

생력재배에 적합한 녹두 품종의 특성

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

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

Growth Property and Seed Quality of Mungbean Cultivars Appropriate for Labor Saving Cultivation

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

*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

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

ABSTRACT The purpose of this study was to identify mungbean (*Vigna radiata* L.) cultivars with appropriate characteristics for labor saving culture (whole crop feeding and combine harvesting), and to investigate seed quality in the southern South Korea. Cultivar Dahyeon exhibited strong lodging resistance, excellent disease tolerance, and greater pod numbers per plant resulting in higher yield. Cultivar Owool and Keumseong, the two most common mungbean cultivars in Korea, exhibited lower yield than Dahyeon due to weaker disease tolerance or lower pod numbers per plant. Cultivar Samgang demonstrated higher seed starch content, Jangan, Nampyeong, and Keumseong exhibited higher crude protein content, and Sohyeon exhibited higher vitexin and isovitexin contents. However, no statistical differences were found among the cultivars in crude fat content. Unsaturated fatty acid ranged from 51.8 to 57.2%, with saturated fatty acid ranging from 36.2 to 40.3%. We detected five unsaturated fatty acids including linoleic acid (36.1 to 38.6%), linolenic acid (10.3 to 14.7%), and oleic acid (2.7 to 4.6%), and seven saturated fatty acids including palmitic acid (28.7 to 30.9%), stearic acid (2.9 to 4.1%), and arachidic acid (1.5 to 3.7%). There were significant differences between the cultivars in amylogram properties of seeds: the Nampyeong cultivar exhibited a lower gelatinization temperature; Dahyeon was higher in peak viscosity and breakdown; and Sohyeon, Nampyeong, and Dahyeon were lower in setback.

Keywords : mungbean, labor saving cultivation, cultivar, flavonoids, fatty acid, amylogram

녹두는 고온성 작물로 생육 최저온도는 20°C이고 최적온도는 28~30°C이며 일장에 둔감한 계통은 24°C에서 수량이 가장 높은 반면 단일 감응형 계통은 27°C에서 수량이 가장 많다(김 등, 2006). 또한 무한신육 특성을 지녀 기상조건이 생육에 적합하고 식물체 영양이 양호할 경우 개화가 여러 번에 걸쳐 왕성하게 일어나고 꼬투리가 착생하므로 일시에 수확과 탈곡이 매우 곤란하다. 이와 같은 녹두의 특성 때문에 농가 관행재배의 경우 3~4회 손으로 수확하여 건조하고 탈곡해야하므로 호당 넓은 면적을 재배하기 어려워 재배면적이 급속하게 감소하였다. 제주지역에서 4월 하순부터 7월 하순까지 20일 간격의 파종에 따른 녹두 생육과 수량구성요소 및 수량에 미치는 영향(Ko *et al.*, 1992), 녹두 수량과 생육에 미치는 계절적 영향(Park, 1980) 등의 연구가 진행되었으나 기계를 이용한 일시수확 재배기술 개발을 위한 연구는 극히 드물다. 다행히 최근에 녹두의 생육특성과 재배조건 등을 고려하여 Kim 등(2009)은 국내에 가장 많이 보급된 어울 녹두와 금성녹두를 대상으로 기계(whole crop feeding combine)수확을 위한 남부지역 파종적기가 7월 20일 경임을 규명하였다. 따라서 영농현장에서 안정적으로 녹두 생력재배 면적을 확대하여 국내산 녹두의 경쟁력 강화에 기여하고자 우리나라 녹두 주산지인 전남지역에서 생력재배(whole crop feeding combine 수확)에 적합한 품종을 선발하고 종실 품질특성을 규명하고자 본 연구를 실시하였다.

[†]Corresponding author: (Phone) +82-61-330-2567
(E-mail) dkkim@jares.go.kr <Received August 29, 2010 >

재료 및 방법

본 연구는 2007년까지 국내에서 교배 육성한 10품종 중에서 1품종을 제외하고 어울녹두, 다현녹두, 소현녹두, 다선녹두, 소선녹두, 삼강녹두, 장안녹두, 금성녹두 및 남평녹두를 이용하여 전남 나주(위도 35° 3'N, 경도 126° 54' E)에서 2008년과 2009년에 실시하였다. 표준품종은 남부지역에 많이 보급되어있고 1차 수확비율이 높은 어울녹두(Lee *et al.*, 1998)로 하였다. 생력재배에 적합한 품종을 선발하기 위해 두해 모두 남부지역 기계수확 파종적기인 7월 20일경(Kim *et al.*, 2009)인 7월 23일에 60 × 10 cm로 주당 4~5립 점파하여 본엽 2엽기에 주당 2개체가 되도록 솟아주었다. 수확은 두해 모두 10월 28일에 일시 수확-탈곡하였다. 시비량은 10a 당 질소 4 kg, 인산 7 kg, 칼리 6 kg을 경운 선풍기 전에 전량기비로 시용하였고 기타 재배법은 관행에 준하였다. 시험 전 토양이화학적성은 Table 1과 같고, 녹두 생육과 수량은 농업과학기술 연구조사 분석기준(농촌진흥청, 2003a)에 준하여 조사하였다. 종실의 품질 분석용 시료는 60°C에서 48시간 건조하고 분쇄기(C/11/1, Glenmills, USA)를 이용하여 분쇄하여 활용하였다. 분석 시료의 수분함량은 분쇄시료 3.0 g를 105 °C에서 2시간 건조하여 건조 전·후 무게변화를 기초로 수분함량을 평가하는 상압가열건조법으로 측정하였고 전분 등의 함량은 수분함량을 보정한 무게로 환산하여 산출하였다. 종실의 조단백질 함량은 CN분석기(Vario max CN)로 T-N을 측정하여 단백질계수를 적용 환산하였다. 전분함량은 AOAC 전분시험법으로 전처리하여 Bertrand법으로 정량하였다. Vitexin과 isovitexin은 마쇄한 시료 1 g를 70% 에탄올 80 °C에 90분간 추출한 후 여과지(Whatman No. 2)로 잔사를 제거하고 100 mL로 정용한 후 syringe filter (0.2 µm)로 여

과한 후 실시하였다. HPLC는 Waters 2996 Photodiode Array 검출기와 Empower software가 장착된 Waters 2695 Alliance System (Milford, MA, USA)을 사용하여 Table 2의 조건으로 분석하였다(Kim *et al.*, 2008a). 각 시료는 3반복 분석하였고 vitexin과 isovitexin 표준물질을 이용하여 외부표준물질의 농도별 peak 면적을 기초로 검량식에 의해 계산하였다. 지방산은 내부표준물질로 tridecanoic acid (C13)를 사용하였고 시료와 ascorbic acid 및 KOH를 혼합하여 B-815 extraction unit에서 지방산 추출 및 전처리를 실시한 후에 GC기반의 B-820 fat determination 장치를 사용하여 검출기는 FID (260°C), 컬럼 온도는 150°C에서 260°C, injection port 온도는 220°C 조건에서 41분 동안 분석하였다. 아미로그래프 특성은 분말시료 2.5 g에 증류수 25 mL을 첨가 후 교반하여 Rapid Visco Analyzer (RVA-4, Newport Scientific, Australia)로 측정하였다. 모든 결과는 SAS program을 이용하여 $\alpha = 0.05$ 에서 DMRT (Duncan's multiple range test)에 의해 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

녹두 생력(whole crop feeding combine 수확)재배에 적합한 품종의 구비조건으로 만기(7월 20일 경)에 파종하여 10월 하순에 일시 수확-탈곡하는 재배작형에서 도복에 강하고 개체 당 꼬투리수가 많고 성숙기간이 길며 종실이 무거울수록 좋을 것으로 판단하고 있다. 이에 남부지역에서 녹두 whole crop feeding combine 수확에 적합한 파종기에 어울녹두, 다현녹두 등 9품종을 파종하여 개화와 성숙특성, 도복과 병해정도를 조사하였다. 그 결과 Table 3과 같이 개화시는 다현녹두가 8월 26일로 가장 빠르고 금성녹두가 8월 30일로 가장 늦어 품종간 최대 4일 차이가 있었다. 성숙시는 삼강녹두가 10월 18일로 가장 빠르고 남평녹두가 10월

Table 1. Chemical properties of experimental soil in 2008 and 2009.

Year	pH (1:5)	O.M. (g / kg)	Av. P ₂ O ₅ (mg / kg)	Ex. Cat. (cmol(+)/ kg)			CEC (cmol(+)/ kg)	EC (dS / m)
				K	Ca	Mg		
2008	6.92	33	495	1.03	11.03	3.71	15.77	1.390
2009	6.89	35	568	1.31	25.92	3.88	31.11	1.570

Table 2. High performance liquid chromatography (HPLC) conditions for analysis of vitexin and isovitexin.

Conditions	
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, 4.6×150 mm
Oven temperature	40°C

25일로 가장 늦어 품종간 최대 7일 차이가 있어 개화시에 비해 차이가 큰 편이었다. 성숙일수(개화기~성숙시)을 표준품종(어울녹두)과 비교해 보면, 남평녹두는 5일, 다현녹두는 3일, 금성녹두는 2일, 소현녹두와 다선녹두는 1일 길었으나 삼강녹두는 2일, 소선녹두는 1일 짧았다. 시험품종별 경장은 어울녹두 80 cm, 다현녹두와 남평녹두 72 cm 순으로 크고 삼강녹두와 금성녹두는 57 cm로 가장 작았고 기타 시험품종은 63~69 cm이었다. 성숙기에 45° 이상 기울어진 개체의 비율을 등급화 시킨 도복정도는 장안녹두 5, 삼강녹두와 남평녹두는 3으로 경장과는 무관하였다. 본 연구기간에 발생하는 병해는 대부분 갈색무늬병이었기 때문에 갈색무늬병 발병염율을 기준으로 등급화 시킨 병해정도는 장안녹두 5, 어울녹두, 다선녹두, 삼강녹두 및 남평녹두 3, 다현녹두 등 기타 4개 품종은 1이었다. 품종별 수량구성요소와 수량성을 검토한 결과, Table 4와 같이 다현녹두는 개체 당 협수가 26개로 가장 많고 천립중이 52 g으로 중립종에 속하며 10a 당 종실수량이 166 kg으로 표준품종(어울

녹두)보다 32% 많았다. 한편 소현녹두와 소선녹두는 개체 당 협수가 많은 반면 소립종에 속하여 10a 당 종실수량이 표준품종과 비슷하였다. 반면에 중부지방에 가장 많이 보급된 금성녹두는 개체 당 협수가 20개로 적고 천립중이 47 g으로 가벼운 편에 속해 종실수량이 시험품종 중에서 가장 낮았다. 이는 Kim 등(2009)이 국내 주요 보급품종 중에서 어울녹두가 금성녹두에 비해 상대적으로 whole crop feeding combine 수확을 목적으로 한 만파재배에 적합한 품종이라고 보고한 결과와 유사하다. 이상의 녹두 생력재배 (whole crop feeding combine 수확) 파종적기인 7월 20일 경에 파종하여 생육, 내재해, 수량구성요소 및 수량성을 종합한 결과, 국내 육성품종 중에서 생력재배를 위한 가장 적합한 품종은 성숙일수가 길고 도복과 병해에 강하며 협수가 많고 수량이 가장 많은 다현녹두로 판단된다.

만기에 파종하여 재배한 녹두 종실의 품질에 대한 보고가 매우 드물어 그 정보를 얻고자 품종별 생력재배(7월 23일에 파종하여 10월 27일에 일시수확) 종실의 일반성분과

Table 3. Flowering, maturation and agronomic characteristics of mungbean cultivars according to labor saving cultivation in 2008 and 2009.

Cultivar	1st flowering date	1st maturing date	Plant height (cm)	Lodging (0~9)	Damage by disease (0~9)
Owool	Aug. 29	Sep. 21	80a [†]	1	3
Dahyeon	Aug. 26	Sep. 21	72b	1	1
Sohyeon	Aug. 27	Sep. 22	69bc	1	1
Daseon	Aug. 28	Sep. 21	63c	1	3
Soseon	Aug. 28	Sep. 23	63c	1	1
Samgang	Aug. 28	Sep. 18	57d	3	3
Jangan	Aug. 27	Sep. 19	66cb	5	5
Keumseong	Aug. 30	Sep. 24	57d	1	1
Nampyeong	Aug. 28	Sep. 25	72b	3	3

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

Table 4. Yield and yield components of mungbean cultivars by labor saving cultivation in 2008 and 2009.

Cultivar	Pod no. per plant	1,000 Seeds weight (g)	Seed yield (kg/10a)
Owool	23ba [†]	54a	126b
Dahyeon	26a	52ab	166a
Sohyeon	26a	44d	130b
Daseon	22b	50b	125b
Soseon	24ab	43d	134b
Samgang	20b	56a	123b
Jangan	19b	47c	119b
Keumseong	20b	47c	105c
Nampyeong	21b	47c	128b

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

flavonoids 함량을 분석한 결과는 Table 5와 같다. 품종별 전분함량은 삼강녹두가 57.2%로 가장 많았고 다현녹두와 장안녹두가 52.1%로 가장 적었다. 조단백질 함량은 장안녹두, 금성녹두, 남평녹두가 24% 이상으로 많았고 다현녹두는 20.2%로 가장 적었으며 기타 품종은 21.3~22.7%였다. 조지방 함량은 1.53~1.70%로 시험품종간 차이가 없었고 관행재배 종실에 대한 국가표준식품성분표(농촌진흥청, 2006a)의 1.5%와도 비슷하였다. 그러나 Lee 등(1997)의 보고 0.48~0.85%와 Kim 등(1981)의 연구결과 0.8%보다 많았다. 이와 같은 차이는 재배조건, 시험품종 등의 차이에 기인한 것으로 보아지므로 이에 대해 면밀하게 검토해야 할 것으로 판단된다. Vitexin과 isovitexin 함량은 소현녹두가 각각 12.1, 14.8 mg/g로 가장 많았고 기타 시험품종은 유의한 차이가 없었다. 2007년에 육성한 소현녹두가 어울녹두(표준품종)에 비해 vitexin과 isovitexin 함량이 각각 38, 31% 많다는 보고(Kim *et al.*, 2008b)와 비슷한 결과이다. 이와 같은 결과는 vitexin과 isovitexin 함량은 재배환경이 동일할 경우 품종 고유의 특성이 발현된다고 볼 수 있다.

7월 20일경에 파종하여 10월 하순에 일시 수확하는 녹두 생력재배 종실의 지방산조성을 분석한 결과는 Table 6과 같다. 포화지방산은 소선녹두의 경우 36.4%로 가장 비율이 낮았으며 삼강녹두는 40.3%로 가장 높았다. 불포화지방산의 경우 장안녹두에서는 57.2%로 가장 높은 비율을 보였으며 다현녹두는 51.8%로 가장 비율이 낮았다. 9개 시험품종의 포화지방산은 7종이고 palmitic acid (28.7~30.9%), stearic acid (2.9~4.1%), arachidic acid (1.5~3.7%) 순으로 차지하였다. 그리고 behenic acid는 어울녹두 등 5개 품종에서 1.6~1.8% 차지하는 반면 다현녹두 등 4품종에서는 검출되지 않았다. 불포화지방산은 5종이고 linoleic acid (36.1~38.6%), linolenic acid (10.3~14.7%), oleic acid (2.7~4.6%) 순으로 많았다. 그리고 nervonic acid는 다선녹두, 장안녹두, 소선녹두만 각각 1.6, 1.7, 1.9% 차지하고 기타 품종에서는 검출되지 않았다. 한편 docosahexanoic acid는 다현녹두만 1.6% 차지하였고 기타 품종에서는 검출되지 않았다. 반면에 관행재배 종실의 지방산조성에 대한 Lee 등(1997)의 보고 및 국가표준식품성분표(농촌진흥청, 2006b)에 따르면

Table 5. Contents of nutritional component and flavonoids of mungbean cultivars by labor saving cultivation in 2008 and 2009.

Cultivar	Nutritional component (%)			Flavonoids (mg / g)	
	Starch	Crude protein	Crude fat	Vitexin	Isovitexin
Owool	53.0b [†]	22.7ab	1.60a	9.5b	10.6b
Dahyeon	52.1b	20.2b	1.64a	9.1b	10.9b
Sohyeon	54.2ab	22.0ab	1.55a	12.1a	14.8a
Daseon	54.2ab	21.8ab	1.70a	8.7b	10.8b
Soseon	54.0ab	21.3ab	1.53a	9.3b	11.1b
Samgang	57.2a	21.9ab	1.69a	9.7b	11.8b
Jangan	52.1b	24.6a	1.63a	8.8b	10.2b
Keumseong	54.5ab	24.3a	1.59a	9.9b	12.3b
Nampyeong	54.9ab	24.4a	1.59a	9.0b	10.6b

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

Table 6. Fatty acid composition (%) of mungbean cultivars by labor saving cultivation in 2008 and 2009.

Cultivar	Saturated fatty acid								Unsaturated fatty acid					Unknown	
	Caproic	Caprylic	Myristic	Palmitic	Stearic	Arachidic	Behenic	Total	Oleic	Linoleic	Linolenic	Docosahexanoic	Nervonic		Total
Owool	0.4	0.5	0.7	30.9	2.9	2.1	1.6	39.1	3.4	37.1	14.7	-	-	55.2	5.7
Dahyeon	0.5	0.5	1.4	28.7	4.1	3.7	-	38.9	3.8	36.1	10.3	1.6	-	51.8	9.3
Sohyeon	0.6	0.5	0.8	30.3	3.3	3.0	-	38.5	3.8	36.9	12.8	-	-	53.5	8.0
Daseon	0.4	0.4	0.7	28.7	3.7	3.5	1.7	39.1	4.6	37.6	12.1	-	1.6	55.9	5.0
Soseon	0.4	0.5	0.9	28.9	2.9	2.6	-	36.2	3.6	36.9	13.9	-	1.9	56.3	7.5
Samgang	0.4	0.5	0.6	30.6	3.5	3.0	1.7	40.3	4.1	37.5	12.5	-	-	54.1	5.6
Jangan	0.5	0.5	0.7	30.0	3.2	1.5	-	36.4	2.7	38.6	14.2	-	1.7	57.2	6.4
Keumseong	0.5	0.5	1.2	29.3	3.3	3.0	1.6	39.4	4.0	36.9	12.8	-	-	53.7	6.9
Nampyeong	0.5	0.6	0.7	30.0	3.1	3.1	1.8	39.8	3.9	37.7	13.3	-	-	54.9	5.3
Mean	0.47	0.50	0.86	29.71	3.33	2.83	0.93	38.63	3.77	37.26	12.96	0.18	0.58	54.74	6.63

Table 7. Pasting properties of mungbean cultivars flours by labor saving cultivation in 2008 and 2009.

Cultivar	Pasting temp. (°C)	Viscosity (RVU)				
		Peak (P)	Holding strength (H)	Final (C)	Breakdown (P-H)	Setback (C-H)
Owool	74.2ab [†]	497d	470c	936d	27e	466b
Dahyeon	74.3ab	1,020a	919a	1,255b	101a	336c
Sohyeon	74.3ab	847b	821a	1,115b	26e	294c
Daseon	75.1ab	780bc	754ab	1,160b	26e	406bc
Soseon	74.3ab	635c	591b	1,030c	44c	439b
Samgang	75.8a	639c	594b	1,221b	45c	627a
Jangan	75.9a	943b	848a	1,404a	95b	556ab
Keumseong	75.1ab	484d	455c	917d	29e	462b
Nampyeong	73.4b	801b	764ab	1,063c	37d	299c

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

palmitic acid (22%), linoleic acid (33%)는 본 연구결과에 비해 각각 8, 4% 가량 조성비가 낮았고 linolenic acid (22%)는 9% 가량 조성비가 높았다. 이와 같은 요인은 시험품종이 다르기 때문일 수도 있겠으나 가장 큰 이유는 재배시기 이동에 의한 등숙기 기상 차이도 영향을 준 것으로 추정된다.

Amylogram 특성은 Table 7과 같이 시험품종 간 큰 차이를 나타냈다. 호화개시온도는 남평녹두에서 가장 낮았고, 최고점도와 강화점도는 다현녹두에서 가장 높았으며, 치반점도는 소현녹두, 남평녹두, 다현녹두에서 매우 낮았다. 일반적으로 쌀의 amylogram 특성 중에서 호화개시온도가 낮고 최고점도와 강화점도가 높으며 치반점도가 낮을수록 식미가 양호하다고(농촌진흥청, 2003b) 하나 녹두의 경우 amylogram 특성과 품질과의 관계에 대한 연구가 전무하여 품종간의 품질비교는 어려웠다.

이상의 생력재배한 녹두 종실의 전분과 조단백 함량, 비텍신과 이소비텍신 함량 및 아밀로그래프 특성 등은 품종 간 차이가 인정되었다. 그러나 전술한바와 같이 조지방 함량과 지방산 조성은 기존의 보고와 차이가 있어 이에 대한 정확한 검토가 필요할 것으로 보인다. 또한 아밀로그래프 특성을 바탕으로 녹두 가공적성을 판단하는 기준을 마련할 경우 품종육성 등에 유용하게 이용할 수 있을 것으로 판단된다.

적 요

남부지역에서 녹두 생력재배(whole crop feeding combine 수확)에 적합한 품종을 선발하고 종실품질을 규명하고자 본 연구를 수행하였다. 다현녹두는 도복과 병해에 강하고 개체당 협수가 많아 수량성이 우수하여 생력재배에 적합하였다. 국내에 많이 보급된 어울녹두와 금성녹두는 병해에 약하거나 개체당 협수가 적어 수량이 낮았다. 종실의 전분 함량은

삼강녹두, 조단백질 함량은 장안녹두와 남평녹두 및 금성녹두, vitexin과 isovitexin 함량은 소현녹두에서 많았다. 그러나 조지방 함량은 품종 간 차이가 없었고, 불포화지방산이 51.8~57.2%, 포화지방산이 36.2~40.3% 차지하였다. 불포화지방산은 5종이 확인되었고 linoleic acid (36.1~38.6%), linolenic acid (10.3~14.7%), oleic acid (2.7~4.6%) 순으로 함량비가 높았다. 포화지방산은 7종이 확인되었고 palmitic acid (28.7~30.9%), stearic acid (2.9~4.1%), arachidic acid (1.5~3.7%) 순으로 함량비가 높았다. 종실의 amylogram 특성은 시험품종 간 큰 차이를 나타냈다. 호화개시온도는 남평녹두에서 낮았고, 최고점도와 강화점도는 다현녹두에서 높았으며, 치반점도는 소현녹두, 남평녹두, 다현녹두에서 낮았다.

사 사

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

인용문헌

김동관, 박금룡, 신성휴, 한원영, 오기원, 최유미, 나영왕, 고호철, 광재균, 조규택. 2006. 녹두 유전자원 특성조사 및 관리 요령. 농촌진흥청. 3-21.
 농촌진흥청. 2006a. 식품성분표(제7개정판) 제I 편. pp. 80-81.
 농촌진흥청. 2006b. 식품성분표(제7개정판) 제II 편. pp. 294-295.
 농촌진흥청. 2003a. 농업과학기술 연구조사 분석기준. pp. 19-341.
 농촌진흥청. 2003b. 쌀 품질 및 식미평가. pp. 58-74.
 Kim, D. K., J. G. Choi, B. J. Jung, D. M. Son, and K. H. Kim. 2009. Proper seeding time for mechanical harvesting in mungbean. Korean J. Crop Sci. 54(1): 7-12.
 Kim, D. K., S. U. Chon, K. D. Lee, J. B. Kim, and Y. S.

- Rim. 2008a. Variation of flavonoids contents in plant parts of mungbean. Korean J. Crop Sci. 53(3) : 279-284.
- Kim, D. K., Y. S. Lee, B. J. Jung, D. M. Son, J. K. Moon, Y. J. Oh, J. B. Kim, and K. H. Kim. 2008b, A new high quality and yield mungbean cultivar "Sohyeon". Korean J. Breed. Sci. 40(4) : 507-511.
- Kim, Y. S. Y. B. Han, Y. J. Yoo, and J. S. Jo. 1981. Studies on the composition of korean mungbean. Korean J. Food Technol. 13(2) : 146-152.
- 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, S. C., T. G. Lim, D. C. Kim, D. S. Song, and Y. G. Kim. 1997. Varietal differences of major chemical components and fatty acid composition in mungbean. Korean J. Crop Sci. 42(1) : 1-6.
- Lee, Y. S., T. D. Park, C. Y. Yoon, J. K. Choi, M. S. Kim, J. Y. Lee, S. C. Kim, S. K. No, S. D. Kim. Y. H. Lee, and K. S. Min. 1998. A new synchronized maturity and high yielding mungbean variety "Owoolnogdu". RDA. J. Crop Sci. 40(2) : 126-129.
- Park, H. G. 1980. Seasonal influence on yield, its components and maturity in mungbean (*Vigna radiata*). Jour. Kor. Hort. Sci. 21(2) : 126-134.