중만생 다수성 청차조 ‘삼다찰’

이재생¹ · 고지연^{1*} · 우관식¹ · 송석보¹ · 정태욱¹ · 윤영호¹ · 서명철¹ · 오병근² · 이명철³

¹농촌진흥청 국립식량과학원, ²(주)씨알과사람 농업회사법인,

³농촌진흥청 국립농업과학원 농업유전자원센터

A Medium Maturing, Glutinous Foxtail Millet (*Setaria italica* Beauv.) Variety ‘Samdachal’

Jae-Saeng Lee¹, Jee-Yeon Ko^{1*}, Koan-Sik Woo¹, Seok-Bo Song¹, Tae-Wook Jung¹, Young-Ho Yun¹,
Myeong-Chuk Seo¹, Byeong-Geun Oh², and Myung-Ghul Lee³

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

²Seed and people, Co. Ltd., 6271-707, Korea

³National Academy of Agricultural Science, 441-707, Korea

Abstract : ‘Samdachal’ is a foxtail millet variety developed and registered by Department of Functional Crop, NICS, RDA in 2011. This variety was developed through pure line breeding method from Jeju landrace. ‘Samdachal’ is a medium maturing variety having 133 days of growth duration from transplanting to harvesting in Milyang of Korea. The culm length is about 128 cm which is longer culm length than standard variety ‘Hwanggeumejo’. However it is adapted to mechanized cultivation because it is tolerant to lodging in field. The panicle shape is a cylinder type and the length is 28cm. Regarding to the grain, color and endosperm characteristics are grey and glutinous. The Calcium, Magnesium and polyphenol contents in grain are showed higher than standard variety ‘Hwanggeumejo’. The milled yield performance of this variety is about 2.24 MT/ha in local adaptability test from 2010 to 2011. ‘Samdachal’ would be adaptable to plain area of Korea.

Keywords : Foxtail millet, Samdachal, Glutinous, Variety

서 언

조(Foxtail millet, *Setaria italica*)는 신석기시대부터 중앙아시아, 중동지역, 중국 등 유라시아 대륙 전역에서 재배되기 시작하여 근세에 이르기까지 중요한 위치를 점해 온 곡물이다(Seong & Kwon 2011). 메조는 속(粟), 차조는 출(秫)이라고 하고, 높이 1~1.5 m, 종자 천 알의 무게는 조곡으로 2.5~3 g, 종자 껍질색은 오렌지색, 황색, 회색, 흑색 등 다양하지만, 낱알색은 녹색과 노란색이 주종을 이루고 있다. 이삭모양은 원통형, 끝이 갈라져 있는 끝분지형, 끝으로 갈수록 가늘어지는 원추형, 이삭의 끝이 굽게 자라는 곤봉형, 이삭중앙부위가 굽

고 위아래 부분이 가는 방추형으로 나눌 수 있다(Joe 1990)

조는 우리나라에서 재배되는 곡물 중 피, 기장과 더불어 크기가 작은 소립화본과 곡물인 밀렛류(millet)에 속한다. 밀렛류는 동일한 무게와 양을 기준으로 하였을 때 쌀, 밀, 옥수수 등에 비하여 알갱이가 작아 기능성이 높은 성분을 많이 함유하고 있는 배아 및 호분층의 비율이 높아 다른 곡류에 비하여 지방, 미네랄과 식이섬유, 비타민 등의 함량이 높은 영양학적 특징을 가지고 있다. 따라서, 그 동안 주식인 쌀의 수량과 맛에 밀려 식량생산 분야에서 소외되어 왔던 조는 최근 식품의 기능이 칼로리 중심에서 기호성, 기능성, 생체조절 기능으로 확대되면서 이러한 밀렛의 특징을 바탕으로 새롭게 주목을 받고 있다(Amadou 2012, Ko et al. 2011, Woo et al. 2012).

조는 온대에서 아열대에 이르기까지 광범위한 지역에서 적응하면서 출수생태 및 재배시기에 따라 농업적 특성 변이가 다양하게 나타나고 있으며, 지역별로도 다양한 재래종이 재배

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

(Received on July 22, 2014. Revised on October 2, 2014.

Accepted on October 6, 2014.)

되고 있다(Yoon & Xu 2008). 그러나 재래종은 종자의 혼입도가 높아 안정적인 조 생산을 위하여서는 재래종의 순계분리 및 고잡육종을 통한 우수품종의 육종이 필요하다. 우리나라의 농가에서 주로 재배되어온 재래 조 품종은 대부분 환경 적응력이 약하여 생산성이 낮고 품질이 불량하다. 따라서 생산성이 높고 쌀에 부족하기 쉬운 칼슘과 같은 미네랄 등의 기능성 물질을 다량 함유하고 있는 우수한 조 품종육성이 필요한 실정이다. 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 이후로 개발된 지역재래종 순계분리 육성된 ‘경관1호’(Lee et al. 2012a), ‘경관2호’(Lee et al. 2012b), 삼다메(Lee et al. 2013)가 있다.

이에 국립식량과학원 기능성작물부의 잡곡 육종연구진은 지역별로 우수한 재래종을 순계분리하여 혼반용으로 적합하고 수량이 높은 품종육성에 노력을 기울여 왔던 바 차조 ‘삼다찰’을 개발하여 2011년 농촌진흥청의 직무육성 신품종 선정위원회의 심의를 거쳐 전국 1모작 및 남부 맥후작 재배지역에 보급하게 되었기에 그 육성경위와 주요특성을 보고하고자 한다.

재료 및 방법

본 시험은 2010~2011년 밀양, 해남, 원주 3개 지역에서 보통기 표준재배 및 만기재배를 수행하였고, 표준품종 ‘황금조’와 비교 검토하였다. 각 지역에서 시험에 공시한 품종은 보통기 재배로 6월 15일에 파종하여 6월 30일에, 만기재배는 7.15일로 파종하여 7월 30일에 정식하였다. 재식거리는 60 × 10 cm로 주당 2본으로 하였고, 시비량 및 질소분시방법은 농진청 표준재배법에 준하였다. 생육특성으로 간장, 수장, 출수일수, 생육기간 및 현곡 천립중을 조사하였으며, 기타 형태적 특성 중 수형, 엽색, 이삭모(경모) 등을 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, Ministry for Food, Agricultural, Forestry and Fisheries. 2008.)에 준하여 실시하였다. 수확 후 도정은

고무 롤러식 현미기를 이용하여 제현과정을 2회 거친 후 연삭식 정미기로 1분간 정미하여 과피 부분을 제거하여 좁쌀로 만드고, 제현율, 도정수율, 완전미율을 조사하였다.

삼다찰의 배유특성을 알고자 아밀로스 함량을 분석하고, 영양성분 및 기능성을 조사하고자 단백질, 칼슘함량 및 항산화성분을 조사하였다. 일정량의 시료를 취하여 습식분해한 후 100 mL로 정용하여 분석용 시료로 사용하였다. 조단백질 함량은 Kjeldahl 분석기(2300 Kjeltac Analyzer Unit, FOSS Tecator, Hoeganaes, Sweden)를 이용하여 정량하였고, 칼슘함량은 550℃에서 회화한 후 0.5 N 질산을 가하여 가온해서 녹이고 GF/C 여과지로 여과한 다음 정용하여 ICP (inductively coupled plasma, Optima-3300DV, Perkin- Elmer, Norwalk, CT, USA)로 분석하였다. 아밀로스 함량은 아밀로스가 나선구조 속에 요오드 분자를 결합시켜 안정된 청자색 혼합물을 형성시키는 특성을 이용하여 아밀로스-요오드 혼합물의 청색을 가장 많이 흡수하는 적색파장에서의 흡광도를 비색계(Multiskan Spectrum, Thermo Fisher Scientific, Vantaa, Finland)를 이용하여 620 nm에서 측정하였으며, 표준품으로 pure potato amylose (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA)를 이용하여 정량하였다(Jeong et al. 2006). 항산화성분은 동결건조하여 분쇄된 시료를 80% 에탄올로 진탕추출하여 얻은 추출물을 얻어 총 폴리페놀을 분석하였으며 측정방법은 Choi et al. (2006)의 방법을 변형하여 측정하였다. 통계처리는 SAS (Statistical Analysis System, V. 9.1, USA) 프로그램을 이용하였다.

결과 및 고찰

‘삼다찰’은 재배의 안정성이 높고 소비자가 선호하는 혼반용 청차조를 육성하고자 2008년 국립유전자원센터로부터 분양 받은 유전자원 중에서 난알의 색이 청회색이며 배유의 특성이 찰성으로 초형이 양호한 북제주 수집종을 선정하여 기본집단 양성 후 ‘08~’09년 2년간 분리육종법을 통해 순계분리로 육성된 품종이다. ‘10~’11년에 생산력 검증 시험과 기후생태가 다른 3개 지역에서 실시한 지역적응시험을 동시에 수행하면서 ‘밀양4호’로 계통명을 부여 받으면서, 특성을 검증한 결과 신품종 보호출원 요건에 합당함이 인정되어 2011년 농촌진흥청의 농작물직무육성신품종선정위원회에서 ‘삼다찰’로 명명하여 보호출원 품종으로 선정되었다(Rural development Administration 2011). 품종의 육성과정은 Fig. 1과 같다.

^zPYT: Preliminary yield trial, LAT: Local adaptability test

Fig. 1. Pedigree diagram of ‘Samdachal’.

주요 특성

출수기 및 생육특성

‘삼다찰’은 Table 1과 같이 영남평야지(밀양)에서 ‘황금조’보다 보통기 재배 평균 출수기가 8월 6일로 20일 늦고, 이모작재배에서는 8월 16일로 18일 늦다. 성숙일수도 황금조에 비하여 늦어 보통기 재배시 삼다찰 50일, 황금조 40일에 해당하므로 삼다찰은 생육기간이 133일(보통기)에서 112일(이모작)에 해당되는 중만생종이다.

잎과 줄기

‘삼다찰’의 잎은 녹색이나, 등숙 후기에는 황록색으로 변하며 엽노화 속도는 늦은 편이며 잎의 자세는 아래로 처진다. 줄기는 직립으로 강도가 강하며, 마디수는 14개로 표준품종인 ‘황금조’에 비하여 2개 정도 많고, 간장은 ‘황금조’보다 보통기 재배시 4 cm, 만기재배에서 2 cm 정도 크게 나타났으나 통계적 차이는 없었다(Table 2).

Table 1. 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	
Samdachal	8.6 a ^x	8.16 a	133 a	112 a	50 a
Hwanggeumjo	7.17 b	7.29 b	103 b	84 b	40 b

^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 30th, July

^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 2. Leaf and culm characteristics of ‘Samdachal’.

(NICS in Milyang, '10~'11)

Variety	Leaf color	Culm				
		length (cm)		Erectness	Stiffness	No. of node
		OS ^z	LS			
Samdachal	Green	128 a ^y	122 a	Erect	Strong	14 a
Hwanggeumjo	Green	124 a	120 a	Semi-elect	Medium	12 b

^zOS : Ordinary season, LS : Late season

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

이삭과 낱알

‘삼다찰’의 이삭 길이는 28 cm 정도로 ‘황금조’보다 길고 형태는 원통형으로 아래로 처지는 자세이며 착립밀도는 조밀하고 경모의 길이는 중정도이다. 탈립은 잘 안되는 편이고 영색은 황색이며 낱알색은 회색, 배유전분의 특성은 찰성으로 차조에 속한다(Table 3).

도복 및 생리장애 저항성

‘삼다찰’은 위조에 강하여 성숙기 엽노화는 ‘황금조’보다 느리고, 경의 마디수가 많고 단단하여 도복에 강한 특성을 나타내고 있으며 불임이 잘 유발되는 조건인 수전기 강우 지속과 같은 조건하에서도 불임 발생이 적었다(Table 4).

병해충 저항성

‘삼다찰’은 대표적인 조의 병해인 조도열병, 줄무늬잎마름병, 세균성줄무늬병에 ‘황금조’에 비하여 저항성을 나타내었으며, ‘황금조’와 마찬가지로 생육후기 노린재 피해가 관찰되었다(Table 5).

도정 및 성분특성

‘삼다찰’은 곡실 중 아밀로스 함량이 7.3%인 청차조로서, 아밀로스 함량 23.1%인 메조 ‘황금조’에 비하여 혼반용으로 이용하기 좋다. 도정 특성은 제현율 76.5%, 도정수율 74.0%, 완전미 도정수율은 69.4% 로서 메조인 ‘황금조’에 비해 낮은 것으로 나타났다. 곡실 중 기능성 성분인 칼슘과 폴리페놀 함

Table 3. Panicle and grain characteristics of ‘Samdachal’ grain color.

(NICS in Milyang, '10~'11)

Variety	Panicle		Spikelet		Awn	color	Endosperm
	Length (cm)	Shape	Density	Color			
Samdachal	28 a ^z	Cylindrical	Dense	Yellow	Medium	Grey	Glutinous
Hwanggeumjo	24 b	Spindle	Normal	Yellow	Short	Yellow	Non-Glutinous

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

Table 4. Reaction to physiological stress and lodging tolerance of “Samdachal”.

(NICS in Milyang, '10~'11)

Variety	Appearance of wilting	Adult leaf senescence	Field lodging (0-9)	Grain fertility ^y
Samdachal	Resistant	Slow	1 ^z	Normal
Hwanggeumjo	Weak	Intermediate	3	Medium

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

^yGrain fertility during rainy season

Table 5. Reaction of “Samdachal” to major disease and insects.

(NICS in Milyang, '10~'11)

Variety	Culm			Insects	
	Blast	Bacterial stripe	RSV	Corn borer	Stink bug
Samdachal	1 ^z	1	1	3	4
Hwanggeumjo	3	3	3	3	4

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

Table 6. Milling property and functional component of “Samdachal”.

(NICS in Milyang, '10~'11)

Variety	Brown/rough rice ratio (%)	Milled rice recovery (%)	Head rice recovery (%)	Ca content (mg/100g)	Polyphenol content (μg/g)	Amylose content (%)
Samdachal	76.5 b ^z	74.0 b	69.4 b	7.5 a	801.5 a	7.3 b
Hwanggeumjo	81.0 a	77.5 a	73.7 a	5.9 b	745.6 b	23.1 a

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

Table 7. Yield performance of “Samdachal” at replicated yield trials (RYT) and local adaptability test (LAT).

Variety	RYT		LAT				
	Mean (MT/ha)	Index	Milyang	Wonju	Haenam	Mean	Index
			(MT/ha)				
Samdachal	2.42 ^{a z}	1.10	2.45 ^a	2.19 ^a	1.90 ^a	2.24 ^a	1.08
Hwanggeumjo	2.20 ^b	1.00	2.30 ^b	2.14 ^a	1.46 ^b	2.07 ^b	1.00

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

량은 표준품종 ‘황금조’에 비하여 높게 나타나 ‘삼다찰’은 기 능성이 높은 청차조 품종으로 판단되었다(Table 6).

수량성

2010년에서 2011년의 생산력 검정시험과 지역적응시험결 과 결과 생산력 검정시험에서 보통기 재배시 10a당 평균수량 은 2.42 MT/ha으로서 대비품종인 ‘황금조’에 비해 10% 증수 하였으며 3개 지역에서 실시한 지역적응시험에서 평균 수량 은 2.24 MT/ha로서 8% 증수하였다(Table 7).

적응지역 및 재배상 유의점

‘삼다찰’은 전국 1모작 및 맥후작지에 추천되는 중만생 청 차조 품종으로 광지역성이나 출수기간이 길어 중부 산간지역 에서는 맥후작재배를 지양하고 단작으로 재배하는 것이 바람 직하다. 또한, 도복 등 재해에는 비교적 강하지만 습해에는 약 하므로 배수가 불량한 밭이나 논토양에서 재배하고자 할 때 에는 배수시설을 설치하는 것이 좋다. 유수분화가 이후 한발 피해가 예상되면 적절한 관수를 실시하여야 한다. 등숙기간이 길어 등숙기간 중 노린재에 의한 피해가 발생하기 쉬우므로 적기방제가 요구된다.

적 요

‘삼다찰’은 제주도에서 수집된 재래조를 기본집단으로 하 여 분리육종법을 통해 국립식량과학원 잡곡과에서 2011년 육 성된 신품종으로 주요특성과 수량성을 요약하면 다음과 같다. 출수기는 표준품종인 황금조보다 보통기 재배에서는 20일 정 도 늦은 중만생종으로 성숙일수는 60일 정도이며 감광성이 민감하고 기본영양생장기간은 길다. 간장은 128 cm 정도로 황금조에 비해 약간 크고, 경의 마디수는 14개로 많은 편이며 강도가 강하고 기부절간이 짧아 도복에 강한 특성을 나타낸 다. 이삭은 원통형이며 낱알의 착립밀도가 조밀하고 이삭길이

는 28 cm로 길다. 낱알은 청회색이며, 배유의 아밀로스 함량 이 7.3%로 차조에 해당하며, 낱알의 무기성분 중 칼슘 7.5 mg/100g, 마그네슘 45.6 mg/100g 으로 비교적 함량이 높으 며 항산화성분중 폴리페놀 함량도 높은 특성을 가지고 있다. 수량은 지역적응시험 보통기재배 평균 2.24 MT/ha로서 표준 품종 보다 8% 정도 증수되는 다수성이고, 기본영양생장 기간 이 길기 때문에 중·남부 평야지역에 적응성이 높으며, 단간내 도복 직립 초형으로 기계화 재배에 유리한 우수한 품종이다.

사 사

본 논문 및 품종은 농촌진흥청 연구사업(과제번호: PJ0086 91032014)의 지원에 의해 이루어진 것이며, 본 품종을 육성 함에 있어 협력하여 주신 농촌진흥청 국립농업과학원 농업유 전자원센터 관계관계 깊은 감사를 드립니다.

REFERENCES

1. Amadou I, Gounga M, Le GW. 2013. Millets: Nutritional composition, some health benefits and processing-A review. Emir. J. Food Agric. 25: 501-508.
2. 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.
3. Joe JY. 1990. Upland crop. Hwangmoonsa. Korea. pp.539.
4. Jeong EG, Kim KJ, Cheon AR, Lee CK, Kim SL, Brar DS, Son JR. 2006. Characterization of grain quality under lodging time and grade at ripening. Korean J. Crop Sci. 37: 440-444.
5. 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.
6. Lee JS, Ko JY, Kim KY, Song SB, Woo KS, Kim JI, Kwak DY, Jeong TW, Seo MC, Oh IS. 2013. A medium maturing non-glutinous lodging tolerance foxtail millet (*Setaria italica* Beauv.) variety 'Samdame'. Korean J. Breed. Sci. 45: 382-387.
 7. 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.
 8. 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 "Keongkwan2". Korean J. Breed. Sci. 44: 648-652.
 9. Seong MH, Kwon DH. 2011. Survey of status of coarse grain. Research report P145. Korea Rural Economic Institute.
 10. The Korea Seed & Variety Service. Ministry for Food, Agricultural, Forestry and Fisheries. 2008. Screening method of foxtail millet. pp.1-20.
 11. 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.
 12. Yoon ST, Xu ZY. 2008. Crop characteristics of foxtail millet (*Setaria italica* Beauv.) resources. Korean J. Intl. Agri. 30: 211-215.