고품질 중만생 벼 품종 ‘효원6호’

임다운¹ · 산마라¹ · 장성규¹ · 박소연¹ · 진상현¹ · 김용철¹ · 함태호² · 권순욱^{1*}

¹부산대학교 식물생명과학과, ²건국대학교 생명환경연구소

‘Hyowon6’, a Mid-Late Maturing Rice Variety with High Quality

Da-Eun Im¹, Mar Lar San¹, Seong-Gyu Jang¹, So-Yeon Park¹, Sang-Hyeon Jin¹, Yong Chul Kim¹, Tae-Ho Ham², and Soon-Wook Kwon^{1*}

¹Department of Plant Bioscience, Pusan National University, Miryang, 50463, Republic of Korea

²Institution of Life and Environment, Konkuk University, Seoul, 27478, Republic of Korea

Abstract Hyowon6, a mid-late maturing, good eating quality rice variety with multi-resistance, was developed by the rice breeding team of Pusan National University in 2013. This variety was derived from a cross between Hwayeong (as a multi-resistant parent) and Koshihikari (as a good eating quality parent). Selection by the pedigree breeding method was carried out until the F₈ generation. A promising line, JS14-12-36-8-5-3-1-1-1, was developed and designated as HY103 in 2013. This variety headed on August 22, which was 11 days later than that of Hwayeong. The culm length and panicle length of Hyowon6 was 85.7 cm and 21.1 cm, respectively. The number of panicles per hill was 14.5 and the number of grains per panicle was 101.7. The ratio of ripened grain was approximately 92% and the 1,000-grain weight was approximately 21.36 g for brown rice, which were similar to those of Hwayeong. Hyowon6 was moderately resistant to lodging and also to neck blast, leaf blight, and stripe virus. The glossiness value of Hyowon6 was 83, which was considerably higher than that of Hwayeong.

Keywords Rice, Hyowon6, Good eating quality, Multi-resistance

Received on November 9, 2018. Revised on November 12, 2018. Accepted on November 12, 2018.

* Corresponding Author (E-mail: swkwon@pusan.ac.kr, Tel: +82-55-350-5506, Fax: +82-55-350-5509)

서 언

벼(*Oryza sativa* L.)는 우리나라에서 주식으로 섭취되며 소비가 가장 많은 식량 작물 중 하나이다. 최근 쌀 품종 육성은 수량성(단위면적당 수량) 증대 보다는 밥맛이 좋은 고품질 벼 품종 개발에 집중되고 있으며, 특히 친환경재배단지의 증가와 더불어 각종 병해충 저항성 품종이나 도복 저항성 등 내재해성 품종의 개발이 요구되고 있다. 최근에는 ‘맛드림’, ‘선품’, ‘중모1045’, ‘청품’ 등 복합 내병성 및 내재해성 벼 품종이 개발되었다(Jang et al. 2018, Jeong et al. 2018, Kim et al. 2018, Won et al. 2018).

고품질 중생종 벼 ‘Koshihikari’는 밥맛이 우수하고, 재배가 좋아 2016년 일본 벼 재배면적의 36.2%(53만 5천 ha)에 재배되었으며(Kobayashi et al. 2018), 국내에서도 경기도 지역을 중심으로 재배면적이 증가하고 있다. 그러나 ‘Koshihikari’는 흰잎마름병에는 중간정도의 저항성을 갖지만, 잎도열병과 목도열병에 약하고 줄무늬잎마름병에도 약하며(Kobayashi et al. 2018), 특

히 큰 키로 도복에 대단히 약한 품종이다.

화영벼는 줄무늬잎마름병에 강하고, 도열병에도 강한 것으로 보고되었다. 또한 벼 흰잎마름병균 K₁, K₂ 및 K₃ 균계에 모두 저항성인 *Xa3* 유전자를 보유하고 있으며, 화영벼를 교배모본으로 하여 육성된 영해, 화삼, 해평, 주남, 동진1호, 영안, 만월, 소비, 신동진 및 운광벼도 K₁, K₂ 및 K₃ 균계에 광범위한 저항성을 보였다고 하였다(Kim et al. 2007, Shin et al. 2005).

최근에 육성된 ‘새일미벼’는 일미벼에 화영벼의 이삭도열병 저항성 유전자와 *Xa3* 유전자를 도입한 품종이고(Lee et al. 2015), 중모1033호는 재래종인 자광도의 흰잎마름병, 도열병, 줄무늬잎마름병 저항성을 개선하기 위해 교배모본으로 화영벼를 사용하였다(<http://www.nongsaro.go.kr>).

본 논문은 Koshihikari와 화영벼 교배후대에서 중만생종이면서 복합내병성이고, 밥맛이 우수한 ‘효원6호’를 개발하였기에 육성 경위와 주요 특성을 보고하고자 한다.

재료 및 방법

본 연구는 ‘효원6호’와 ‘화영벼’를 공시하여 2012년, 2013년에 중부지역(경기 수원)에서 보통기 보비재배로 생산력 검정을 실시하였다. 재배법은 농촌진흥청 표준재배법에 준하였고, 4월 22일에 파종하여 5월 21일에 30×15 cm의 재식거리로 이앙하였고, 시비량은 N-P-K = 9-4.5-5.7/10a로 재배하였다. 시험구 표본은 1반복당 36주로 3반복씩 수확하였고, 시험구 배치는 난괴법 3반복으로 하였다.

출수기, 간장, 수장 등 기초농업형질과 및 수량관련 형질을 조사하였고, 쌀알의 길이, 폭 등 종신풀특성과 도정률을 조사하였다. 미질특성으로는 아밀로스 함량, 단백질 함량 및 밥 윤기치에 대해 평가하였다. 아밀로스 함량 분석은 현미를 곱게 간 시료를 이용하여 요오드-요오드화 칼륨 용액(I₂-KI solution)과 발색 반응시켜 620 nm의 파장에서 분광 광도계(Spectrophotometer)로 읽어 흡광도를 측정하여 계산하였다(Lee et al. 2018). 밥 윤기치(Toyo taste value) 분석은 토요 미도메터(Toyo, MB90A, MA-90B,

Japan)를 사용하여 측정하였다. 단백질 함량 분석은 kjeldahal flask에 분해한 시료를 냉각 후 H₂O와 32% NaOH 가하여 증류하고, 3% Boric acid NH₃ gas를 포집하여 0.1N-HCl로 적정하였다. 단백질함량은 아래 수식으로 계산하였다(MFDS 2011).

단백질(%) = (A-B) × f × 질소계수 × (0.0014 ÷ S) × 100
A: 0.1N-HCl 소비량(mL), B: blank test의 0.1N-HCl 소비량(mL), f: 0.1N-HCl의 역가 = 1, S: Sample 채취량(g)

결과 및 고찰

육성경위

‘효원6호’는 부산대학교에서 복합저항성 양식미 품종을 육성할 목적으로 2004년 복합저항성을 보이는 화영벼와 밥맛이 우수한 ‘Koshihikari’를 인공교배하여 수확된 종자를 JS14로 표기하여, 2004년 동계에 F₁ 종자를 파종하여 F₂ 개체를 확보하였다. 2005년 F₂를 집단 전개하여 임성, 초형이 우수한 계통을 선발하였고,

Fig. 1. Genealogical diagram of ‘Hyowon 6’.

Year	‘04	‘04/’05	‘05	‘06	‘07	‘08	‘09	‘10	‘11	‘12	‘13
Gen	Cross	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅	F ₆	F ₇	F ₈	F ₉	F ₁₀
Hwayoung / Koshihikari	JS14	1	1	1 →	1	1	1 →	1 →	1 →	Hyowon 6 (HY 103)	
		12 →	36 →	8	⑤ →	③ →					
		28	500	12	9	9	5	5	5		
No. lines (Plants)	50	28	500	12	9	9	5	5	5		
Remark	individuals		Pedigree nursery					OYT		RYT	

Fig. 2. Pedigree diagram of ‘Hyowon 6’.

F₃부터는 매년 포장에서 계통육종법에 의하여 선발하면서, 종자 및 쌀의 외관 특성이 우수하고, 임성, 초형이 양호하며, 포장병 저항성이 우수한 JS14-12-36-8-5-3-1-1-1 계통을 선발, 고정하였다(Fig. 1). 선발된 계통에 대해 HY103호로 계통명을 부여하고, 2012~2013년 난괴법 3반복으로 생산력검정을 수행한 결과 품종의 균일성과 재배안정성을 확인하여 '효원6호'라 명명하였다.

'효원6호'의 육성 경위와 육성 계보는 Fig. 1 및 Fig. 2와 같다. (품종등록번호: 제7325호)

주요 특성

1. 출수기 및 주요 농업적 특성

보통기 보비재배에서 '효원6호'의 출수기는 평균 8월 22일로 대조품종인 '화영벼'에 비해 11일 늦은 중만생종이다. 간장과 수장은 85.7 cm, 21.1 cm로 '화영벼'의 77.8 cm, 19.5 cm보다 각각 7.9 cm, 1.6 cm 길었다. 주당 이삭수는 14.5개로 '화영벼'보다 많으며, 이삭당 벼알수는 101.7개로 '화영벼'와 비슷하였다. 등숙비율은 92%, 현미 천립중은 21.36 g로 '화영벼'와 유사하였다(Table 1).

2. 생리장애 및 병해충 저항성

'효원6호'는 못자리 불시출수는 관찰되지 않았고, 성숙기 엽

노화는 대조품종과 유사한 정도인 중 정도였다. 'Koshihikari'가 내도복성이 대단히 약한데 비해 '효원6호'는 중 정도의 내도복성을 보였고, 내냉성은 '화영벼'에 비해 강한 편이었다. 목도열병과 흰잎마름병 및 줄무늬 잎마름병에 대해 중 정도의 저항성을 나타냈으나 멸구에 대한 저항성은 없는 것으로 나타났다(Table 2).

3. 도정 및 미질 특성

'효원6호'의 도정률은 '화영벼'와 비슷한 수준이며, 현미길이가 4.83 mm로 대조품종의 5.01 mm 보다 짧고, 현미의 폭도 2.86 mm로 대조품종의 2.90 mm보다 약간 좁은 편이다. 현미의 장폭비는 대조품종 1.73보다 더 원형에 가까운 1.69로 단원형이다. '효원6호'의 수량은 중부지역 보통기 재배에서 평균 5.38 MT/ha로 대조품종인 '화영벼' 5.16 MT/ha 의 104%로 비슷한 수준을 보였다(Table 3, Fig. 3). 아밀로스 함량과 단백질함량은 17.7%와 6.7%로 대조품종보다 낮고, 밥의 윤기치는 83으로 대조품종(화영벼)에 비해 월등히 높은 수치를 보였다(Table 4).

적 요

'효원6호'는 밥맛이 우수하고 복합저항성을 보이는 품종을 육성하고자 식감이 우수하고 밥을 지었을 때 윤기가 도는 양식미

Table 1. Major agronomic traits and yield components.

Variety	Heading date	Culm length (cm)	Panicle length (cm)	No. of panicles per hill	No. of spikelets per panicle	Ratio of ripened grain (%)	1,000 grain weight (g)
Hyowon 6	Aug. 22	85.7±1.0	21.1±0.7	14.5±1.2	101.7±4.0	92	21.36±0.07
Hwayoung	Aug. 11	77.8±2.1	19.5±0.9	14.1±1.6	97.3±3.3	90	21.40±0.14

Table 2. Response to physiological stresses and Pest Resistance.

Variety	Leaf senescence at maturity	Lodging in field (0-9)	Cold tolerance	Neck blast	Bacterial leaf blight	Virus disease (Stripe)	Brown plant hopper
Hyowon 6	M ²	M	R	M	M	M	S
Hwayoung	M	MR	MR	MR	R	M	S

²R: Resistant, M: Moderate, S: Susceptible

Table 3. Grain characteristics of 'Hyowon 6'.

Variety	Brown rice				Dehulling Recovery (Brown/Rough) (%)	Grain yield (kg/10a)
	Length (mm)	Width (mm)	Thickness (mm)	L/W ratio		
Hyowon 6	4.83	2.86	2.02	1.69	78.5	538
Hwayoung	5.01	2.90	2.02	1.73	77.3	516

Table 4. Physicochemical properties and eating quality of ‘Hyowon 6’.

Variety	Translucency (1~9)	White core/belly (0~9)	Amylose content (%)	Protein content (%)		Glossiness of cooked rice ^z
				Brown rice	Milled rice	
Hyowon 6	1	0/1	17.7	6.7	5.9	83
Hwayoung	1	0/1	18.2	7.5	6.4	61

^zGlossiness of cooked rice was measured by Toyo mito-meter

Fig. 3. Grain appearance (a): Rough rice-Hwayeong, (b): Rough rice- Hyowon 6, (c): Brown rice- Hwayeong, (d): Brown rice-Hyowon 6.

인 ‘Koshihikari’와 복합저항성을 보이는 ‘화영벼’를 인공교배하고, 2006년부터 2011년까지 계통육성을 하면서, 종자 및 쌀의 외관 특성이 우수하고, 임성, 초형이 양호하며, 포장 병 저항성이 우수한 계통을 선발하여 생산력 검정을 수행한 결과 우수성이 인정되어 품종으로 출원 및 등록되었다. ‘효원6호’는 중부평야지에서 8월 22일경에 출수하는 중만생종으로 화영벼에 비해 11일 정도 늦다. 간장과 이삭길이는 각각 85.7 cm, 21.1 cm로 화영벼보다 길었으며, 포기당 이삭수도 14.5개로 화영벼보다 많았다. ‘효원6호’는 성숙기 엽노화가 보통수준이며 중 정도의 내도복성을 보였으며, 강 수준의 내냉성을 보였다. 목도열병과 흰잎마름병 및 줄무늬 잎마름병에 대해 중 정도의 저항성을 나타내었으나 멸구에 대한 저항성은 없었다. ‘효원6호’의 현미 천립중은 21.36 g이며, 장폭비가 1.69인 단원형이다. 현미 아밀로스 함량과 단백질 함량은 17.7%와 6.7%로 화영벼보다 낮고, 밥의 윤기치는 83으로 화영벼에 비해 월등히 높은 것으로 나타났다.

사 사

본 논문은 부산대학교 기본연구지원사업(2년)의 지원으로 이루어졌음.

REFERENCES

1. Jang JH, Ji JH, Han SW, Park JS, Choi BR, Kim HD, Do HY, Kim SJ, Choi HC, Kim GH, Cho YC, Kim MK, Choi IS. 2018. A medium-maturing, lodging tolerant, and good eating-quality rice variety ‘Matdream’. Korean J Breed Sci 50: 324-330.
2. Jeong EG, Won YJ, Yang CI, Cho YC, Kim MK, Lee JH, Suh JP, Lee SB, Jung OY, Ahn EK, Oh SK, Jeong JM, Hong HC, Hyun UJ, Mo YJ, Yang UH, Lee JS, Lee JH, Kim BK. 2018. A medium maturity, high quality and multiple disease resistance rice ‘Seonpum’. Korean J Breed Sci 50: 171-176.
3. Kim KY, Shin MS, Shin SH, Ko JC, Kim BK, Ko JK, Kim CK. VeraCruz CN. 2007. Resistant response of rice varieties to Korean and Philippines’ bacterial blight, *Xanthomonas oryzae* Pv. *Oryzae*. Korean J Intl Agri 19: 141-146.
4. Kim WJ, Shin WC, Park HS, Nam JK, Kim HS, Baek MK, Kim BK, Kim KY, Kim JJ, Cho YC, Ko JK, Ko JC, Back SH. 2018. Brown planthopper and bacterial blight resistant mid-late high grain quality rice ‘Jungmo1045’. Korean J Breed Sci 50: 72-79.
5. Kobayashi A, Hori K, Yamamoto T, Yano M. 2018. Koshihikari: a premium short-grain rice cultivar – its expansion and breeding in Japan. Rice 11: 15. doi:10.1186/

- s12284-018-0207-4
6. Lee JH, Lee JY, Yoon YN, Kim SY, Hur YJ, Yeo US, Sohn YB, Song YC, Park DS, Nam MH, Cho JH. 2015. Enhancement of panicle blast resistance in Korean rice cultivar 'Saeilmi' by marker assisted backcross breeding. *Plant Breed Biotech* 3: 1-10.
 7. Lee WD, Park YJ, Jang SG, Kwon SW, Lee YS, Cho YH. 2018. Late-maturing, low amylose rice variety Jinsang 2 with a medium to short culm. *Korean J Breed Sci* 50: 344-349.
 8. Ministry of Food and Drug Safety (MFDS). 2011. Health Functional Food Code. pp. 209-212.
 9. Shin MS, Noh TH, Kim KY, Shin SH, Ko JK, Lee JK. 2005. Reaction of Korean rice varieties to new bacterial blight race, *K3a*. *Korean J Crop sci* 50: 151-155.
 10. Won YJ, Lee JH, Yang CI, Kim MK, Chang JK, Cho YC, Lee SB, Lee JH, Ahn EK, Suh JP, Jung KH, Jeon YH, Hyun UJ, Jeong EG, Ha WG, Kim JJ, Oh SK, Choi YH, Kang KH, Sung NS, Kim BK. 2018. A middle plain area adaptable, multiple disease resistant, medium maturing rice 'Cheongpum'. *Korean J Breed Sci* 50: 261-267.