노랑종피 결각엽 녹두 품종 ‘삼황’

김동관^{1*} · 최진실¹ · 김선곤¹ · 이경동² · 서민정³ · 강범규⁴

¹전남농업기술원, ²동신대학교, ³국립식량과학원 중부작물부, ⁴국립식량과학원 남부작물부

A New Mungbean Cultivar, ‘Samhwang’, with Yellow Seed Coat and Lobed Leaflets

Dong-Kwan Kim^{1*}, Jin-Sil Choi¹, Seon-Gon Kim¹, Kyung-Dong Lee², Min-Jung Seo³, and Beom-Kyu Kang⁴

¹Crop Research Division, JARES, Naju 58213, Republic of Korea

²Department of Oriental Medicine Materials, Dongshin University, Naju 58245, Republic of Korea

³Department of Central Area Crop Science, NICS, RDA, Suwon 16429, Republic of Korea

⁴Department of Southern Area Crop Science, NICS, RDA, Miryang 50424, Republic of Korea

Abstract A new mung bean cultivar, *Vigna radiata* (L.) R. Wilczek ‘Samhwang’, was derived from a cross between ‘Samgang’ and ‘KM9901-3B-15-2-4’ obtained in 2006 and developed at the Jeollanamdo Agricultural Research and Extension Services (JARES) in 2014. ‘Samhwang’ has an erect growth habit, lobed leaflets, green hypocotyls, light yellow corolla, and a dull yellow seed surface. Its stem length was 64 cm, 5 cm shorter than that of the control cultivar ‘Owool’. The 1000-seed weight was 53 g, i.e., 4 g heavier than that of ‘Owool’. ‘Samhwang’ exhibited similar field resistance to mung bean mottle virus, cercospora leaf spot, powdery mildew, and lodging when compared with that of the control cultivar. The sprout yield ratio and hard seed rate were the same as those of ‘Owool’. The average seed yield of ‘Samhwang’ was 1.76 ton/ha, which was 14% greater than that of ‘Owool’ (Registration No. 5877).

Keywords Cultivar, Samhwang, Lobed leaflets, Yellow seed coat, *Vigna radiata*

Received on March 17, 2020. Revised on March 27, 2020. Accepted on April 10, 2020.

* Corresponding Author (E-mail: kms1996@korea.kr, Tel: +82-61-330-2521, Fax: +82-61-336-8177)

서 언

녹두(*Vigna radiata* (L.) Wilczek)의 생산성은 일반적으로 일사량에 비례하여 증가하고 차광정도에 비례하여 감소하는 경향이다(Kim et al. 2006). 녹두는 소형 자엽과 가름한 초생엽이 나온 후에 긴 엽병에 3개의 소엽이 달린 정상복엽이 대성하여 전개하고, 소엽은 일반적으로 심장형이나 일부 결각형인 자원이거나 품종도 있다(Kim et al. 2006). 소엽이 결각형인 품종은 심장형에 비해 수관 아래까지 도달하는 광량이 많아 광합성에 유리할 것으로 본다. 이러한 장점을 활용하고자 국내에서는 결각형 소엽을 가진 품종 2개가 육성되었다. 그 중에 ‘삼강’은 종피에 광택이 있고(Lee et al. 2004), ‘아름’은 쓰러짐에 약해(Kim et al. 2019b) 유통과 안정적 생산에 불리하게 작용되어 널리 보급되지 못했다. 녹두의 주요 병은 결협 후에 서늘하고 비가 자주 내릴 때 잎에 많이 발병하고 심하면 일찍 낙엽되어 수량 감소에 큰 영향을 미치는 갈색무늬병, 건조한 기후에 발생하는 흰가루병 등이 있으나 최근에 육성된 품종은 중간 이상의 저항성을 가지고 있어

생산현장에서 크게 문제되지 않는다. 녹두의 종피색은 대부분 녹색이고 일부 황색, 갈색, 암갈색, 흑갈색인 자원도 있다(Kim et al. 2006). 노랑색 종피 녹두는 녹색과 차별화가 가능하여 가공 및 유통업체를 중심으로 계약재배를 통한 떡, 음료, 편의식 등의 제품을 개발하여 지역특화 품목으로 육성하려 하였으나 국내에 보급된 품종은 모두 녹색이어서 황색 종피 품종개발이 필요하였다. 최근 국내에서 첫번째로 육성된 노랑색 종피 녹두 ‘진황’의 수량성은 나주와 밀양 지역에서는 표준품종인 ‘어울’보다 각각 14%, 9% 많은 반면 수원지역에서는 11% 적어 적응지역이 남부지역으로 한정된다(Kim et al. 2019a). 녹두 껍질에 대부분 함유된 비텍신과 이소비텍신은 일반적으로 동일 무게당 종실 표면적이 넓은 소립일수록 함량이 많은 경향이고, 함엽증과 미백 활성이 우수하여 미백제품 등의 원료로 사용되는데(Kim et al. 1998, Kim et al. 2008) 산업적으로 크게 활용되지 못하는 실정이다. 이에 반해 일반적으로 녹두 유통과정에서 종실 크기를 기준으로 품질이 결정되는데 그 크기가 클수록 상품으로 취급한다. 그러나 종실이 클수록 수량성이 떨어지고 재배환경에 따른 생육

과 수량변이가 커 농가의 요구를 충족하는 품종이 거의 없다. 따라서 소엽이 결격형이고 종피가 노랑색이고 남부와 중부지역 모두 적응하며 양적형질이 우수한 녹두 ‘삼황’을 육성하였기에 그 육성경위와 주요특성 등을 요약 보고하는 바이다.

재료 및 방법

재배방법 및 특성조사

‘삼황’의 질적형질, 생태반응, 내재해성, 생산성 등의 평가는 경기 수원(국립식량과학원 중부작물부), 경남 밀양(국립식량과학원 남부작물부), 전남 나주(전라남도농업기술원)에서 난괴법 4반복으로 ‘어울’과 비교하였다. 2012년부터 2014년에 수원에서 각각 6월 26일, 6월 14일, 6월 18일, 밀양에서 각각 6월 11일, 6월 18일, 6월 17일, 나주에서 각각 6월 22일, 6월 26일, 6월 19일에 60 × 10 cm로 5~6립씩 점파하고 2엽기에 주당 2개체씩 남기고 솎아주었다. 시비방법은 ha 당 질소, 인산, 칼리를 각각 40 kg, 70 kg, 60 kg씩 파종 3~5일 전에 전량 밑거름으로 사용하였고, 기타 재배요령은 관행에 준하였다. ‘삼황’의 신육형, 소엽 모양, 꼬투리와 종실 특성 등 질적형질은 녹두 유전자원 특성조사 및 관리 요령(Kim et al. 2006)에 따라 조사하였다. 개화시 등 생태반응, 경장과 꼬투리수 등 양적형질, 병해와 도복 저항성 및 수량성 등의 조사는 신품종개발공동연구사업 과제수행계획서(RDA 2012)에 준하였다.

이화학분석

‘삼황’의 비텍신과 이소비텍신은 전남 나주에서 2013년과 2014년 1차와 2차에 수확한 종실로 각각 분석하여 평균하였다. 수확하여 탈곡한 종실은 40℃에서 수분 함량이 13%가 되도록 건조하고 분쇄하여 분석시료로 이용하였다. 분쇄한 종실 분말에 70% 에탄올을 가하고 80℃에서 90분간 추출하여 여과(Whatman No. 2)하고 증류수로 정용한 후에 syringe filter (0.2 µm)로 여과하여 HPLC로 분석하였다. HPLC는 Waters 2695 Alliance System (Milford, MA, USA)으로 Table 1의 조건(Kim et al. 2008)에서

분석하였다. 비텍신과 이소비텍신 표준물질을 이용하여 외부표준물질의 농도별 피크 면적을 기초로 검량식에 의해 계산하였다.

나물 품위와 수율 조사

전남 나주(전라남도농업기술원)에서 2013년과 2014년에 1차에 수확된 종실 200 g을 원료곡으로 하여 5반복 나물을 재배하고 그 품위와 수율을 조사하였다. 나물재배기로 압 조건에서 물(25±0.5℃)를 시간당 12회(각 1분씩) 공급하면서 2013년은 27±0.5℃에서 72시간, 2014년은 25±0.5℃에서 96시간 재배하였다. 배축장과 근장은 반복당 20개체씩 조사하였고, 경실비율은 원료곡 종실수와 나물 재배 후에 경실을 취하여 경실수/원료곡 종실수 × 100으로 산출하였다. 생산수율은 나물 생산 직후에 충분히 수분을 제거하고 무게를 측정하여 나물 생체중/원료곡 무게 × 100으로 산출하였다(Kim et al. 2009).

통계 분석

통계 분석은 R을 이용하였고, 육성품종과 표준품종간의 차이는 *t*-test로 유의수준 5%(*p*<0.05)에서 검정하였다.

결과 및 고찰

육성경위

‘삼황’은 천립중이 55 g으로 무겁고 잎 모양이 결각인 ‘삼강’(Lee et al. 2004)이 모본이고, 2005년부터 2년간 전남 나주에서 수행한 생산력검정에서 경장이 작고 황색 종피인 ‘KM9901-3B-15-2-4’ (JARES 2006)이 부분이다. 2006년 3월에 유리온실에 파종하고 5월에 교배하여 6월에 획득한 종실로 7~9월에 유리온실에서 F₁을 양성하고 2007년부터 노지포장에서 5년간 F₂~F₆ 세대를 육성하여 선발한 계통 ‘KM0607-B-12-9-1-2-1’이다. 전남 나주에서 2010년부터 2년간 생산력검정을 실시한 결과, 소엽이 결각형으로 심장형보다 수관 하부에 도달하는 광이 많아 광합성 효율이 좋을 것으로 예상되고 ‘어울’과 수량이 비슷하여 ‘전남44호’로 계통명을 부여하였다. 수원, 밀양 및 나주에서 2012년부터

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

Items	Conditions
Mobile phase	A (H ₂ O : EtOAc = 92 : 8) : B (MeOH) = 85 : 15
Flow rate	1 mL/min
Detector	Photo diode array 254 nm
Column Type	SunFire C18 (5 µm, 4.6 × 150 mm)
Oven temperature	40℃

Year	2006		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Generation	Cross	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅	F ₆	F ₇	F ₈	F ₉
Samgang × KM9901-3B-15-2-4	→ KM0607	→ KM0607	1 · 113	1 · 44	→ 1	→ 2	→ 1	→ 	Jeonnam44 (Samhwang)	
Precedures	Artificial cross	Bulk	Line selection		Advanced yield trial			Regional yield trial		

Fig. 1. Pedigree diagram of a mungbean cultivar ‘Samhwang’.

Fig. 2. Parentage diagram of a mungbean cultivar ‘Samhwang’.

Table 2. Inherent characteristics of a mungbean cultivar ‘Samhwang’.

Cultivar	Growth habit	Leaflet shape	Hypocotyl color	Corolla color	Pod			Seed		
					Color at maturity	Shattering	Curvature	Coat color	Surface luster	Shape
Samhwang	Erect	Lobed	Green	Light yellow	Black	Moderate	Straight	Yellow	Dull	Angular drum
Owool	Erect	Heart	Green	Light yellow	Black	Moderate	Straight	Green	Dull	Angular drum

3년간 지역적응성을 검토한 결과, 종실이 비교적 큰 편이고 노랑색 종피이기 때문에 차별화 및 특산화가 가능한 품종으로 인정되어 2014년 12월에 농촌진흥청 농작물 직무육성 신품종선정위원회에서 신품종으로 선정하고 ‘삼황’으로 명명되었다. ‘삼황’의 육성 계통도는 Fig. 1, 계보도는 Fig. 2와 같다.

고유특성

‘삼황’은 직립 초형에 결각 소엽 모양과 녹색 배축 및 담황색 꽃을 가졌다. 꼬투리는 성숙되었을 때 검정색이고 곧으며 중간 정도의 개열성을 가졌다. 성숙된 종실 모양은 원통형이고 종피는

광택이 없는 황색이다(Table 2).

일반특성 및 내재해성

‘삼황’의 개화시와 성숙시는 각각 7월 25일과 8월 14일로 ‘어울’보다 2일 빠르다. 경장은 64 cm로 ‘어울’보다 5 cm 작고 개체당 꼬투리수는 21.6개, 꼬투리당 종실수는 11.0개로 비슷하며 천립중은 53 g으로 4 g 무겁다(Table 3). 일반적으로 녹두는 종실이 클수록 상품성이 증가되므로 생산자, 유통업체 모두 선호할 것으로 보인다. ‘삼황’의 병에 대한 포장저항성 지수는 모자이크바이러스 0.7 (발병주 0.1~1%), 갈색무늬병 1.3 (발병엽

Table 3. Agronomic characteristics of a mungbean cultivar ‘Samhwang’ determined by regional yield trial from 2012 to 2014.

Cultivar	1st flowering date	1st maturing date	Stem length (cm)	No. of pod per plant	No. of seed per pod	1,000-seed weight (g)
Samhwang	July 25	Aug. 14	64*	21.6 ^{ns}	11.0 ^{ns}	53*
Owool	July 27	Aug. 16	69	21.8	11.4	49

^{ns}Not significant in the *t*-test, while *Significant at $p < 0.05$.

Table 4. Field resistance to diseases and lodging of a mungbean cultivar ‘Samhwang’ determined by regional yield trial from 2012 to 2014.

Cultivar	Mungbean mottle virus (0~9) ^z	Cercospora leaf spot (0~9)	Powdery mildew (0~9)	Lodging (1~9) ^y
Samhwang	0.7 ^{ns}	1.3 ^{ns}	0.4 ^{ns}	4.2 ^{ns}
Owool	1.0	1.1	0.3	3.0

^z0: Resistant, 9: Susceptible; ^y1: Resistant, 9: Susceptible

^{ns}Not significant in the *t*-test.

Table 5. Contents of flavonoid of a mungbean cultivar ‘Samhwang’.

Cultivar	Vitexin (mg/g)	Isovitexin (mg/g)
Samhwang	12.1 ^{ns}	11.1 ^{ns}
Owool	9.1	9.0

^{ns}Not significant in the *t*-test.

Table 6. Sprout characteristics and yield a mungbean cultivar ‘Samhwang’.

Cultivar	Hypocotyl length (cm)	Root length (cm)	Hard seed rate (%)	Sprout yield (%)	Sprout yield index ^z
Samhwang	6.7 ^{ns}	7.0 ^{ns}	5.4 ^{ns}	707 ^{ns}	102
Owool	6.7	7.1	4.3	692	100

^z(Sprout yield of Samhwang / Sprout yield of Owool) × 100

^{ns}Not significant in the *t*-test.

0.1~10%) 및 흰가루병 0.4 (발병엽 0.1~10%)로 ‘어울’과 비슷하고, 도복에 대한 포장저항성 지수는 4.2 (성숙기에 45° 이상 기울어진 개체의 비율 11~50%)로 3.0 (성숙기에 45° 이상 기울어진 개체의 비율 6~10%)인 ‘어울’보다 약간 낮은 편이다(Table 4).

품질특성

‘삼황’의 비텍신과 이소비텍신 함량은 각각 12.1 mg/g, 11.1 mg/g으로 ‘어울’의 9.1 mg/g, 9.0 mg/g보다 약간 많은 편이나 유의차는 없다(Table 5). 녹두에 함유된 비텍신과 이소비텍신은 대부분 껍질에 분포되는데(Kim et al. 2008) 녹색 종피인 ‘어울’과 함량이 비슷하고, 황색 종피인 ‘진황’과 녹색 종피인 ‘어울’ 간에 유의차가 없다는 결과(Kim et al. 2019a) 및 Kim (2008)의 보고와 같이 종피색과 관계가 적은 것으로 보인다.

‘삼황’을 원료로 하여 생산한 녹두나물의 배축 길이는 6.7 cm, 뿌리 길이는 7.0 cm로 ‘어울’과 차이가 없다. 녹두나물 생산을 완료하였을 때 발아되지 않았으면서 원료곡 상태로 단단하게 유지하는 경질의 비율은 ‘삼황’ 5.4%, ‘어울’ 4.3%로 유의차가 없다. 그리고 원료곡 대비 녹두나물의 생산수율은 707%로 ‘어울’과 비슷한 특징을 가졌다(Table 6).

수량성

수원, 밀양, 나주에서 2012년부터 3년간 지역적응성을 검정한 결과, ‘삼황’의 ha당 평균 수량은 1.76톤으로 ‘어울’의 1.54톤보다 14% 많으나 유의차는 없다(Table 7). 이와 같은 수량 차이는 전술한 바와 같이 꼬투리수와 종실수는 ‘어울’과 비슷하나 천립 중이 4 g (8%) 무거운 특성이 반영된 것으로 판단된다. 2012년,

Table 7. Seed yield of a mungbean cultivar 'Samhwang' determined by regional yield trial from 2012 to 2014.

Location	Samhwang (MT/ha)				Owool (MT/ha)				Mean yield index ^z
	2012	2013	2014	Mean	2012	2013	2014	Mean	
Suwon (NICS) ^y	1.19	1.09	1.43	1.24	1.18	1.30	0.89	1.12	110
Miryang (NICS) ^x	1.70	2.11	1.50	1.77	1.57	1.99	1.08	1.55	114
Naju (JARES) ^w	1.34	3.52	1.93	2.26	1.24	3.01	1.58	1.94	116
Mean	1.41	2.24	1.62	1.76 ^{ns}	1.33	2.10	1.18	1.54	114

^z(Mean seed yield of Samhwang / Mean seed yield of Owool) × 100^yDepartment of Central Area Crop Science, National Institute of Crop Science.^xDepartment of Southern Area Crop Science, National Institute of Crop Science.^wCrop Research Division, Jeonnam Agricultural Research & Extension Services.^{ns}Not significant in the *t*-test.

2013년 및 2014년에 3지역의 ha당 평균 수량은 '어울'보다 각각 10%, 14%, 16% 많은 것으로 보아 '삼황'은 남부지역뿐만 아니라 중부지역도 적응지역으로 판단된다.

적응지역 및 재배상의 유의점

'삼황'의 적응지역은 남부 및 중부이고 보통의 녹두 특성과 같게 습해에 약하므로 배수가 잘되는 포장에서 재배한다. 아열대 및 열대 지역에서 원산인 작물이므로 가급적 고랭지 재배는 지양하고 토양과 대기온도가 상승된 6월 중·하순에서 7월 중·하순에 파종하는 것이 좋다.

적 요

녹두 신품종 '삼황'은 '삼강'과 'KM9901-3B-15-2-4'를 2006년에 교배하여 2014년에 전라남도농업기술원에서 육성되었다. '삼황'의 초형은 직립이고 잎 모양은 결각이며 배축은 녹색이고 꽃색은 연한 노랑이며 종실 모양은 드럼형이고 종피는 광택이 없는 황색이다. 경장은 64 cm로 표준품종인 '어울'보다 5 cm 작고 천립중은 53 g으로 4 g 무겁다. '삼황'의 바이러스, 갈색무늬병, 흰가루병 및 쓰러짐에 대한 저항성은 표준품종과 비슷하다. 나물 수율과 경실 비율은 표준품종인 '어울'과 비슷하다. ha당 수량은 1.76톤으로 '어울'보다 14% 많다(품종보호권등록번호: 제5877호, 2016년 2월 1일).

REFERENCES

- Jeonnam Agricultural Research & Extension Services (JARES). 2006. 2005 Annual report: Development of new varieties of mungbean. p. 9.
- Kim BJ, Kim JH, Hea Y, Kim HP. 1998. Antioxidant and anti-inflammatory activities of the mungbean. *Cosmetics & Toiletries magazine*. 113: 71-74.
- Kim DK. 2008. Functionally fortified mungbean production and development of it's food. *JARES*. pp. 147-152.
- Kim DK, Choi JG, Kim SG, Lee KD, Seo MJ, Kang BK. 2019a. A new mungbean cultivar, 'Jinhwang', with a short stem and yellow seed coat. *Korean J Breed Sci* 51: 428-433.
- Kim DK, Choi JG, Kim SG, Lee KD, Seo MJ, Kang BK. 2019b. Mungbean cultivar 'Areum' with a lobed leaflet and short stem. *Korean J Breed Sci* 51: 110-115.
- Kim DK, Chon SU, Lee KD, Kim JB, Rim YS. 2008. Variation of flavonoids contents in plant parts of mungbean. *Korean J Crop Sci* 53: 279-284.
- Kim DK, Park KY, Shin SH, Han WY, Oh KW, Choi YM, Na YW, Ho HC, Gwag JG, Cho KT. 2006. Characteristics survey and management tips of genetic resource in mungbean. *RDA*. pp. 3-21.
- Kim DK, Son DM, Chon SU, Lee KD, Kim KH, Rim YS. 2009. Phenolic compounds content and DPPH, ADH, ALDH activities of mungbean sprout based on growth temperature. *Korean J Crop Sci* 54: 1-6.
- Lee YS, Lee JY, Kim DK, Yoon CY, Bak GC, Park IJ, Bang GP, Moon JK, Oh YJ, Min KS. 2004. New cultivar developed: A new high-yielding mungbean cultivar, 'Samgang' with lobed leaflet. *Korean J Breed Sci* 36: 183-184.
- Rural Development Administration (RDA). 2012. 2012 Research plan of development new cultivar of summer crops. pp. 99-101.