중생, 내도복 다수성 메조 ‘삼다메’

이재생¹ · 고지연^{1*} · 김기영¹ · 송석보¹ · 우관식¹ · 김정인¹ · 광도연¹ · 정태욱¹ · 서명철² · 오인석¹

¹농촌진흥청 국립식량과학원 기능성작물부, ²농촌진흥청 국립식량과학원

A Medium Maturing, Non-glutinous Lodging Tolerance Foxtail Millet (*Setaria italica* Beauv.) Variety ‘Samdamae’

Jae-Saeng Lee¹, Jee-Yeon Ko^{1*}, Ki-Young Kim¹, Seuk-Bo Song¹, Koan-Sik Woo¹, Jung-In Kim¹,
Do-Yeon Kwak¹, Tae-Wook Jung¹, Myong-Chul Seo², and In-Seok Oh¹

¹Department of Functional Crop, NICS, RDA, Milyang 627-803, Korea

²National Institute of Crop Science, RDA, Suwon 441-857, Korea

Abstract : ‘Samdamae’ is a foxtail millet variety developed and registered by Department of Functional Crop, NICS, RDA in 2010. This variety was developed through the pure line breeding method from ‘Namjaeju’ landrace. Leaf color is changed from green to yellowish green at late growth stage. This variety has about 101 days growth duration from transplanting to harvesting in Milyang of Korea. It is about 130 cm in culm length and tolerant to lodging in field. In reaction to biotic stresses in field, it shows resistance to blast, and stripe disease, but susceptibility to insect pests. The ‘Samdamae’ exhibits non-glutinous endosperm. The milled yield performance of this variety is about 2.42 MT/ha in local adaptability test from 2009 to 2010. The ‘Samdamae’ would be adaptable to plain area of Korea.

Keywords : Foxtail millet, Samdamae, Non-glutinous, Variety

서 언

조(*Setaria italica* Beauvois)는 분류학적으로 벼과 기장과 과 조속 조종에 속하고 영명으로 Foxtail millet, 한명으로는 메, 찰성에 따라 사용하는 이름이 달라 메조는 속, 찰조는 출이라 하였다. 조는 세계 여러 지역 고대문명에서 주식으로 이용되어 중국에서는 기원전 2700년 전 이미 오곡의 하나로 취급되었고, 우리나라에서도 3세기 위지동이전 고구려조에 좁쌀에 대한 기록이 있고, 삼국사기 신라본기에는 논공행상에서 조를 준 기록이 있는 것으로 보아 그 이전에 한반도에 전래되었을 것으로 추정된다(Seong & Kwon 2011). 현재에는 영양적으로 균형 잡혀있고 소화흡수가 용이한 특징으로 인하여 중국, 인도, 일본, 우리나라에서 쌀과 함께 밥으로 이용되고,

아프리카, 인도 등에서 뽕뽕한 형태의 죽이나 이유식 등으로 많이 이용되기도 한다(Dorothy 1997).

최근에는 건강기능성 곡식으로 조에 대한 관심이 증가하고 있는데, Woo et al. (2012)는 품종 및 재배시기에 따른 향산화합성 및 향산화성분함량 변이를 밝힌 바 있으며, Ko et al. (2011)은 조의 발아유무에 따라 GABA함량 및 아미노산 조성변화를 보고하였다.

조는 온대에서 아열대에 이르기까지 광범위한 지역에서 적응하면서 출수생태 및 재배시기에 따라 농업적 특성 변이가 다양하게 나타나고 있으며, 지역별로도 다양한 재래종이 재배되고 있다(Yoon & Xu 2008). 그러나 재래종은 종자의 혼입도가 높아 안정적인 조 생산을 위하여서는 재래종의 순계분리 및 교잡육종을 통한 우수품종의 육종이 필요하다.

현재까지 국내 조 품종육성은 조의 생산 및 재배면적이 넓지 않은 이유로 활발하게 이루어지지 않았으며, 개발된 품종으로는 강원도농업기술원에서 지역재래종을 순계분리한 ‘황금조’와 최근 국립식량과학원 잡곡과에서 잡곡연구를 맡은

*Corresponding author (E-mail: kjeeyeon@korea.kr, Tel: +82-55-350-1267, Fax: +82-55-352-3059)

(Received on April 11, 2013. Revised on October 31, 2013.
Accepted on October 31, 2013.)

이후로 개발된 지역재래종 순계분리 육성된 ‘경관1호’(Lee et al. 2012a), ‘경관2호’(Lee et al. 2012b) 가 있다.

이에 국립식량과학원 기능성작물부의 잡곡 육종연구진은 지역별로 우수한 재래종을 순계분리하여 도복에 강하고 메성이며 수량이 높은 품종육성에 노력을 기울여 왔던 바 ‘삼다메’를 개발하여 2010년 농촌진흥청의 직무육성 신품종 선정 위원회의 심의를 거쳐 전국 1모작 및 남부 맥후작 재배지역에 보급하게 되었기에 그 육성경위와 주요특성을 보고하고자 한다.

재료 및 방법

본 연구는 2009년부터 2010년까지 밀양, 원주, 신안 3개 지역에서 보통기 표준재배 및 만식재배를 수행하였고, 표준품종 ‘황금조’와 비교 검토하였다. 각 지역에서 시험에 공시한 품종은 보통기 재배로 6월 15일에 파종하여 6월 30일에 정식하였고, 만식적응성은 7.15일에 파종하여 8월 3일에 정식하였으며 재식거리는 60 × 10 cm로 주당 2본으로 하였다. 시비량 및 질소분시방법은 농촌진흥청 표준재배법에 준하였고 기타 형태적 특성 중 수형, 엽색, 이삭모(경모) 등을 조사하였으며, 생육특성으로 간장, 수장, 출수일수, 생육기간 및 현곡 천립중을 조사하였다. 출수일수는 파종에서부터 출수가 50% 되었을 때의 기간을 출수소요일로 하였으며, 생육일수는 파종부터 이삭의 색이 50% 이상 황색으로 변하는 시기까지를 생육일수로 하였다. 그 외의 조사는 농촌진흥청 식물 유전자원 평가기준(The Korea Seed & Variety Service, MFAFF 2008.)에 준하여 실시하였으며, 도정방법은 고무롤러식 현미

기를 이용하여 제현과정을 2회 거친 후 연삭식 정미기로 1분간 정미하여 과피부분을 제거하였다.

항산화성분과 항산화활성은 동결건조하여 분쇄된 시료를 80% 에탄올로 진탕추출하여 얻은 추출물을 얻어 총 폴리페놀과 DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl, Sigma-Aldrich) 및 ABTS (2,2'-Azino-bis-3-ethylbenzo-thiazoline-6-sulfonic acid, Sigma-Aldrich) radical의 소거활성을 분석하였다. 폴리페놀 및 항산화활성의 측정방법은 Choi et al. (2006)의 방법을 변형하여 측정하였다. 통계처리는 SAS (Statistical Analysis System, V. 9.1, USA) 프로그램을 이용하였다.

결과 및 고찰

‘삼다메’는 도복에 강하고 메성이며 혼반용으로 우수한 품종육성을 위하여 2008년 하계에 남제주 재래조를 종자수집하여 2008/2009년 동계온실에서 두 번 기본집단을 양성하여 순계분리를 하였다. 2009년 하계에 특성검정, 생산력검정 및 지역적응성시험을 동시에 수행하면서 도복에 강하고 메조인 남제주 재래조를 ‘밀양3호’로 계통명을 부여하였다. 2009년 생산력 검정시험 및 지역적응성시험을 실시한 결과 도복에 강하고 생육특성이 우수하고 혼반용으로 사용가능한 계통으로 인정되었다. 2010년 12월 농촌진흥청의 농작물 직무육성신품종 선정심의회에서 ‘삼다메’로 명명하여 전국 1모작 및 맥후작 재배지역에 적응하는 품종으로 보급하게 되었다(RDA 2009). 품종의 육성과정은 Fig. 1과 같다.

²PYT: Preliminary yield trial, LAT: Local adaptability test

Fig. 1. Pedigree diagram of ‘Samdamae’.

주요특성

고유특성

‘삼다메’의 잎은 녹색이나, 생육후기에는 황록색으로 변한다. 잎의 자세는 수평으로 ‘황금조’와 비슷한 특성을 보인다. 분얼경은 직립으로 도복에 강하다. 이삭의 형태는 원추형으로 아래로 처지는 자세로 ‘황금조’의 원통형과 다른 특성을 보인다. 이삭의 착립밀도는 조밀한 편이고 탈립이 잘 안되며, 낱알은 황색으로 전분특성은 메성이다(Table 1).

가변특성

1) 출수기 및 생육일수

‘삼다메’는 6월 15일 파종하여 6월 30일에 정식한 밀량의 보통기 재배의 평균 출수기는 8월 10일로 ‘황금조’보다 12

일 늦고, 7월 15일 파종하여 8월 3일에 정식한 만기 재배에서는 8일 정도 늦은 중생종이다. ‘삼다메’의 생육일수는 보통기 재배에서 101일로 ‘황금조’보다 13일 늦고, 성숙일수는 6일 정도 길다. 만기재배에서의 생육일수는 ‘황금조’보다 7일 늦다(Table 2).

2) 생육특성

‘삼다메’의 간장은 보통기 재배에서 130 cm로 ‘황금조’보다 18 cm 정도, 만기재배에서는 10 cm 정도 크다. 만기재배 시 간장 단축은 12 cm로 ‘황금조’의 4 cm보다 커 일장에 민감한 것으로 판단된다. 수장은 ‘삼다메’ 26 cm로 ‘황금조’ 23 cm보다 길고, 주당수수는 4.6개로 ‘황금조’에 비해 1.8개 많았고 등숙률도 66.7%로 ‘황금조’보다 2.5% 높은 경향을 보

Table 1. Major agronomic characteristics of ‘Samdamae’ and ‘Hwanggeumjo’.

Variety	Leaf		Tillers Shape	Panicle			Shattering habit	Color of dehusked grains	Endo-sperm
	Color	Shape		Shape	Seed setting density	Bristle length			
Samdamae	Green	Horizontal	Erect	Conical	Density	Intermediate	Hard	Yellow	Non-waxy
Hwanggeumjo	Green	Horizontal	Semi-erect	Cylindrical	Normal	Short	Hard	Yellow	Non-waxy

Table 2. Heading date, growth period and maturing days of ‘Samdamae’ and ‘Hwanggeumjo’ according to planting culture.

Variety	Heading date (mm.dd)		Growth period ^w		Maturing Days ^v
	Ordinary planting ^z	Late planting ^y	Ordinary planting	Late planting	
Samdamae	8.10a ^x	9.05a	101a	77a	45a
Hwanggeumjo	7.29b	8.28b	88b	70b	39b

^zOrdinary planting indicates that seeding date is 15th, Jun and planting date is 30th, June.

^yLate planting indicates that seeding date is 15th, July and planting date is 3th, August.

^xThe same letters are not significantly different between varieties at the 5% probability level by DMRT.

^wGrowth period indicates days from seedlings to maturing.

^vMaturing days of ordinary planting culture

Table 3. Major agronomic traits, yield components and milling properties of ‘Samdamae’ and ‘Hwanggeumjo’ from the field trail at Miryang in 2009.

Variety	Culm length (cm)		Panicle length (cm)	No. of panicles per hill	Ratio of ripened grain (%)	1,000 grain weight of rough foxtail millet (g)
	Ordinary planting	Late planting				
Samdamae	130a ^z	118a	26a	4.6a	66.7a	2.8a
Hwanggeumjo	112b	108a	23b	2.8b	64.2a	2.8a

^zThe same letters are not significantly different between varieties at the 5% probability level by DMRT

였다. 현곡천립중은 2.8 g으로 ‘삼다메’와 ‘황금조’ 품종간 차이가 없었다(Table 3).

재해 및 병해충 저항성

지역적응성 검정 포장에서 도복발생이 없었으며, ‘황금조’에 비해 도복에 강한 편이며 조기재배시 강우조건에서의 불임에 강한 반응을 보였다. 포장에서의 조도열병, 세균성줄무늬병은 ‘황금조’에 비해 강한 편이나 속감부기병은 다소 높게 발생하였다. 조명나방 및 노린재류의 해충에는 ‘황금조’와 같이 약한 반응을 보였다(Table 4).

도정특성

‘삼다메’는 도정율과 완전미율이 ‘황금조’에 비해 각각 0.6%, 1.8% 높게 나타났고, 완전미 도정수율은 72%로 1.9% 높았다. 이는 ‘삼다메’의 등숙률이 ‘황금조’보다 높았던 것에

영향을 받은 것으로 보인다(Table 5).

성분특성

‘삼다메’의 조단백질 함량은 황금조에 비해 약간 낮았고, 무기성분 중 Ca 함량이 ‘황금조’에 비해 높았다. 황산화성분인 폴리페놀 함량이 높고 그에 따라 황산화활성을 나타내는 ABTS 및 DPPH 라디칼소거활성도 ‘황금조’에 비해 1.7~2.8배 높은 편이었다. 아밀로스 함량은 22.5%로 ‘황금조’보다 높은 메성이다(Table 6)

수량성

2009년부터 2010년까지 실시한 지역적응시험에서 ‘삼다메’의 정곡수량은 ‘황금조’ 대비 밀양 36%, 원주 14%, 신안 32% 증수하여 평균 정곡수량은 2.42 MT/ha로서 ‘황금조’에 비해 25% 증수하였다(Table 7).

Table 4. Reaction to disease and insect pests of ‘Samdamae’ and ‘Hwanggemjo’ in field during from 2009 to 2010.

Variety	Lodging in field (0-9) ^z	Sterility tolerance	Reaction to disease (0-9) ^y			Reaction to insect pests (0-9) ^y	
			Blast	Bacterial leaf stripe	Covered smut	Corn borer	Sting bugs
Samdamae	0	Strong	1	1	3	2	3
Hwanggemjo	2	Weak	3	3	1	3	4

^zLodging degree: symptomless, 0: 1~5%, 1: 6~10%, 3: 11~50% 5: 54~75%, 7: over 76%, 9

^yDisease and insect degree: symptomless, 0: below 1% of diseased panicle, 1: 1~5%, 3: 6~25%, 5: 26~50%, 7: over 50%, 9

Table 5. Milling properties of ‘Samdamae’ and ‘Hwanggemjo’ in 2010.

Variety	Milling recovery ratio (%)	Head grain ratio (%)	Imperfect grain (%)			Head rice Milling recovery (%)
			Broken grain	Blight Damaged grain	Others	
Samdamae	74.2a ^z	97.0	0.8	1.0	1.2	72.0
Hwanggemjo	73.6a	95.2	1.8	0.8	2.2	70.1

^zThe same letters are not significantly different between varieties at the 5% probability level by DMRT.

Table 6. Chemical and antioxidants properties of ‘Samdane’ and ‘Hwanggemjo’.

Variety	Crude (%)	Inorganic contents (mg/100 g)		Polyphenol contents (μg/g)	Antioxidant activity (mg TE/100 g)		Amylose contents (%)
		Ca	Mg		ABTS	DPPH	
Samdamae	8.8b ^z	20.2a	55.8a	1,392.0a	233.7a	106.1a	22.5a
Hwanggemjo	10.1a	13.0b	47.2b	1,051.0b	135.8b	37.8b	19.4a

^zThe same letters are not significantly different between varieties at the 5% probability level by DMRT.

Table 7. Yield capacity of ‘Samdamae’ at local adaptability tests from 2009 to 2010.

Region	Samdamae (kg/10 a)			Index (A/B)	Hwanggeumjo (kg/10 a)		
	2009	2010	Mean (A)		2009	2010	Mean (B)
Milyang	284	263	274	136	209	192	201
Wonju	270	245	257	114	240	212	226
Sinan	-	150	150	132	-	114	114
Average	277	219	242a ^z	125	225	163	193b

^zThe same letters are not significantly different between varieties at the 5% probability level by DMRT.

적응지역 및 재배상 유의점

‘삼다메’의 적응지역은 전국 1모작 및 남부 맥후작 적응지역으로 등숙기간이 길기 때문에 극만식 재배는 피해야 한다. 배수불량 밭, 논 토양 재배시 배수시설 설치와 유수분화기에 한발 피해가 예상되면 관수를 실시해야 한다. 조명나방에 대한 저항성이 없으므로 적기방제를 실시해야 한다.

적 요

‘삼다메’는 국립식량과학원 기능성작물부에서 2010년도에 육성한 중생종이며 메성으로 혼반에 적합한 품종이다. ‘삼다메’의 잎은 녹색이나, 생육후기에는 황록색을 띤다. 분얼형은 직립으로 도복에 강하다. 이삭의 형태는 원추형으로 이삭의 착립밀도가 조밀하고 탈립이 안되며 낱알은 황색으로 메성이다. ‘삼다메’는 밀양, 원주, 신안의 보통기 표준재배에서 평균 출수기가 8월 10일로 ‘황금조’보다 12일 늦은 중생종이다. 생육일수는 보통기 재배에서 101일로 ‘황금조’에 비하여 약 13일 길고, 성숙일수는 6일 정도 길다. 간장은 보통기 보비재배에서 130 cm로 ‘황금조’에 비해 18 cm 정도 크고 현곡천립중은 ‘황금조’와 같다. 포장에서의 조도열병, 세균성줄무늬병은 ‘황금조’에 비해 강한 편이나 속감부기병은 다소 높게 발생하였다. 조명나방 및 노린재류의 해충에는 ‘황금조’와 같이 약한 반응을 보였다. ‘황금조’에 비하여 Ca 및 항산화활성이 높은 기능성을 가지고 있으며, 수량은 2.42 MT/ha로 ‘황금조’에 비해 25% 증수하였다.

사 사

본 품종을 육성함에 있어 협력하여 주신 농촌진흥청 국립농업과학원 농업유전자원센터 관계자에게 깊은 감사를 드립니다.

References

1. 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.
2. Dorothy MG. 1997. Improved corn and millet based weaning foods: formulation, viscosity, and nutritional and microbial quality. J. Food Proc. Preser. 21: 507-524.
3. Ko JY, Song SB, Lee JS, Kang JR, Seo MC, Oh BG, Kwak DY, Nam MH, Jeong HS, Woo KS. 2011. Changes in chemical components of foxtail millet, proso millet, and sorghum with germination. Korean J. Food Sci. Technol. 40: 1128-1135.
4. Lee JS, Oh BG, Song SB, Ko JY, Woo KS, Nam MH, Park ST, Kim JI, Seo MC, Kwak DY, Jeong TW. 2012a. New cultivar developed: A medium maturing, glutinous foxtail millet (*Setaria italica* Beauv.) variety ‘Kyeongkwan1’. Korean J. Breed. Sci. 44: 369-372.
5. Lee JS, Song SB, Ko JY, Woo KS, Nam MH, Park CY, Park ST, Kim JI, Seo MC, Oh BG, Kwak DY, Jeong TW. 2012b. New cultivar developed: A new medium maturing, yellowish grain and glutinous foxtail millet (*Setaria italica* Beauv.) variety ‘Kyeongkwan2’. Korean J. Breed. Sci. 44: 648-652.
6. Rural Development Administration (RDA). 2009. Research plan of development new variety of summer crops. pp. 100-105.
7. Seong MH, Kwon DH. 2011. Survey of status of coarse grain. Research report Korea Rural Economic Institute. p. 145.
8. The Korea Seed & Variety Service, Ministry for Food, Agricultural, Forestry and Fisheries. 2008. Screening method of foxtail millet. pp.1-20.

9. Woo KS, Lee JS, Ko JY, Song SB, Seo HY, Seo MC, Oh BG, Kwak DY, Nam MH, Oh IS, Jeong HS. 2012. Antioxidant activities of different varieties of foxtail millet and proso millet according to cultivation time. J. Korean Soc. Food Sci. Technol. Nutri. 41: 302-309.
10. Yoon ST, Xu ZY. 2008. Crop characteristics of foxtail millet (*Setaria italica* beauvois) resources. Korean J. Intl. Agri. 30: 211-215.