담적색 종피색의 다수성 신품종 팥 ‘해오름’ 육성

송석보^{1*} · 고지연² · 우관식² · 최명은¹ · 추지호¹ · 김지영¹ · 성정숙¹ · 한상익¹

¹농촌진흥청 국립식량과학원, ²농촌진흥청 연구정책국

A Small Red Bean Cultivar ‘Haeorom’ with Bright Red Seed and High Yield

SeokBo Song^{1*}, JeeYeon Ko², KoanSik Woo², MyeongEn Choe¹, Jiho Chu¹, JiYong Kim¹, JungSook Sung¹, and Sangik Han¹

¹Department of Southern Area Crop Science, NICS, RDA, Miryang 50424, Republic of Korea

²Research Policy Bureau, RDA, Jeonju 54875, Republic of Korea

Abstract A small red bean cultivar, ‘Haeorom’, was developed by artificial cross breeding between ‘Milyang 7 (SA9709-2B-8-2-4-4-1)’ and ‘Toyomidainagon (K204656)’ at the National Institute of Crop Science, RDA, Korea in 2008, and selected for further yield trials under the name ‘Miryang 27’. It was prevalent and showed desirable agronomic traits such as lodging tolerance, high yields, and strong antioxidant activity during the regional yield trials (RYT) from 2014 to 2016. ‘Haeorom’ was released as a new cultivar in 2016. It has some distinct phenotypic traits, including a semi-determinate growth habit, yellow flower, green embryonic axis, bright red seed, white hilum, and small spherical seeds (18.6 g per 100 seeds). The average yield of ‘Haeorom’ was 2.04 MT/ha in the RYT, which was slightly higher than that of the check cultivar (1.87 MT/ha), ‘Chungju’ (Registration No. 7508).

Keywords Small redbean, Adzukibean, Haeorom, Lodging resistance, Milyang 27

Received on September 6, 2020. Revised on October 6, 2020. Accepted on October 26, 2020.

* Corresponding Author (E-mail: songsb1254@korea.kr, Tel: +82-55-350-1243, Fax: +82-353-3050)

서 언

팥(*vigna angularis* (Willd.) Ohwi & Ohashi)은 일년생 콩과 작물로(Fabaceae, Leguminosae) 우리나라에서 두류 중 콩 다음으로 많이 재배되는 작물(KOSIS 2020)로 콩보다 수량성은 낮으나, 기후 및 토양에 적응성이 좋아 팥은 다양한 작부체계에 이용될 수 있다(Rho et al. 2003). 2019년 현재 우리나라 팥 재배면적은 5,893 ha에서 7,102톤이 생산되고 있으며 한국을 비롯한 중국, 일본 등 동북아시아에서 많이 재배되고 왔다(Rho et al. 2003). 팥은 탄수화물 함량이 높고 단백질과 지방질 함량이 낮아 탄수화물이 약 50%, 단백질은 약 20%, 정도 함유되어 있으며 탄수화물은 전분으로 대부분 이루어져 있다. 팥의 유리아미노산은 glutamic acid 함량이 제일 많고 aspartic acid, arginine acid, serine 순이다.(Koh et al. 1997). 특히 쌀의 제한 아미노산인 라이신 함량이 높으므로 쌀과 혼식할 경우, 아미노산 보충효과로 단백질의 질을 향상시켜 준다(Chang 1999). 팥의 열량은 337 kcal정도로 낮고(Hwang et al. 2005), 팥은 주로 팥앙금과 팥죽 등의 주식재료로 사용되고 있으며 떡이나 과자, 빵 등의 다양한

식재료로도 사용되고 있다(Kim et al. 2003). 팥은 최근 천연색소(Bae & Jung 2010), 미백용 화장품(Lee 2015) 팥차(Song et al. 2011), 팥 발효음료 천연색소(Woo et al. 2017) 등의 다양한 용도로 활용되고 있다. 또한 팥의 종피에는 콜린과 사포닌 성분이 들어있어 성인병 예방과 항암효과에도 도움이 된다고 알려져 있으며, 팥에는 포함된 사포닌 함량은 0.3% 정도이며 항균활성을 가지고 있다(Kang & Han 2012). 팥의 식이섬유는 5% 정도이며 장운동을 촉진하여 변비 해소에도 좋다(Kim et al. 2003). 팥의 색소는 anthocyanin 계의 cyanidin으로 알려져 있으며(Yoshida et al. 1996), 이들 색소는 항종양(Koide et al. 1997)와 항산화효과(Arigo et al. 1988)를 나타내는 것으로 보고되었다.

팥 품종은 2020년 현재까지 19품종이 개발되어 있으며 ‘아라리’(Song et al. 2011)는 쓰러짐에 강하고 앙금가공적성이 우수하여 가장 많이 재배되고 있는 품종이다. 최근 개발된 팥 품종인 ‘서나(Song et al. 2018)’, ‘홍진(Song et al. 2019)’ 등은 쓰러짐에 강하고 기계수확에 적합하다.

지금까지 팥 재배농가에서는 대부분 재래종이나 ‘충주팥’을 재배하고 있으나 이들은 잘 쓰러져 콤바인수확이 곤란하고 종자

크기가 중립이다. 이러한 문제를 해결하고자 국립식량과학원에서는 도복에 강하고 종자가 대립인 품종 ‘해오름’을 육성하게 되었다. 2015년 농촌진흥청의 직무육성신품종선정위원회의 심의를 거쳐 농가에 보급하고 있다. 본 연구에서는 ‘해오름’ 팔의 육성경위와 주요 특성을 보고하고자 한다.

재료 및 방법

재배방법 및 특성조사

팔 신품종 ‘해오름’(밀양27호)의 특성 및 수량검정 시험은 2013년도부터 2015년도까지 3년간 청원, 익산, 춘천, 밀양 등 4개 지역에서 수행하였으며, 대비품종인 ‘충주팔’과 수량성 등을 비교 검토하였다. 각 지역에서 시험에 사용한 품종은 중부지역은 6월 중순, 남부지역은 6월 하순에 재식거리는 $60 \times 10 \sim 15$ cm로 파종하였고, 입모 후 주수는 1주 2본으로 조정하였다. 시험구는 매년 밀양은 난괴법 4반복, 나머지 3개소는 3반복으로 배치하였으며, 기타 재배법은 농촌진흥청 팔 표준재배법에 준하였다. 생육특성 및 수량성 조사는 농촌진흥청 시험연구 조사기준(RDA 2012)에 준하여 실시하였다. 또한 내병충성은 팔모자익바이러스, 갈반병, 흰가루병에 대해 포장발병정도를 0-9로 조사하였다. 바이러스는 1-2본엽기, 갈반병과 흰가루병은 개화기~종화기에 조사하였다. 갈반병과 흰가루병의 발병정도는 병반면적율이 0은 무병반, 1은 1%이하, 3은 2~10%, 5는 11~20%, 7은 21~50, 9는 51%이상 되었을 경우로 하였다.

종자의 영양성분 분석

‘해오름’의 종자의 조단백질, 무기성분 함량 및 폴리페놀, 플라보노이드, 항산화활성은 2016년에 수확한 종자를 사용하여 3반복으로 측정하고 분석하였다. 조단백질 함량과 무기성분 함량을 분석하기 위하여 일정량의 시료를 취하여 습식분해한 후 100 ml로 정용하여 분석용 시료로 사용하였다. 조단백질 함량은 Kjeldahl 방법을 이용하여 황산분해법으로 분해하여 Kjelttec Analyzer (2300 Kjelttec Analyzer Unit, Foss Tecator, Hoeganaes, Sweden)를 이용하여 황산분해법으로 분해하여 분석하였으며, 무기성분은 칼륨, 칼슘, 마그네슘 등을 ICP (Inductively Coupled Plasma, Optima-3300DV, Perkin-Elmer, Norwalk, CT, USA)로 분석하였다. 시료의 항산화 성분 분석은 시료의 일정량을 80% 에탄올로 상온에서 24시간 동안 3회 진탕추출(WiseCube WIS-RL010, Daihan Scientific Co., Ltd., Seoul, Korea)한 다음 여과하여 분석용 시료로 사용하였으며, 시료의 농도는 추출용매를 이용하

여 100 $\mu\text{g/mL}$ 의 농도로 보정하여 사용하였다. 총 폴리페놀 함량은 Folin-Ciocalteu phenol reagent가 추출물의 폴리페놀성 화합물에 의해 환원된 결과, 몰리브덴 청색으로 발색하는 것을 원리로 분석하였다(Dewanto et al. 2002). 총 플라보노이드 함량은 Dewanto (2002) 등의 방법에 따라 추출물 250 μL 에 증류수 1 mL와 5% NaNO_2 75 μL 를 첨가하고 5분 후, 10% $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 150 μL 를 첨가하였다. 상온에서 6분 후 1 N NaOH 500 μL 를 첨가하였다. 11분간 반응 시킨 후, 반응액의 흡광도 값을 510 nm에서 측정하였다. 팔 추출물에 대한 항산화활성은 ABTS (2,2'-azino-bis-3-ethylbenzo-thiazoline-6-sulfonic acid, Sigma-Aldrich) 및 DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl, Sigma-Aldrich) radical의 소거 활성을 측정하였다(Choi et al. 2006). ABTS 및 DPPH radical의 소거 활성은 mg TE (Trolox equivalent antioxidant capacity)/g extract residue (ER)로 나타내었다.

통계분석

본 실험은 SAS 프로그램(Ver. 9.2)을 사용하여 통계분석을 실시하였고 각 시료간의 유의성 $p < 0.05$ 수준에서 t-test로 검증하였다.

결과 및 고찰

육성경위

팔 신품종 ‘해오름’은 국립식량과학원에서 내도복, 다수성 품종 육성을 위해 ‘밀양7호(SA9709-2B-8-2-4-4-4)’를 모본으로 하고 ‘K204656(Toyomidainagon)’을 부본으로 하여 2008년 인공교배하고, 2009년 및 2010년에 F_1 , F_2 세대 집단을 양성, 2010년 동계온실에서 세대단축을 하고 F_5 부터 계통육종법으로 선발한 ‘SA970-2B-2S-1-2-3-2’ 계통이다. 2013년과 2014년도에 실시한 생산력검정시험에서 도복에 강하고 수량성 등이 우수한 계통으로 판단되어 ‘밀양27호’의 계통명을 부여하였다. ‘밀양27호’는 2014년부터 2016년 까지 3년간 밀양 등 전국 4개 지역에서 적응성 검정을 실시한 결과, 그 우수성이 인정되어 2016년 12월 농작물 직무육성신품종선정위원회에서 신규등록 품종으로 결정하고 ‘해오름’으로 명명 하였다(RDA 2016). ‘해오름’의 육성 과정은 Fig. 1과 같다.

식물학적 및 농업적 특성

‘해오름’은 중간신육형으로 잎의 형태는 원형으로 크고 줄기는 녹색이다. 꽃은 황색이며 꼬투리는 황갈색이다. 종피색은 담적색이며 배꼽색은 백색이다(Table 1). ‘해오름’의 생육특성

^zPreliminary yield trial, ^yAdvanced yield trial, ^xRegional yield trial.

Fig. 1. Pedigree diagram of a new small redbean variety ‘Haeorom’.

Table 1. Inherent characteristics of ‘Haeorom’ determined by the regional yield trial from 2014 to 2016.

Variety	Growth habit	Embryonic color	Stem color	Flower color	Leaf shape	Pod color	Seed coat color	Hilum color
Haeorom	Semi-determinate	Green	Green	Yellow	Orbicular	Yellow brown	bright red	White
Chungju	Determinate	Green	Green	Yellow	Orbicular	Yellow	Dark red	White

Table 2. Agronomic characteristics of ‘Haeorom’ determined by the regional yield trial from 2014 to 2016.

Variety	Flowering date	Maturity date	Stem Height (cm)	No. of pods/plant	Seeds /pod	100-seed Weight (g)
Haeorom	Aug. 10	Oct. 2	69 ^{ns}	22 ^{ns}	6.6 ^{ns}	18.6 [*]
Chungju	Aug. 19	Oct. 4	72	25	6.1	14.8

^{ns}Not significant in the t-test, while ^{*}significant at $p < 0.05$ the 5%.

을 ‘충주팥’과 비교해 보면 개화기는 8월 10일이고, 성숙기는 10월 2로서 ‘충주팥’에 비해 개화기는 9일, 성숙기는 2일이 빠르다. 경장과 초장은 충주팥과 비교시 유의적인 차이는 없었으나 100립중은 18.6 g으로 ‘충주팥’ 보다 3.2 g 더 큰 품종이다(Table 2). ‘해오름’은 개화기가 짧고 성숙기간이 길어 립중이 커진 것으로 생각된다.

내재해 및 내병충성

‘해오름’은 포장에서 도복성이 3으로 조사된 반면, 충주팥은 5로 조사되어 해오름의 도복성이 충주팥보다 강한 것으로 조사되었고, 수량과 품질에 영향을 크게 미치는 팥모자익바이러스, 흰가루병, 갈반병에 대한 저항성은 ‘충주팥’과 비슷한 수준이었다(Table 3). ‘해오름’은 도복에 강한 품종이므로 콤바인 기계수확 작업이 가능할 것으로 여겨진다.

Table 3. Resistance of ‘Haeorom’ to lodging and major disease from 2014 to 2016.

Variety	Lodging (1-9) ^z	Field resistance (0-9) ^y		
		Azuki bean mosaic virus	Powdery mildew	Brown leaf spot
Haeorom	3	0	1	1
Chungju	5	0	1	1

^z1: tolerant, 9: susceptible; ^y0: tolerant, 9: susceptible

종신품질

‘해오름’의 단백질 함량은 22.8%로서 ‘충주팥’과 비슷한 것으로 조사되었고, 곡질의 무기성분 중 칼륨, 칼슘, 마그네슘, 나트륨 함량은 각각 1608.1와 88.8, 187.5, 43.0 mg/100g으로 조사되어 칼륨과 칼슘은 충주팥 보다 각각 5%, 8% 증가하였으며 마그네슘과 나트륨 함량은 비슷한 것으로 조사되었다(Table 4). 또한

‘해오름’의 총폴리페놀, 플라보노이드의 항산화 성분함량은 각각 257.1 mg GAE/100 g, 237.3 mg CE/100 g으로 충주팔 보다 50, 80% 정도 더 높았다. Radical 소거 활성인 ABTS와 DPPH도 819.6와 360.5 mg TE/100 g으로 ‘충주팔’ 대비 각각 20, 40% 정도 높은 것으로 조사되었다(Table 5). 항산화 활성은 폴리페놀, 플라보노이드의 함량과 높은 상관관계가 있다고 알려져 있으며, 팔의 라디칼 소거 활성도 폴리페놀, 플라보노이드의 함량증가와 관련이 있는 것으로 생각된다.

수량성

‘해오름’은 2013년과 2014년, 2년간 실시한 생산력검정시험에서 평균수량은 ha 당 2.06톤으로 표준품종인 ‘충주팔’에 비하여 11% 증가되었고(Table 6), 전국 4개소(청원, 익산, 밀양, 춘천)에 3년간 (2014년~2016년) 실시한 지역적응시험 평균수량은 ha 당 2.04톤으로 ‘충주팔’ 보다 9% 증수하였다(Table 7).

Table 4. Protein and inorganic contents of ‘Haeorom’ estimated in 2016.

Variety	Protein (%)	Inorganic content (mg/100g)			
		K	Ca	Mg	Na
Haeorom	22.8	1608.1*	88.8*	187.5 ^{ns}	43.0 ^{ns}
Chungju	22.7	1524.4	81.6	192.6	41.5

^{ns}Not significant in the t-test, while *significant at $p < 0.05$ the 5%.

Table 5. Antioxidant compounds and radical-scavenging activity of ‘Haeorom’ estimated in 2016.

Variety	Antioxidant compounds		Radical-scavenging activity	
	Polyphenol (mg GAE/100 g)	Flavonoid (mg CE/100 g)	ABTS (mg TE/100 g)	DPPH (mg TE/100 g)
Haeorom	257.1* (149) ^z	237.3* (188)	819.6* (122)	360.5* (136)
Chungju	172.6 (100)	126.0 (100)	671.1 (100)	265.1 (100)

^z() : (Mean yield of ‘Haeorom’ /mean yield of ‘Chungju’) × 100

^{ns}Not significant in the t-test, while *significant at $p < 0.05$ the 5%.

Table 6. Results of yield trials of ‘Haeorom’ at Milyang from 2013 to 2014.

Variety	Yield (MT/ha)			
	PYT (2013) ^z	AYT (2014) ^y	Mean	Index ^x
Haeorom	2.10*	2.02*	2.06*	111
Chungju	1.92	1.80	1.86	100

^zPYT: Preliminary yield trial in 2013, ^yAYT: Advanced yield trial in 2014, ^xIndex : (Mean yield of Haeorom/mean yield of chungju) × 100

^{ns}Not significant in the t-test, while *significant at $p < 0.05$ the 5%.

Table 7. Yield of ‘Haeorom’ on the regional yield trials carried out at 4 locations.

Location	Haeorom (MT/ha, A)				Chungju (MT/ha, B)				Index (A/B) ^z
	2014	2015	2016	Mean	2014	2015	2016	Mean	
Cheongwon	2.19	1.85	2.74	2.26	2.29	1.83	2.51	2.21	103
Chunchen	1.88	1.85	2.49	2.07	1.73	1.62	2.11	1.82	114
Iksan	1.43	1.35	1.93	1.57	1.51	1.45	2.04	1.67	94
Miryang	2.34	2.19	2.26	2.27	1.86	1.69	1.78	1.78	127
Mean	1.96	1.81	2.36	2.04*	1.85	1.65	2.11	1.87	109

^zIndex: (Mean yield of Haeorom/mean yield of chungju) × 100

^{ns}Not significant in the t-test, while *significant at $p < 0.05$ the 5%.

재배상의 유의점

‘해오름’의 적정 파종기는 남부지역은 6월하순에서 7월상순이고 중부지역은 6월중순에서 6월하순이다. 산간고랭지 재배시에는 서리피해가 발생하지 않도록 주의하여야 하고, 수량성 확보를 위해서는 개화기와 착형기 시기에 충분한 관수가 필요하다.

적 요

‘해오름’은 국립식량과학원 남부작물부에서 2016년도에 육성한 적색종피의 팥품종으로 2008년에 위해 ‘SA9709-2B-8-2-4-4-1’을 모본으로 하고 ‘K204656’을 부본으로 인공 교배하여 계통육종법으로 선별한 계통으로 계통명은 ‘밀양 27호’이다. ‘해오름’은 중간신육형으로 앞은 원형으로 크고 줄기는 녹색이며 협은 황갈색이다. ‘해오름’의 성숙기는 10월 2일로 ‘충주팔’에 비해 2일 빠르고 개화기는 9일 빠르다. 경장과 협수는 ‘충주팔’과 비교시 유의적이 차이가 없으나, 100립중은 18.6 g으로 3.6 g 무거운 대립종이며, ha당 평균 수량은 2.04톤으로 충주팔’보다 9% 증수하였다. ‘해오름’은 내도복성이 ‘충주팔’에 비해 매우 강하며 내병성은 비슷한 것으로 조사되었다.

사 사

본 논문은 농촌진흥청 시험연구사업(과제번호 : PJ01503101)의 지원에 의해 이루어진 것임.

REFERENCES

- Ariga T, Koshiyama I, Fukushima D. 1988. Antioxidative properties of procyanidins B-1 and B-3 from azuki beans in aqueoussystem. *Agr Biol Chem* 52: 2717-2722.
- Bae DG, Jung YS. 2010. Colorant extracting and its storage stability from red bean and black bean seed coat. *Agric. Rex. Bull. Kyungpook National Univ* 28: 31-38.
- Chang HG. 1999. Information on food for the health of modern people. Shinkwang Publishing Co., Seoul, Korea. pp. 46-50.
- Choi SY, Jeong YJ, Lee SJ, Chi OH, Chegal SA. 2002. Food and health for modern people. Dongmyungsa, Seoul, Korea. pp. 244-246.
- Choi Y, Lee SM, Chun J, Lee HB, Lee J. 2006. Influence of heat treatment on the antioxidant activities and polyphenolic compounds of Shiitake (*Lentinus edodes*) mushroom. *Food Chem* 99: 381-387.
- Dewanto V, Xianzhong W, Liu RH. 2002. Processed sweet corn has higher antioxidant activity. *J Agr Food Chem* 50: 4959-4964.
- Hwang CS, Jeong DY, Kim YS, Na JM, Shin DH. 2005. Effects of enzyme treatment on physicochemical characteristics of small red bean percolate. *Korean J food Sci Technol* 37: 189-193.
- Kang SJ, Han YS. 2012. Studies on the anti-oral microbial activity and selected functional component of small red bean extract. *Korean J food Cookery Sci* 28: 41-49.
- Kim CG, Oh BH, Na JM, Sin DH. 2003. Comparison of physicochemical properties of Korean and Chinese red bean starches. *Korean J Food Sci Technol* 35: 551-555.
- Koh KJ, Shin DB, Lee YC. 1997. Phsicochemical properties of aqueous extracts in small red bean, mung bean and black soybean. *Korean Science of Food Science and Technology* 29: 854-859.
- Koide T, Hashimoto Y, Kamei H, Kojima T, Hasegawa M, Terabe K. 1997. Antitumor effect of anthocyanin fractions extracted from soybeans and red beans in vitro and in vivo. *Cancer Biother Radiopharm* 12: 277-280.
- Korean Statistical Information Service (KOSIS). Accessed SEP . 24, 2020. http://kosis.kr/statisticsList/statisticsListInd ex.do?menuId=M_01_01&vwcd=MT_ZTITLE&parmTabl d=M_01_01#SelectStatsBoxDiv
- Lee SY. 2015. Analysis of skin mechanism and an application for functional cosmetic from redbean (*Phaseolus angularis*) shell extract. pp. 1-138.
- Rho CW, Son SY, Hong ST, Lee KH, Ryu IM. 2003. Agronomic characters of Korean adzuki beans (*Vigna angularis* (Willd.) Ohwi & Ohashi). *Korean J Plant Res* 16: 147-154.
- RDA (Rural Development Administration). 2012. Agricultural science technology standards for investigation of research. Jeonju, Korea, RDA.
- RDA (Rural Development Administration). 2016. Research plan of development new variety of summer crops. pp. 101-107.
- Song SB, Ko JY, Woo KS, Choe ME, Kwak DY, Woo KS, Moon JK, Han SIK, Han WY, Choe ME, Ko JC, Oh IS. 2016. A New Small Redbean Cultivar ‘Arari’ with Lodging Resistance and High-Quality. *Korean J Breed Sci* 48: 374-377.

18. Song SB, Ko JY, Woo KS, Choe ME, Jung TW, Moon JK, Ha TJ. 2018. A New Small Red bean Cultivar 'Seona' with Mechanization Harvesting and Lodging Resistance. Korean J Breed Sci 50: 314-318.
19. Song SB, Ko JY, Woo KS, Choe ME, Chu JH, Ha TJ, Han SI, Kwak DY. 2019. A Small Redbean Cultivar 'Hongjin' with Lodging Tolerance and High Yield. Korean J Breed Sci 51: 523-528.
20. Woo KS, Song SB, Ko JY, Kim MJ, Kim HJ, Sim EY, Lee CK, Jeon YH. 2017. Quality and Antioxidant Characteristics of Fermented Beverages from Adzuki Beans (*Vigna angularis* var. *nipponensis*) Derived from Different Breeding Lines that had been Fermented for Varying Lengths of Time. Journal of Agricultural, Life and Environmental Sciences 29: 94-103.
21. Yoshida K, Sato Y, Okuno R, Kameda K, Isobe M, Kondo T. 1996. Structural analysis and measurement of anthocyanin from colored seed coats of *Vigna*, *Phaseolus* and *Glycine* Legumes. Biosci. Biotechnol. And Biochem 60: 589-593.