.
- Prabhakar, M. C., B. Hassina, I. Kumar, M. A. Shansi, and S. Y. Khan. 1981. Pharmacological investigations on vitexin. *Planta Med.* 43 : 396-403.
- 농촌진흥청. 2003. 농업과학기술 연구조사 분석기준. pp. 19-341.