기계화 수확 적합 단간 찰수수 “소담찰”

김정인¹ · 김성국² · 정태욱² · 광도연¹ · 김기영³ · 고지연¹ · 우관식² · 송석보¹ · 오인석¹ · 최명은^{1*}

¹농촌진흥청 국립식량과학원, ²농촌진흥청 중부작물부, ³농촌진흥청 연구정책국

Semi-dwarf Grain Sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) Variety ‘Sodamchal’ with Waxy Endosperm

Kim Jung-In¹, Kim Sung-Kook², Jung Tae-Wook², Kwak Do-Yeon¹, Kim Ki-Young³,
Ko Jee-Yeon¹, Woo Koan-Sik², Song Seok-Bo¹, Oh In-Seok¹, Choe Myeong-Eun^{1*}

¹Department of Southern Area Crop Science, NICS, RDA, Miryang 50424, Korea

²Department of Central Area Crop Science, NICS, RDA, Suwon 16613, Korea

³Research Policy Bureau, RDA, Jeonju 54875, Korea

Abstract : The sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) variety ‘Sodamchal’ was developed and registered by Department of Southern Area Crop Science, National Institute of Crop Science (NICS) in 2013. This variety was developed from the cross between ‘Hwanggeumchal’ with brown grain and ‘Jungmo4001’ with semi-dwarf trait. ‘Sodamchal’ is the first semi-dwarf stature with waxy endosperm ever developed in Korea. The yield performance of ‘Sodamchal’ was 2.95 MT/ha in local adaptability test for 2 years. It had 91 cm culm length, which was 58 cm shorter than that of ‘Hwanggeumchal’, 26.3 cm panicle length, 22.0 mm thickness of culm, 21.1 g in 1,000 grain weight. It could be reduce the lodging problem and also adapted to mechanized cultivation. ‘Sodamchal’ produces high quantities of polyphenol and radical scavenging activity with diphenyl-picrylhydrazyl (DPPH), 2,2’-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS) in pigmented testa. Above all ‘Sodamchal’ is suitable for use as a parental source for the development of improved pollinator parent lines for developing semi-dwarf sorghum with waxy endosperm and antioxidant activity. (Variety registration No. 6244)

Keywords : *Sorghum bicolor* L., Semi-dwarf, Sodamchal, Waxy endosperm, Variety

서 언

수수(*Sorghum bicolor* (L.) Moench)는 쌀, 밀, 옥수수, 보리와 함께 세계 5대 곡물로 2013년에는 117개국 4천2백만 헥타르에서 6천2백만톤이 생산되었다(FAO 2015). 재배 적응성이 높아 반건조지역, 아열대지역, 열대지역, 온대기후 등에서 폭넓게 재배되고 있으며, 옥수수와 밀이 자랄 수 없는 척박한 토지에서 재배할 수 있다는 장점에 따라 향후 기후변화 대비 온난화 적응 작물로 주목 받고 있다(Hancock 2000, Paterson et al. 2009).

수수는 우리나라를 포함한 아시아와 아프리카에서는 주로 식량작물로서 종실을 소비하고 유럽에서는 식물체 전체를 사료

용이나 산업용으로 이용하고 있으며(Dykes et al. 2005), 그 이용 방법에 따라 육종 목표가 세분화되는데 주로 종실을 이용하는 경우는 식물체의 키와 측지를 줄여 재배적 안정성을 높이고 수량성은 높은 무감광성 품종을 육성하는 것이다(Kouressy 2008). 우리나라는 오래 전부터 수수를 이용하여 전통음식인 수수 부꾸미, 떡, 전통술의 원료로 사용되었으며 주로 혼반용으로 소비하고 있다. 최근 웰빙문화의 확산으로 수수의 건강기능성이 부각되면서 수수 등 잡곡의 수요와 관련연구가 증가하는 추세이다(Awika et al. 2004). 수수는 페놀화합물로 인한 항산화능, 항염증, 항암효과(Bralley et al. 2008) 등 건강기능성을 가지는데 유전형에 따라 그 함량의 차이가 있어 이러한 건강기능성은 육종으로 얻을 수 있는 유용형질 중 하나이다(Dykes & Rooney 2006).

수수의 키는 50 cm에서 5 m까지 달하는데 네 개의 단간 유전자(Dw_1 , Dw_2 , Dw_3 , Dw_4)에 의해 조절된다고 밝혀져 있으며,

*Corresponding Author (E-mail: Email: cme0807@korea.kr, Tel: +82-55-350-1244, Fax: +82-55-352-3059)

(Received on February 3, 2017. Accepted on February 13, 2017.)

Table 1. Inherent characteristics of a new sorghum variety ‘Sodamchal’.

Variety	Panicle		Glume Color	Grain Color	Endosperm
	Shape	Density			
Sodamchal	Obovate	Semi Open	Dark Brown	Red Brown	Waxy
Hwanggeumchal	Oval	Semi compact	Dark Brown	Red Brown	Waxy

Table 2. Agronomic characteristics of a new sorghum variety ‘Sodamchal’.

Variety	Days to heading	Panicle length (cm)	Culm length (cm)	Thickness of culm (mm)	Length of leaf (cm)	Width of leaf (cm)
Sodamchal	69 ^{ns}	26.3 [*]	91 ^{***}	22.0 ^{***}	57.2 ^{***}	8.0 ^{ns}
Hwanggeumchal	61	23.1	149	17.5	46.8	6.5

²⁾ Not significant (ns) in the *t*-test, while *, **, *** Significant at $P<0.05$, $P<0.001$ and $P<0.0001$, respectively.

Table 3. Yield component analysis of new sorghum variety ‘Sodamchal’.

Variety	No. of panicle /plant	Weight of Panicle (g)	Weight of grain/panicle (g)	1,000-grain Weight (g)
Sodamchal	1.1 [*]	48.9 ^{ns}	32.5 ^{ns}	21.1 ^{ns}
Hwanggeumchal	1.3	43.0	33.2	20.2

²⁾ Not significant (ns) in the *t*-test.

Table 4. Reaction to major disease and insects and physiological traits of ‘Sodamchal’.

Variety	Lodging ²⁾ (0~9)	Disease (0~9) ³⁾		Insect (0~9) ³⁾			
		Smut	Mold	Corn borer	Heliothinae	Aphid	Hemiptera
Sodamchal	1	1	5	0	3	3	7
Hwanggeumchal	5	3	5	5	3	3	1

²⁾ Degree of stem lodging: 0~15%, 1; 16~ 30%, 3; 31~45%, 5; some panicles touch the ground 7; all lay down, 9.

³⁾ Disease degree: symptomless, 0; below 1% of diseased panicle, 1; 1~5%, 3; 6~10%, 5; 11~20% , 7; over 21%, 9.

³⁾ Insect degree: symptomless, 0 ; below 1% of damaged panicle, 1; 1.1~5.0%, 3; 5.1~10.0%, 5; 10.1~20.0%, 7; over 20.1%, 9.

고유 특성

‘소담찰’의 고유특성은 타원형의 이삭을 가지고 있는 대비 품종인 ‘황금찰’ 수수와 다른 산수형으로 이삭밀도가 성긴 편이다. 종피색과 영색은 각각 적갈색과 짙은 갈색이며, 배유향성은 찰성이다(Table 1).

일반특성

‘소담찰’의 출수일수는 69일로 ‘황금찰’보다 8일 늦으며, 이삭 길이는 26.3 cm로 황금찰보다 3.2 cm 길다. ‘황금찰’ 대비 간장은 91 cm로 58 cm 짧고, 줄기직경은 22.0 mm로 4.5 mm 굵어 간장이 짧고 튼튼한 줄기를 가지고 있음을 알 수 있다(Table 2).

수량 구성 요소에서 주당이삭수는 1.1개, 이삭중은 48.9 g, 이삭당 종실중은 32.5 g, 현곡천립중이 21.1 g으로 ‘황금찰’과

비슷한 수준이었다(Table 3)

내재해성

포장조건에서 2년간 병충해를 등숙기와 수확기에 달관 조사한 결과, 이삭곰팡이 발생은 ‘황금찰’과 유사한 수준이었으며, 껍부기병 포장 저항성을 보였다. 충해에서는 왕담배나방, 진딧물류 피해가 황금찰과 유사한 수준이었고 조명나방 피해는 황금찰 대비 발생이 적었으나, 노린재류 발생은 높은 편이었다. 또한 도복은 황금찰에 비해 강한 것으로 나타났다(Table 4).

품질특성

‘소담찰’ 수수의 아밀로스 함량은 5.98%로 ‘황금찰’ 대비 0.88% 낮고, 미네랄 성분 중 칼륨은 509.55 mg/100g, 칼슘은

Table 5. Nutrient composition and amylose contents of ‘Sodamchal’.

Variety	Mineral content(mg/100g)				Amylose Content (%)
	K	Ca	Mg	Na	
Sodamchal	509.55±67.02	24.31±2.32	302.58±34.14	32.21±8.43	5.98±1.08
Hwanggeumchal	620.17±62.14	25.80±3.15	287.42±34.33	29.64±11.37	6.86±0.88

^{z)} All result presented as mean±SD of three independent experiments performed in triplicate.

Table 6. Antioxidant activity of ‘Sodamchal’ extracts.

Variety	Polyphenols content (mgGAE/g)	Flavonoids content (mgCE/g)	DPPH radical scavenging activity (mgTE/g)	ABTS radical scavenging activity (mgTE/g)
Sodamchal	14.00±3.88	3.81±0.19	5.17±1.68	11.73±1.64
Hwanggeumchal	11.46±1.89	3.99±0.29	3.69±0.63	8.65±1.00

^{z)} All result presented as mean±SD of three independent experiments performed in triplicate.

Table 7. Grain yield performance of ‘Sodamchal’ at regional yield trial(RYT).

Variety	Grain yield(MT/ha)	index
Sodamchal	2.44 ^{ns}	1.79
Hwanggeumchal	1.36	1.00

^{z)} Not significant (ns) in the *t*-test.

Table 8. Grain yield potential of ‘Sodamchal’ at RYT for 2 years.

Region	Sodamchal			Hwanggeumchal		
	2012	2013	Mean (MT/ha)	2012	2013	Mean (MT/ha)
Suwon	2.13	1.50	1.82	1.18	1.40	1.29
Wonju	4.01	1.84	2.93	4.17	2.77	3.47
Goesan	2.36	-	2.36	1.69	-	1.69
Cheongwon	-	2.74	2.74	-	3.50	3.50
Iksan	-	4.04	4.04	-	3.89	3.89
Miryang	3.08	2.28	2.68	1.54	3.95	2.75
Naju	-	4.08	4.08	-	4.35	4.35
Average	2.90	2.75	2.95	2.15	3.31	2.99
T _{0.05} =0.075314						

It means non-significantly different between cultivars at 0.05% level [0.075314<t(0.05,16.69)=0.9409].

^{z)} Yield index is defined as yield of ‘Sodamchal’ divided by ‘Hwanggeumchal’

24.31 mg/100g으로 ‘황금찰’ 대비 각각 110.62 mg/100g, 1.49 mg/100g 낮은 수준이며, 마그네슘은 302.58 mg/100g, 나트륨은 32.21 mg/100g으로 ‘황금찰’ 대비 각각 15.16, 2.57 mg/100g 높게 나타났다(Table 5)

항산화성분인 폴리페놀과 플라보노이드 함량은 각각 14 mgGAE/g, 3.81 mgCE/g으로 ‘황금찰’ 대비 각각 2.54 mgGAE/g 높았고, 0.18 mgGAE/g 낮았다. 항산화활성 비교를 위한 DPPH 라디칼 소거능은 5.17 mgTE/g, ABTS 라디칼 소거능은 11.73 mgTE/g으로 황금찰 대비 각각 1.48, 3.08 mgTE/g 높았다(Table 6).

수량성

2012년 생산력검정시험(밀양) 결과 ‘소담찰’의 ha당 평균 종실수량은 2.44 ton 으로 평균은 ‘황금찰’ 대비 79% 높았지만 통계적 유의성이 없었다(Table 7). 이는 당해년도 수수의 개화기에 잦은 강우로 부분적 불임현상이 다발생하여 수량간 반복성이 떨어진 것으로 추정된다.

2012년에서 2013년까지 2년간 7개 지역에서 실시된 지역적 응시험 결과 연차간 지역간 차이는 있었지만 평균수량성은 2.95 톤으로 ‘황금찰’ 2.99톤과 유사한 수준이었다(Table 8).

Fig. 2. A new sorghum variety ‘Sodamchal’ plant.

적응지역 및 재배상 유의점

‘소담찰’은 중생종으로 전국에 재배가 가능하다. 또한, 도복에 강하지만 습해에는 약하므로 과습지나 배수가 불량한 논토양에서 재배는 피하는 것이 좋다. 출수 이후 조류피해 및 왕담배나방과 노린재에 대한 적절한 방제가 필요하다.

사 사

본 논문은 농촌진흥청 시험연구사업(세부과제명: 기계화 및 작부체계 적합 잡곡 품종 육성, 세부과제번호: PJ01136501207)의 지원에 의해 이루어진 것임.

적 요

발작물 기계화를 위한 키작은 수수의 수요가 높음에 따라 찰성 갈색종피 ‘황금찰’과 단간 흰색 종피 메성 ‘중모4001’를 인공교배하여 육성한 ‘소담찰’의 주요 특성을 요약하면 다음과 같다. ‘소담찰’의 개화기는 ‘황금찰’에 비해 8일 늦고, 키는 91 cm로 ‘황금찰’에 비해 55cm 작은 단간 품종이다. ‘소담찰’의 주당이삭수(1.1개)가 적고 이삭중(48.9 g), 이삭당 종실중(32.5 g), 천립중(21.1 g) 등 수량구성요소는 유사한 수준이었다. 이삭은 역삼각형이며 영과색이 짙은 갈색이며, 배유의 아밀로스 함량이 5.98%로 찰수수에 해당하며, DPPH, ABTS 소거 항산화 활성이 ‘황금찰’에 비해 높은 것으로 나타났다. 종실수량은 지역 적응시험 평균 2.95 MT/ha로서 표준품종과 비슷한 수준이다. 소담찰은 단간으로 도복에 강한 특성을 가져 특히 기계수확에 적합한 품종이다(Fig. 2).

REFERENCES

1. Awika JM, Rooney LW, Waniska RD. 2004. Properties of 3-deoxyanthocyanins from sorghum. *J. Agric. Food. Chem.* 52: 4388-4394.
2. Blum A, Golan G, Mayer J, Sinmena B. 1997. The effect of dwarfing genes on sorghum grain filling from remobilized stem reserves, under stress. *Field Crop Res.* 52:43-54.
3. Bralley E, Greenspan P, Hargrove JL, Hartle DK. 2008. Inhibition of hyaluronidase activity by select sorghum brans. *J. Med. Food.* 11: 307-312.
4. Choe ME, Kim JI, Jung TW, Kwak DY, Kim KY, Ko JY, Woo KS, Song SB, Jung KY, Oh IS. 2016. Waxy sorghum (*Sorghum bicolor* L.) variety ‘Nampungchal’ with lodging resistant and high yield. *Korean J. Breed. Sci.* 48(2): 192-197.

5. 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.
6. Dykes L, Rooney LW, Waniska RD, Rooney WL. 2005. Phenolic compounds and antioxidant activity of sorghum grains of varying genotypes. *J. Agric. Food Chem.* 53: 6813-6818.
7. Dykes L, Rooney LW. 2006. Sorghum and millet phenols and antioxidants. *J. Cereal Sci.* 44: 236-251.
8. FAO. 2015. FAOSTAT Production: Food and agriculture organization of the united nations division of statistics, http://faostat3.fao.org/borwes/Q/*?E
9. George-Jaeggli B, Jordan DR, van Oosterom EJ, Hammer GL. 2011. Decrease in sorghum grain yield due to the dw3 dwarfing gene is caused by reduction in shoot biomass. *Field Crops Res.* 124 (2): 231-239.
10. Hancock JD. 2000. Value of sorghum and sorghum co-products in diets for livestock. *Sorghum: Origin, History, Technology, and Production*, John Wiley & Sons, New Yorks, 731-749. In: Wayne Smith, C., Fredericksen, R.A. (Eds.),
11. Jeong EG, Kim KJ, Cheon A, Lee CK, Kim SL, Brar DS, Son JR. 2006. Characterization of grain quality under lodging time and grade at ripening. *Korean J. Crop Sci.* 51: 440-444.
12. Kouressy M, Dingkuhn M, Vaksman M, Clément-Vidal A, Chantreau J. 2008. Potential contribution of dwarf and leaf longevity traits to yield improvement in photoperiod sensitive sorghum. *Eur. J. Agron.* 28(3): 195-209.
13. Paterson AH, Bowers JE, Bruggmann R, Dubchak I, Grimwood J, Gundlach H, Haberer G, Hellsten U, Mitros T, Poliakov A. 2009. The Sorghum bicolor genome and the diversification of grasses. *Nutr.* 457: 551-556.
14. Rural Development Administration (RDA). 2012. Plan of regional yield trials for new variety development in summer season crop, 391-395.
15. Sleper DA, Poehlman JM. 2006. *Breeding field crops*. 5th ed. Ames, Iowa: Blackwell Publishing Professional.