중생 찰벼 신품종 ‘효원4호’

장성규¹ · 이아림¹ · 임다은¹ · 왕항¹ · 박용진² · 이영상³ · 조유현⁴ · 권순욱^{1,*}

¹부산대학교 식물생명과학과, ²공주대학교 식물자원학과, ³순천향대학교 의료생명공학과, ⁴(주) 시드피아

Medium Maturing Glutinous Rice Variety ‘Hyowon 4’

Seong-Gyu Jang¹, Ah-Rim Lee¹, Da-Eun Im¹, Heng Wang¹, Yong-Jin Park²,
Young-Sang Lee³, Yoo-Hyun Cho⁴, Soon-Wook Kwon^{1,*}

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

²Department of Plant Resources, Kongju National University, Yesan 32439, Korea

³Department of Medical Biotechnology, Soonchunhyang University, Asan 31538, Korea

⁴Seed Pia Co. Suwoen 16395, Korea

Abstract : ‘Hyowon 4’, a new medium maturing glutinous rice variety was developed by the rice breeding team of Pusan National University in 2013. This cultivar was derived from a cross between ‘Boseokchal’ and ‘Donna’ with good glutinous property. During F3~F8 generation, breeding lines were selected by a pedigree breeding method. As a result, the promising line (JS23-4-39-14-5-1-1-1) with good glutinous property was advanced and designated as the name of ‘SP 106’ in 2012. This variety headed on Aug. 15, which is 2 days later than ‘Dongjinchal’ in middle plane. The culm length and panicle length of this variety was 82.4 cm and 21.1 cm, respectively. This variety has about 13.9 tillers per a hill and 100 spikelets per a panicle. The ratio of ripened grain is about 92.0% and 1000-grain weight was 20.9 g in brown rice. The yield performance was 5.03 MT/ha in local adaptability test.

Keywords : Rice, Hyowon 4, Landrace, Glutinous rice

서 언

최근 국내 쌀 공급량에 비해 소비량이 점점 감소함으로써 국내 쌀 재고량이 증가하고 있다. 최근 쌀 소비 다양화를 위해 가공용 쌀의 소비가 증가하고 있는데 우리나라에서 가공용 쌀로 가장 많이 소비되고 있는 찰쌀은 멥쌀에 비해 상대적으로 노화속도가 느리며 전분 분자 구조상 아밀로스 함량이 매우 낮거나 거의 없으며 부드럽고 찰기가 있다(Been et al. 1984). 이러한 특성으로 인하여 찰쌀은 아시아의 많은 나라에서 전통식품, 떡, 가공용, 주정용으로 사용되고 있다(Choi & Kang 1999). 국내에서 찰벼는 떡 가공용으로 가장 많이 이용되고 있는데, 찰벼의 찰기는 아밀로펙틴 사슬의 비율 중 DP6~DP12의 단쇄 비율이 높을수록 찰기가 오래간다고 보고된 바 있다(Yoon et al. 2015).

국내 재래종 유전자원 중 ‘돼지찰벼(돈나)’는 아밀로펙틴 단쇄 비율이 높아 찰성이 강하고 떡 제조시 부드러운 성질이 오래가는 것으로 보고된 바 있으나, 줄기가 약해 도복이 심하고 도열병이 많이 발생하여, 수량이 300kg/10a 정도로 대단히 낮은 것으로 알려져 있다(Lee et al. 2016).

국내 재래종 벼 유전자원은 대체적으로 도열병, 흰잎마름병 등 저항성이 극히 약한 것으로 알려져 있다(Kang et al. 2008). 최근 일부 유전자원은 일품벼 수준의 미질특성을 보이는 등 농업적 특성이 우수한 품종이 다수 존재하는 것으로 보고되고 있는데(Lee et al. 2013), 실제 품종 육성 소재로 사용된 것은 홍진주, 자광찰 등이 유일하다.

따라서 본 연구에서는 가공특성이 우수한 재래종 벼의 농업형질을 개선하고자 재래종 찰벼 ‘돈나(돼지찰벼)’와 재배안전성이 우수한 ‘보석찰벼’를 인공교배하여 ‘효원 4호’를 육성하였기에 그 육성 경위 및 주요특성을 보고하는 바이다.

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

(Received on February 7, 2017. Accepted on February 11, 2017.)

Fig. 1. Pedigree diagram of ‘Hyowon 4’

재료 및 방법

생산력검정

본 시험은 ‘효원 4호’와 ‘동진찰’을 공시하여 2012, 2013년 2년간 중부지역 (경기 수원) 에서 실시하였다. 재배법은 농촌진흥청 표준재배법에 준하였고, 4월 22일에 파종하여 5월 21일에 30 × 15 cm의 재식거리로 이앙하였고, 시비량은 N-P-K = 9-4.5-5.7 kg/10a로 시비하였다. 제초제는 초기제초제 5월 17일, 중기제초제 6월 5일에 살포하였고, 살균살충제는 이앙 당일과 8월 5일에 살충제와 살균제를 함께 살포하였다. 시험구 표본 채취는 1반복당 30주로 3반복씩 수확하였고, 시험구 배치는 난괴법 3반복으로 하였다.

기능성 성분 분석

현미 시료의 토코페롤(T), 토코트리엔놀(T3), 파이토스테롤류의 분석은 Bhandari et al.(2012)에 따라 수행되었다. 전처리 과정에서 토코페놀류의 산화를 방지하기 위해 ascorbic acid을 가하고, 현미 가루 0.5g를 ethanol 및 KOH와 함께 80℃에서 비누화 반응을 수행하고, hexane으로 이행하는 과정을 3회, 중류수로 세척하는 과정을 3회 수행한 후, Na₂SO₄에 통과시켜 수분을 제거하고 회전 농축기를 이용하여 hexane을 제거한 후, isooctane 2 ml에 완전히 녹인 후 GCMS로 분석하였다. 기능성 성분의 분석 시 대조 품종으로는 진상벼를 이용하였다.

결과 및 고찰

육성경위

‘효원 4호’는 가공적성이 우수한 재래종 찰벼의 재배안전성을 개선하여, 가공적성이 우수한 찰벼 품종을 육성하고자 수행되었으며, 재래종 찰벼 중 가공 시 굳는 성질이 낮은 특성을 보이는 웅진수집 돈나를 교배부본으로 선정하였고, 재래종 찰벼의 도복, 병해, 수량성을 개선하기 위해 내재해, 내병성이 우수한 보석찰벼(RDA 2004)를 교배모본으로 선정하였다. 목적에 부합하는 계통을 선정하여 2004년 하계에 재배안전성이 우수한 보석찰벼를 모본으로 하고, 가공 특성이 우수한 재래종 찰벼인 웅진수집 돈나를 부본으로 인공교배하여 수확된 종자를 JS23으로 표기하고 2004년 동계에 F₁ 종자를 파종하여 F₂ 개체를 확보하였다. 2005년 F₂를 집단 전개하여 찰 특성을 갖고, 중소립 개체를 선발하였고, 2006년부터 2011년까지 매년 포장에서 계통재배하면서 찰 및 중소립 특성을 갖고, 포장 재배 안전성이 양호한 JS23-4-39-14-4-5-1-1-1 계통을 선발하였다(Fig. 1). 선발된 계통에 대해 SP106호로 계통명을 부여하고, 2012년~2013년에 생산력검정을 수행한 결과 품종의 균일성과 재배안정성을 확인하여 우수성이 인정되어 ‘효원 4호’라고 명명하고 품종보호출원을 하였다. ‘효원 4호’의 육성 경위와 육성 계보는 Fig. 1 및 Fig. 2와 같다.

Fig. 2. Genealogical diagram of 'Hyowon 4'

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 4	8/15	82.4±1.4	21.1±1.0	13.9±1.1	100±4.5	92	20.9±0.10
Dongjinchal	8/13	80.6±1.4	20.2±0.7	14.5±1.5	102±4.6	90	21.3±0.35

Table 2. Response to physiological stress and Pest Resistance.

Variety	Lodging in field (0-9)	Leaf senescence at maturity	Cold tolerance	Neck Blast	Bacterial blight	Rice stripe virus	Brown plant hopper
Hyowon 4	1	Slow	R ^z	M	M	M	S
Dongjinchal	1	Slow	M	M	S	R	S

^zR : Resistant, M : Moderate, S : Susceptible

주요특성

출수기 및 주요 농업적 특성

‘효원 4호’는 중부지역 보통기 보비재배에서 8월 15일경에 출수하는 중생종으로 대조품종인 ‘동진찰’보다 2일 늦었다. 간장은 82.4cm로 ‘동진찰’의 80.6cm 보다 1.8cm 크고, 이삭길이는 21.1cm로 0.9cm 길었다. 포기당 이삭수와 이삭당 벼알수는 각각 13.9개, 100개로 대조품종인 ‘동진찰’과 비슷하였다. 등숙 비율은 92%로 조사되었고, 현미천립중이 20.9g로 ‘동진찰’의 21.3g 보다 가벼웠다(Table 1).

생리장해 및 병해충 저항성

‘효원 4호’는 못자리 불시출수는 관찰되지 않았고, 성숙기 엽 노화는 대조품종과 비슷한 수준을 보였으나, 유묘기 냉해성은

대조품종에 비해 강한 것으로 나타났다. ‘효원 4호’는 목도열병, 흰잎마름병 및 줄무늬잎마름병에 대해 중간 정도의 저항성을 나타냈으나 멸구에 대한 저항성은 없는 것으로 나타났다(Table 2).

미질 및 수량성

‘효원 4호’의 영은 진한 갈색을 보이며, 현미길이가 4.48mm로 대조품종의 4.89mm 보다 짧고, 현미의 폭도 2.84mm로 대조품종의 2.97mm보다 약간 좁은 편이다. 현미의 장폭비는 대조품종 1.65보다 더 원형에 가까운 1.58 정도로 중소립 단원형이다. 현미의 두께는 1.98mm 수준으로 대조품종에 비해 다소 두꺼운 편이다(Table 3, Fig. 3). 현미의 단백질 함량은 대조품종보다 높은 7.9% 였다. ‘효원 4호’의 수량성은 2012년부터 2013년 2년간 조사한 결과 503kg/10a로 대조품종 ‘동진찰’ 549kg/10a의 92% 수준이었다(Table 3).

Table 3. Grain characteristics of ‘Hyowon 4’

Variety	Brown rice					Grain yield (kg/10a)
	Length (mm)	Width (mm)	Thick-ness (mm)	L/W ratio	Protein content (%)	
Hyowon 4	4.48±0.72	2.84±0.45	1.98±0.33	1.58	7.9	503
Dongjinchal	4.89±0.14	2.97±0.10	1.90±0.19	1.65	7.5	549

Fig. 3. Grain appearance (a): Rough rice-Dongjinchal, (b): Rough rice- Hyowon 4, (c): Brown rice- Dongjinchal, (d): Brown rice- Hyowon 4**Table 4.** Vitamin E contents of ‘Hyowon 4’

Variety	Tocopherol				Tocotrienol		
	α-T	β-T	γ-T	Total	α-T3	γ-T3	Total
Hyowon 4	22.060	3.077	3.633	28.770	14.750	48.380	63.130
Jinsang	9.931	0.545	1.727	12.203	8.010	31.221	39.232

(μg/g)

Table 5. Squalene and phytosterols contents content in ‘Hyowon 4’

Variety	Squalene	Phytosterol			
		Campesterol	Stigmasterol	Sitosterol	Total
Hyowon 4	33.36±1.19	98.03±0.51	127.11±2.54	361.60±3.77	586.74±6.25
Jinsang	45.34±2.34	52.70±1.75	64.27±4.50	218.08±15.15	335.05±19.99

(μg/g)

기능성 성분함량

비타민E는 네 개의 포화 유도체(α, β, γ, δ) 토크페롤과 네 개의 불포화 유도체 토크트리엔놀로 구성되어 있는데, 토크트리엔놀이 토크페롤보다 항산화 활성이 더 강한 것으로 알려져 있다(Niki et al. 1996). ‘효원 4호’의 비타민 E 함량은 γ-T(3.63 μg/g) > β-T(3.08 μg/g) 순서였고, 총 토크페롤과 총 토크트리엔놀 및 총 비타민 E의 함량은 각각 28.77 μg/g, 63.13 μg/g 및 91.9 μg/g으로 나타났다(Table 4). 이는 대조품종인 진상벼에 비해 토크페롤의 함량은 16.56 μg/g, 토크트리엔놀 함량은 23.9 μg/g 높았으며, 총 비타민 E 함량은 40.46 μg/g 높은 결과였다.

‘효원4호’의 스쿠알렌 함량은 33.36 μg/g으로 나타났다. 한편 식물에 존재하는 대표적인 파이토스테롤은 campesterol, stigmasterol, β-sitosterol 등이 알려져 있는데, ‘효원4호’의 경우 각 파이토스테롤별 함량은 β-Sitosterol(361.06 μg/g) > Stigmasterol(127.11 μg/g) > Campesterol(98.03 μg/g) 순서였다(Table 5). 이는 Yoon et al. (2014)이 22개 벼 품종에 대해 파이토스테롤 함량을 분석한 결과 모든 품종에서 β-Sitosterol이 가장 높은 비율을 보인 결과와 같았다. Jung et al. (2007)은 국내 재래종 222품종의 총 파이토스테롤 함량을 조사한 결과 무안도가 370.9 μg/g 으로 가장 높았다고 하였고, Yoon et al. (2014)는 22개 품종 중 큰눈벼가 492 μg/g 으로 가장 높은

것으로 보고하였는데, ‘효원 4호’는 총 파이토스테롤 함량이 586.74 μ g/g 로 이전 보고에 비해 월등히 높은 것으로 나타났다 (Table 5).

재배상 유의점

‘효원4호’는 중생종 찰벼 품종으로 도복에 다소 강하지만, 질소질 비료 과용 시 등숙 저하, 속색불량, 병해충 발생이 우려되므로 적정 균형시비를 하여야 하고 적기 기본방제를 하여야 한다.

적 요

‘효원 4호’는 가공적성이 우수한 재래종 찰벼의 재배안전성을 개선하고자 재배안전성이 우수한 보석찰벼를 모본으로 하고, 가공적성이 우수한 재래종 찰벼인 돈나를 부분으로 인공교배하여, 2006년부터 2011년까지 매년 포장에서 계통재배하면서 중소립 찰벼 계통을 선발하여 생산력검정을 수행한 결과 우수성이 인정되어 품종으로 출원 및 등록되었다. ‘효원 4호’는 중부평야지에서 8월15일 경에 출수하는 중생종으로 동진찰벼에 비해 2일 정도 늦다. 간장은 80.6cm이고, 이삭길이와 포기당 이삭수는 각각 21.1cm, 13.9개로 동진찰과 비슷하였다. ‘효원 4호’는 성숙기 엽노화가 느리며, 중간 이상의 내냉성을 보였고, 목도열병, 흰잎마름병 및 줄무늬잎마름병에 중 정도의 저항성을 보였으나, 멸구에 대한 저항성은 없었다. ‘효원 4호’는 현미천립중이 20.9g으로 중소립종이며, 장폭비가 1.58 정도의 단원형이다. 현미 단백질 함량은 7.9% 였고, 수량은 503kg/10a으로 동진찰의 92% 수준이다. ‘효원 4호’의 토코페롤과 토코트리엔놀 및 비타민 E의 함량은 각각 28.77 μ g/g, 63.13 μ g/g 및 91.9 μ g/g으로 나타났고, 스쿠알렌 함량은 33.36 μ g/g으로 나타났다. ‘효원 4호’의 파이토스테롤 함량은 586.74 μ g/g으로 기준에 보고된 벼 품종에 비해 월등히 높은 것으로 나타났다.

(품종보호권 등록번호 : 제 6182호, 2016. 6. 03)

사 사

본 논문은 부산대학교 기본연구지원사업(2년)에 의하여 연구되었음.

REFERENCES

1. Bean MM, Esser CA, Nishita KD. 1984. Some physicochemical and food application characteristics of California waxy rice varieties. *Cereal Chem.* 61: 475-480.
2. Bhandari SR, Basnet S, Chung KH, Ryu KH, Lee YS. 2012. Comparisons of nutritional and phytochemical property of genetically modified CMV-resistant red pepper and its parental cultivar. *Hort. Environ. Biotechnol.* 53:151-157.
3. Choi YH, Kang MY. 1999. Texture and retrogradation characteristics of Injeulmi made by different varieties of waxy rice. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* 28(4): 837-844.
4. Jung HY, Kim MK, Oh HS, Lee SY, Sung MS, Ahn HK, Lee YS. 2007. Distribution of squalene and phyto-sterol contents in 220 Korean rice land-races varieties. *The Korean Society for plant biotechnology* pp.253-253.
5. Kang JH, Kim KH, Lee DJ, Lee YS. 2008. Evaluation and Utilization of Landraces in Agricultural Plant Genetic Resources. Final Report for Biogreen 21 Research Project, RDA, Korea. p. 1-382.
6. Lee AR, Jang SG, Im DE, Park SY, Jun TH, Yoon MiY, Ra WH, Park YJ, Cho YH, Kwon SW. 2016. A Medium-Late Maturing Glutinous Rice Variety, ‘Hyowon 2’ with Short Clum. *Korean J. Breed. Sci.* 48(3):384-389.
7. Lee JR, Ma KH, Lee GA, Gwag JG, Lee JS, Kang HK, Kim YK, Cho JW, Lee SY. 2013. Analysis of grain quality related properties in Korean rice land-races germplasm. *Korean J. Crop Sci.* 58:468-473.
8. Niki E, Tsuchiya J, Yoshikawa Y, Yamamoto Y, Kamiya Y. 1996. Oxidation of lipids. XIII. Antioxidant activities of α -, β -, γ - and δ -tocopherols. *Bull. Chem. Soc. Japan* 59:496.
9. Rural Development Administration (RDA). 2004. Result of selection meeting for new crop cultivars. pp.85-93.
10. Yoon MR, Lee JS, Kwak JE, Lee JH, Chun JB, Yang CI, Cho JH, Kim MJ, Lee CK, Kim BK, Kim WH. 2015. Starch and pasting characteristics in relation to stickiness of rice cake using glutinous rice varieties. *Korean J. Breed. Sci.* 47:199-208.
11. Yoon SW, Lee JS, Pyo YG, Oh SK, Lee JS, Kim IH. 2014. Nutraceutical lipid substances in Korean rice cultivars. *Journal of Food and Nutrition Research* 2(1):40-46.