중만생 기능성 당질미 ‘단미’

송유천¹ · 이종희² · 이지윤¹ · 김춘송² · 김세리³ · 정국현¹ · 박노봉¹ ·

곽도연² · 하운구¹ · 이점식¹ · 강항원¹ · 조준현^{1*}

¹국립식량과학원, ²농촌진흥청, ³국립농업과학원

‘Danmi’: A Medium-late Maturing Sugary Rice

You-Chun Song¹, Jong-Hee Lee², Ji-Yoon Lee¹, Choon-Song Kim², Se-Ri Kim³,
Kuk-Hyun Jung¹, No-Bong Park¹, Do-Yeon Kwak², Woon-Goo Ha¹, Jeom-Sig Lee¹,
Hang-Won Kang¹, and Jun-Hyeon Cho^{1*}

¹National Institute of Crop Science (NICS), RDA, Jeonju 55365, Korea

²Rural Development Administration, RDA, Jeonju 54875, Korea

³National Academy of Agricultural Science (NAAS), RDA, Jeonju 55365, Korea

Abstract : ‘Danmi’, a sugary rice (*Oryza sativa* L.), was developed by the Department of Functional Crops, NICS, RDA in 2008. This variety was derived from a cross between ‘Sugary’ a genetic stock of germplasm as a source of sugary endosperm and ‘Seomjinbyeon’ in summer of 1994. The pedigree of ‘Danmi’ is YR16541-14-3-1-2-1-1-3-1-1 which was designated as ‘Milyang 227’ in 2005. Heading date of ‘Danmi’ is August 19, a medium-late maturing ecotype. The total sugar content of ‘Danmi’ was 21.7% with fructose (1.16%), glucose (7.87%), sucrose (9.69%), maltose (0.52%), and raffinose (2.13%), respectively. The appearance of grain is flat shape with 1,000 grain of brown rice is 16.1g. The yield potential of ‘Danmi’ in brown rice is 2.58MT/ha at ordinary fertilizer level of local adaptability test from 2006 to 2008. The sugary rice ‘Danmi’ would be adaptable to the plain paddy field of middle, honam and yeongnam province of Korea.

Keywords : Rice, Danmi, Milyang 227, Sugary

서 언

최근 쌀의 가공용 수요가 증가 하면서 쌀 가공품의 품질 고
급화 및 다양화를 추구함에 따라, 특수 가공용 품종의 개발이
크게 요구되고 있다. 가공용 쌀의 기본 요건은 쌀 가공에 적
합한 가공적성뿐만 아니라 기능적 또는 영양적으로도 우수한
품질이다. 당질미는 당함량이 일반벼에 비해 높고 성숙기 영
의 모양은 전분축적이 적고 당의 축적이 높아 일반품종과는
달리 납작한 형태이며(Kim et al. 2006), 다양한 기능성 물질
들이 저장되어 있어 특수용도미로서 이용가치가 크다(Lee et
al. 2012).

당질미는 배유 내부에서 phytyglycogen 함량이 높아지며
(Nakamura et al. 1997), 당질미의 식물성 glycogen은 물에
쉽게 녹고 소화율이 높은 고 에너지원으로서, gel형성을 위한
천연 식품첨가물로도 이용 가능성이 큰 것으로 보고되고 있
다(Takahashi et al. 2010). 그러나 현재까지 당질미의
phytyglycogen 등 다양한 기능성에 대한 연구가 진행되고 있
으나 활용방안에 대한 정보는 아직 부족한 실정이다. 본 연구
는 국립식량과학원에서 다양한 쌀 가공 산업에 활용이 가능
한 중만생이면서 유리당 함량이 높은 당질미 ‘단미’를 개발한
바 이에 대한 육성경위와 주요특성을 보고하고자 한다.

재료 및 방법

본 연구는 2006년부터 2008년 3개년간 영남, 호남 및 중부
평야지 6개 지역의 벼 지역적응시험 포장에서 보통기 표준재

*Corresponding author (E-mail: hy4779@korea.kr, Tel: +82-55-
350-1169, Fax: +82-55-352-3059)

(Received on October 09, 2015. Revised on November 20, 2015.
Accepted on November 23, 2015.)

배로 대조품종 ‘남평벼’를 공시하여 수행하였다(RDA 2006, 2007, 2008a). 각 시험지별 재배 방법은 4월 30일에 파종하여 5월 30일에 30×15 cm 재식거리로 주당 3본씩 이앙하고, 시비량은 $N-P_2O_5-K_2O = 9-4.5-5.7$ kg/10a로 재배 하였다. 이모작 적응성은 6월 1일 파종하여 6월 25일에, 만기재배는 6월 5일 파종하여 7월 1일에 각각 재식거리 30×12 cm로 주당 5본씩 이앙 하였다. 기타 재배관리와 품종육성을 위한 주요 농업적 특성, 수량특성, 생리장애, 병해충 저항성 및 품질분석 조사는 농촌진흥청 신품종개발 공동연구사업 과제 수행계획서 조사기준에 준하였다(RDA 2008b).

결과 및 고찰

육성경위

‘단미’는 영남작물시험장(현 국립식량과학원 남부작물부)에서 1994년 하계에 당질미 유전자원인 ‘Sugary’를 모본으로 하고, 양질이면서 초형, 내병충성 및 수량성 등 재배안정성이 양호한 ‘섬진벼’를 부분으로 인공교배하여 YR16541의 교배번호를 부여하였다. ’94 / ’95년 동계에 23개체의 F₁ 식물체를 양성하고 1995년 하계에 F₂ 집단을 전개하여 초형이 양호하고 당질미 특성이 우수한 41개체를 선발하였고, 이후 F₃세대부터는 계통 육종법으로 F₁₁세대까지 세대를 진전시키면서 당질 함량이 높고 재배안정성이 높은 계통을 선발하였다. 선발된 계통에 대하여 2005년도에 생산력 검정을 통하여 당질미의 특성이 우수

하면서 안정성이 높은 YR16541-14-3-1-2-1-1-3-1-1를 선발하여 ‘밀양227호’로 명명하였다. 2006년부터 2008년 3개년간의 지역적응시험을 실시한 결과 중만생종으로, 쌀에서 유리당 함량이 높은 것으로 평가되어 2008년 12월 농작물 직무육성 신품종 선정위원회에서 ‘단미’로 품종명을 명명하고 국가품종등재 품종으로 선정하였다. ‘단미’는 중부 및 영호남 내륙 평야 1모작지에 적응성이 높은 중만생 기능성 당질미 품종이다(Fig. 1).

주요특성

출수기 및 주요 농업적 특성

중부 및 영호남 평야지 보통기 보비재배에서 ‘단미’의 출수기는 8월 19일로 ‘남평벼’보다 4일 정도 늦은 중만생종이며, 이모작과 만식 재배에서도 각각 8월 31일과 9월 4일로 ‘남평벼’보다 1~4일 정도 늦은 편이었다(Table 1). ‘단미’의 간장은 86 cm로 ‘남평벼’보다 12 cm 정도 큰 편이며, 주당 수수는 15개로 ‘남평벼’보다 3개 정도 많았으나 이삭당 영화수는 81개로 ‘남평벼’보다 적었다. 특히 배유에서의 광합성 산물인 당이 전분으로 전환이 이루어지지 않아 등숙 비율은 11.3%로 매우 낮았으며, 따라서 현미 천립중 또한 16.1 g으로 매우 가벼운 편이다(Table 2).

생리장애 및 도복 저항성

‘단미’는 못자리일수 50일모 이앙시에 불시출수가 되지 않았으며, 종실에 당 함량이 높기 때문에 수발아는 약한 편이었

[†]RYT: Replicated yield trial, [‡] LAT: Local adaptability test

Fig. 1. Pedigree diagram of sugary rice ‘Danmi’.

Table 1. Heading date of ‘Danmi’.

Culture season	Heading date		Transplanting date
	Danmi	Nampyeongbyeo	
Ordinary season	Aug. 19	Aug. 15	May 30
Double cropping	Aug. 31	Aug. 30	Jun. 25
Late season	Sept. 4	Aug. 31	Jul. 1

Table 2. Major agronomic traits and yield components of ‘Danmi’.

Variety	Culm length (cm)	Panicle length (cm)	No. of panicle per hill	No. of Spikelets per panicles	Ratio of ripened grain(%)	Brown rice 1000 grain weight(g)
Danmi	86	20	15	81	11.3	16.1
Nampyeongbyeo	74	20	12	116	89.3	21.8

다. 본답초기 적고에는 강한 편이며 성숙기의 엽노화는 보통이고, 내냉성 검정 결과 출수지연일수는 ‘남평벼’보다 2일정도 적었으나 냉수구 임실율은 ‘남평벼’에 비해 다소 낮았고 유묘 적고는 약한 편이었다. 도복과 관련된 형질로 ‘단미’는 ‘남평벼’에 비해 좌절중이 적고 3절 간장은 큰 편으로서 도복지수가 ‘남평벼’보다 높았으나 천립중이 가벼워 포장도복은 발생하지 않았다(Table 3).

병해충 저항성

전국 14개소에서 3년간 실시한 잎도열병 발못자리 검정에서 ‘단미’의 평균 저항성은 7.9로 ‘남평벼’보다 약하였으며, 목도열병 포장검정에서도 이천에서의 이병수율 58%를 포함하여 ‘남평벼’보다 발병 정도가 다소 높았다(Table 4). 도열병 내구저항성 검정에서 친화성균주 수는 26개였으며, 파종 회차별 병반 면적율이 커서 내구저항성은 약한 것으로 나타났다(Table 5). 흰잎마름병, 줄무늬잎마름병 및 오갈병과 검은

Table 3. Reaction to environmental and physiological stress of ‘Danmi’.

Variety	premature heading ratio ^z (%)	Viviparous germination ^y (%)	Lodging tolerance		Cold tolerance ^x		
			Lodging index	Field Lodging (1-9)	Seedling stage (0-9)	Heading delay (days)	Grain fertility (%)
Danmi	0	36	387	6	4	16	52
Nampyeongbyeo	0	18	175	1	3	14	58

^zPremature heading ratio in 50-days old seedling,

^yGermination rate at 7th day after incubation(25℃)

^xCold tolerance was evaluated at Chuncheon, a cold-water irrigated nursery.

Table 4. Reaction to leaf and panicle blast of ‘Danmi’.

Variety	Leaf blast nursery ^z (N : 24kg/10a)				Neck blast field nursery (N:22kg/10a)			
	No. of tested site(14)			Mean	Diseased panicle (%)			
	R (0~3)	M (4~6)	S (7~9)		Icheon	Jecheon	Yesan	Milyang
Danmi	0	1	13	7.9	58.0	20.1	6.9	0.8
Nampyeongbyeo	1	11	2	4.6	0.0	0.1	0.0	0.0

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

Table 5. Reaction of durable resistance to leaf blast of ‘Danmi’.

Variety	Percentage of diseased leaf area on sequential seeding(%)							Durable resistance index	No. of virulence isolate
	1st	2nd	3rd	4th	5th	6th	7th		
Danmi	70.0	80.0	80.0	60.0	60.0	80.0	80.0	26	7
Nampyeongbyeo	60.0	65.0	60.0	50.0	60.0	60.0	50.0	15	7

Table 6. Reaction to major disease and insect pest of ‘Danmi’.

Variety	Bacterial blight ^z				Virus disease ^y			Insect pests ^x	
	K ₁	K ₂	K ₃	K _{3a}	RSV	RDV	RBSDV	BPH	SBPH
Danmi	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Nampyeongbyeo	S	S	S	S	R ^j	S	S	S	S

^zK₁: HB01013, K₂: HB01014, K₃: HB01015, K_{3a}: HB01009

^yRSV: rice stripe virus, RDV: rice dwarf virus, RBSDV: rice black streaked dwarf virus

^xBPH : brown planthopper, SBPH : small brown planthopper

줄오갈병에 약하고, 벼멸구 및 애멸구등 해충에 대한 저항성은 없다(Table 6).

품질 및 유리당 함량

‘단미’는 배유의 전분축적이 적어 정조 무게가 가볍고 두께가 얇아서 도정특성을 조사하기 어려운 특성을 가지고 있다. 아밀로스 함량은 14.4%로 일반 밥쌀용벼에 비해 상대적으로 낮았으며, 특히 단백질 함량은 9.2%로 상대적으로 높은 편이었다(Table 7). ‘단미’의 현미 유리당 함량은 Fructose, Glucose, Sucrose, Maltose, 및 Raffinose가 각각 1.16, 7.87, 9.69, 0.52, 및 2.13%로 ‘남평벼’의 총 유리당 함량 3.33%에 비해 6.5배 정도 높은 21.73%의 총 유리당 함량을 보였다(Table 8).

수량성

‘단미’의 수량성은 2006년부터 2008년 3개년간 실시한 지역적응시험 보통기 보비재배 6개소에서 현미 수량은 2.8 MT/ha, 만식 및 이모작 재배에서는 2.1 ~ 2.5 MT/ha로서 일반 메벼인 ‘남평벼’ 대비 약 52% 수준의 상대적으로 매우 낮은 수량성을 보였으나(Table 9), 이는 등숙기에 종실에 전분이 축적이 되지 않고 광합성산물인 당이 그대로 배유에 축적된 결과로 보였다.

적용지역 및 재배상 유의점

‘단미’는 중부 및 영호남 내륙평야 1모작지에 적응하는 중만생 품종이다. 특히 배유의 유리당 함량이 높아 등숙기 강우에 의한 수발아로 인한 품질저하가 우려됨으로 주의 하여야 한다. 또한 현미 천립중이 가벼워 탈곡 시 주의를 요하며, 질

Table 7. Grain quality of ‘Danmi’.

Variety	WC/WB ^z (0~9)	AC ^y (%)	PC ^x (%)	ADV ^w (1~7)
Danmi	1/0	14.4	9.2	6.7
Nampyeongbyeo	0/0	19.0	6.9	6.6

^zWC/WB: White center/White belly, ^yAC: Amylose content, ^xPC: protein contents, ^wADV: Alkali digestion value

Table 8. Free sugar content(%) of ‘Danmi’.

Variety	Fructose	Glucose	Sucrose	Maltose	Raffinose	Total
Danmi	1.16	7.87	9.69	0.52	2.13	21.37
Nampyeongbyeo	0.00	1.00	1.90	0.00	0.43	3.33

Table 9. Yield summary of ‘Danmi’ in local adaptability test.

Culture season	Region	No. of tested sites	Milled rice of Nampyeongbyeon (MT/ha) (B)	Brown rice of Danmi(MT/ha)					
				'06	'07	'08	Mean (A)	Index (B/A)	Range
Ordinary planting	Yeongnam plain	1	5.2	1.8	2.7	2.4	2.3	44	1.8~2.7
	Honam & Chungnam plain	3	5.6	3.1	2.8	2.9	3.0	53	2.6~3.4
	Middle plain	2	(5.2) ^z	2.9	2.5	3.0	2.8	54	2.3~3.5
	Average	6	5.4	2.8	2.7	2.9	2.8	52	-
Double cropping	Southern plain	1	5.4	-	-	2.5	2.5	47	-
Late planting	Southern plain	1	4.7	-	-	2.1	2.1	44	-

^z() Hwaseongbyeon

소질 비료 과다 사용 시 미질저하, 도복 및 병해충 발생이 우려되므로 적정 균형 시비하여야 한다. 벼멸구 등 기타 해충에는 약하므로 적기에 기본방제를 실시하여야 하고 냉수용출답이나 극만식 재배는 피하는 것이 좋다.

적 요

‘단미’는 국립식량과학원에서 1994년 당질미 유전자원인 ‘Sugary’를 모본으로 하고, 재배 안정성이 높은 ‘섬진벼’를 부본으로 인공교배하여 육성한 품종으로 현미의 유리당 함량이 높으며 중부 및 영호남 내륙 평야 1모작지에 적응하는 중만생 기능성 품종이다. ‘단미’의 간장은 86 cm로 ‘남평벼’보다 12 cm 정도 큰 편이며, 이삭당 착립수가 적고 등숙비율 및 현미천립중은 각각 11.3% 및 16.1 g으로 매우 낮은 편이다. ‘단미’는 좌절중이 적고 3절 간장은 큰 편으로서 도복지수가 높으나 천립중이 가벼워 도복은 발생하지 않았으며 수발아는 약한 편이다. 내병충검정에서 도열병 및 흰잎마름병과 줄무늬잎마름병, 오갈병 및 검은줄오갈병 등 바이러스 및 벼멸구와 애멸구 등 병해충에 대한 저항성은 없다. ‘단미’의 현미 유리당 함량은 Fructose, Glucose, Sucrose, Maltose, 및 Raffinose가 각각 1.16, 7.87, 9.69, 0.52, 및 2.13%로 ‘남평벼’의 총 유리당 함량 3.33%에 비해 6.5배 정도 높은 21.73%의 총 유리당 함량을 보였다. 수량성은 2006년부터 2008년 3개년간 실시한 지역적응시험 보통기 보비재배 6개소에서 현미 수량은 2.7 MT/ha로서 일반 메벼인 ‘남평벼’ 대비 약 52% 수준을 보였다(품종 등록번호: 01-0001-2010-6).

사 사

본 ‘단미’ 품종은 농촌진흥청 연구사업(세부과제명: 건강증진 기능성 벼 품종개발, 세부과제번호: PJ010268012015)의 지원에 의해 이루어진 것임. 본 ‘단미’를 육성함에 있어 협력하여 주신 국립식량과학원 소속연구소의 벼 육종연구진, 농촌진흥청 연구정책국, 기술지원국 및 각도 농업기술원 관계관계 깊은 감사를 드리는 바이다.

REFERENCES

- Kim SR, Song YC, Shin MS, Lee SY, Cho JH, Lee JY, Ha WG, Kim YD, Ku YC, Kim HY. 2006. Physicochemical properties of sugary rice. Korean J. Crop Sci. 51: 77-83.
- Lee DY, Shrestha S, Seo WD, Lee MH, Jeong TS, Cho JH, Song YC, Kang HW, Rho YD, Baek NI. 2012. Structural and quantitative analysis of antioxidant and low-density lipoprotein-antioxidant flavonoids from the grain of sugary rice. J. Med. Food 15: 399-405.
- Nakamura Y, Kubo A, Shimaamune T, Matsuda T, Harada K, Satoh H. 1997. Correlation between activities of starch debranching enzyme and α -polyglucan structure in endosperms of sugary-1 mutants of rice. Plant J. 12: 143-153.
- Rural Development Administration (RDA). 2006. Report of Development New Variety of Summer Crops. pp.7-70.
- Rural Development Administration (RDA). 2007. Report of Development New Variety of Summer Crops. pp.9-189.
- Rural Development Administration (RDA). 2008a. Report of Development New Variety of Summer Crops. pp.7-181.

7. Rural Development Administration (RDA). 2008b. Research Plan of Development New Variety of Summer Crops. pp.7-70.
8. Takahashi S, Ohtani T, Satoh H, Nakamura Y, Kawamukai M, and Kadowaki K. 2010. Development of coenzyme Q10-enriched rice using sugary and shrunken mutants. Biosci. Biotechnol. Biochem. 74: 182-184.