기계수확용 다수성 조생 수수 ‘청풍’

윤건식^{1*} · 이재웅¹ · 황세구¹ · 김익제¹ · 홍성택¹ · 최명은² · 최규환³ · 김용순⁴ · 김홍식⁵

¹충북농업기술원 작물연구과, ²국립식량과학원 남부작물부, ³전라북도농업기술원, ⁴전라남도농업기술원, ⁵충북대학교 식물자원학과

‘Cheongpung’ – Early maturing sorghum (*Sorghum bicolor* L.) variety with high yield and machine harvesting-adaptability

Geon-Sig Yun^{1*}, Jae-Wung Lee¹, Se-Gu Hwang¹, Ik-Jei Kim¹, Seong-Taeg Hong¹, Myeong-Eun Choe², Gyu-Hwan Choi³, Yong-Soon Kim⁴, and Hong-Sig Kim⁵

¹Chungcheongbukdo Agricultural Research & Extension Services, 28130, Republic of Korea

²National Institute Crop Science, RDA, 50424, Republic of Korea

³Jeollabukdo Agricultural Research and Extension Services, 54591, Republic of Korea

⁴Jeollanamdo Agricultural Research and Extension Services, 58213, Republic of Korea

⁵Chungbuk National University, 28644, Republic of Korea

Abstract To improve their income, farmers should cultivate sorghum varieties with high productivity, short breeding period, and easy double cropping. To increase purchases by consumers, the sorghum variety must have health-related functions. To meet these demands, the ‘Cheongpung’ variety has been raised through net separation from the traditional species of the Chungbuk region as a sorghum variety that can be harvested by machine, have the highest yield in the country, and have the most abundant antioxidant content. The seed coat of ‘Cheongpung’ was reddish-brown, and had the characteristic of early maturation; it required only 107 days from sowing to harvest. Its culm length was 89 cm, the smallest among domestic cultivated varieties. It could also be harvested by machine without difficulty. Compared with the ‘Hwanggeumchal’ variety, the number of ear per plant in ‘Cheongpung’ was approximately 1.3, but each ear piece weighed 66.2 g, weighing 3.8 g, and the thousand-grain weight was 1.4 grams higher than the rough-grain weight. A local adaptation test in five regions nationwide for two years led to a ‘Cheongpung’ yield of 359 kg/10a, which was the highest among domestic cultivated varieties. In addition, the polyphenol content of ‘Cheongpung’ was 29% higher than that of ‘Hwanggeumchal’. (Registration No. 7717)

Keywords high yield, sorghum, Cheongpung, variety

Received on July 9, 2019. Revised on July 15, 2019. Accepted on September 3, 2019.

* Corresponding Author (E-mail: lothmv@korea.kr, Tel: +82-43-220-5562, Fax: +82-43-220-5549)

서 언

수수(*Sorghum*, *Sorghum bicolor* L. Moench)는 분류학상 벼목 화본과의 외떡잎식물 한해살이 풀로, 아프리카 대륙이 원산지이고 아시아, 미국, 인도, 멕시코 등이 주요 생산국이다(Park et al. 2011). 수수는 고량, 축서, 고량, 노숙 이라고도 칭하며(Lee. 2017), 척박한 토지에도 적응성이 높고, 비교적 재배도 쉬워 세계적으로 다양하게 분포, 재배되고 있다(Paterson et al. 2009).

사용목적에 따라 수수는 종실용, 알코올 제조용, 시럽용, 사일리지용, 청예용, 건초용, 방목용 및 빗자루용도로 분류가 되지만(Harlan et al. 1972), 우리나라에서는 혼반용으로 주로 소비가 되고, 이외 떡, 전통술, 엿, 과자의 원료로 사용되고 있으며(Kim

et al. 2016, Ha & Lee 2001), 최근에는 의약품과 화장품용, 새싹용 채소로 활용성을 넓혀 가고 있는 추세이다(Kim & Park 2012, Lee 2017, Chun et al. 2017).

수수의 기능성물질 중 페놀화합물은 항산화, 항염효과와 혈중 콜레스테롤을 감소 시키는 것으로 알려져 있으며(Bralley et al. 2008, Carr et al. 2005, Kim et al. 2016), 곡물 중 유일하게 함유된 탄닌 성분은 소화율을 줄이고 혈당을 조절한다(Park et al. 2011, Kim & park 2012). 수수 추출물은 자외선으로부터 피부의 멜라닌 생성을 억제한다고 알려져 있으며(Lee. 2017), 건강과 관련되어 다양한 기능성 연구들이 진행되고 있다.

국내 수수 품종은 순계분리에 의해 육성된 남풍찰, 동안메, 중모4002, ‘황금찰’과, 교배육종을 통해 육성된 소담찰 등이 품종

등록 되어 있으며, 육종방향은 배유가 찰성이면서, 단간 유전자를 갖는 다수성 품종 개발을 목표로 하고 있다(Sleper & Poehlman 2006). 하지만 현재까지 소담찰을 제외한 대부분 품종들은 키가 170 cm 이상으로 기계수확이 어려워서 인력수확에 따른 농가의 노동력 요구도가 높다. 이와 더불어 선택성 제초제의 부재, 강우 시 불임발생과 이삭곰팡이 병으로 인한 종자의 품질 감소, 수확기 조류 피해 문제가 수수 확대 재배의 제한 요인이 되고 있다. 또한, 소비의 측면에서는 혼반용 뿐 아니라 떡으로 가공할 때도 배유가 찰성인 것을 선호하기 때문에 향산화 활성이 우수함에도 불구하고(Sa et al. 2010) 메수수 소비는 거의 이루어지지 않고, 이에 따라 대부분 수수 재배농가에서도 기피하는 실정이다.

이러한 문제점의 해결을 위한 품종의 자격요건으로 재배자의 입장에서 출수의 조만에 따라 강우를 회피할 수 있고, 콤바인 기계수확에 무리가 없는 키가 작고, 수량성이 높은 품종을, 소비자의 입장에서 판로확대를 위해 기능성분이 우수한 품종 육성과 더불어 메수수의 새로운 활용방안의 모색이 필요하다. 그래서 충북농업기술원은 수확 시 생력화가 쉽고, 생산성이 높으면서, 기능성 물질이 풍부하여, 앞으로 고량주의 원료로 메수수의 새로운 활용성을 제고하고자 충청지역의 재래종을 순계분리한 '청풍'을 2017년 품종보호 출원하여, 2019년 최종 품종등록이 되었기에, 그 육성경위와 주요 특성을 보고하고자 한다.

재료 및 방법

수수 종자는 유전자원센터(K258972)에서 종자를 분양 받아 사용하였으며, 순계분리 및 특성검정 4년, 생산력검정은 2012~2013년도 까지 충북농업기술원에서 수행하였고, 지역적응시험은 2014~2015년 까지 청주, 수원, 익산, 밀양, 나주 등 전국 5개 지역에서 '황금찰'을 표준품종으로 하여 난괴법 3반복으로 수행하였다. 파종은 6월 2일에 포트에 파종하여 14일 정도 육묘하여, 시험포장에 비닐 멀칭 후 이식하였다. 재식거리는 60 × 20 cm로 주당 1본을 포장에 정식하였고, 시비량은 N-P₂O₅-K₂O를 9-7-8 kg/10a로 전량 밑거름 사용하였다. 고유 특성으로 이삭 형태, 이삭 밀도와 종실색을, 생육특성으로 생육일수, 간장, 줄기 두께, 이삭장 및 엽장을 조사하였다. 수량관련 특성으로는 주당 수수, 이삭무게와 천립중을 조사하였으며, 내병충성으로는 감부 기병, 이삭곰팡이병, 조명나방, 왕담배나방과 노린재의 포장발생 정도를 0~9로 조사하였고, 이는 농촌진흥청 연구조사분석기준(Park 2012)을 따랐다.

'청풍'의 영양성분과 기능성성분은 국립식량과학원 남부작물

부 잠곡육종실에서 실시하였으며, 세부 과정은 다음과 같다. 먼저 배유특성은 요오드 분석법을 이용해 찰성검정을 실시하였고(Pederson et al. 2004), 기능성은 폴리페놀과 향산화활성을 조사하였다. 아밀로스 함량은 적색과장에서 흡광도를 비색계(Multiskan Spectrum, Thermo Fisher Scientific, Vantaa, Finland)를 이용하여 620 nm에서 측정하였고 조단백 함량은 Kjeldahl 분석기(2300 Kjeltec Analyzer Unit, FOSS Tecator, Hoeganaes, Sweden)을 이용하였다. 향산화 성분은 동결 건조된 시료를 80% 에탄올로 진탕 추출하여 총 폴리페놀은 Gallic acid equivalent (GAE), DPPH, ABTS 라디칼 소거활성은 Trolox equivalent (TE)로 표현하여 조사하였다(Choi et al. 2006). 이 외 일반성분은 ICP (Inductively coupled plasma, Optima-3300DV, Perkin Elmer, Norwalk, CT, USA)로 분석하였다.

결과 및 고찰

육성경위

수량성이 높고, 기능성물질이 풍부하며, 농가의 노동력을 절감하고자 기계 수확에 적합한 충청지역 적응성 수수를 육성하고자 국립농업과학원 유전자원센터로부터 종자(K258972)를 분양 받아, 순계분리 방법을 통해 '청풍' 품종을 육성하였다. 2008~2011년까지는 개체선발을 통한 순계분리를 실시하였고, 최종 분리된 계통을 '충북33호'로 명명하고, 2011~2012년 생산력검정 시험 후 지역적응시험에 공시하여 전국 5개지역에서 3년간 생육특성과 생산성을 검토하였다. 그 결과 수량성과 지역적응성이 우수하여 2016년 농촌진흥청 농작물직무육성 신품종 선정위원회에서 보호 출원품종으로 선정 후 2017년 국립종자원에 품종보호 출원하여 대비품종과의 구별성, 균일성, 안정성, 신규성 등 2년간의 재배심사에 걸쳐 결격사유가 없어 최종 2019년 품종보호 등록하였다. 품종 육성과정은 Fig. 1과 같다.

고유 특성

'청풍'의 이삭 측면 모양은 타원형이고, 형태는 밀수형으로 '황금찰'과 같은 반면, 이삭의 밀도는 '황금찰'에 비해 조밀하였다. 받침껍질색은 짙은 갈색이며, 종실색은 적갈색으로 '황금찰'과 동일하였으며 배유는 '황금찰'이 찰성인 반면 청풍은 메성을 나타내었다(Table 1).

생육특성 및 일반특성

'청풍'의 출수일수는 '황금찰'과 동일한 60일로 조생의 특성

²RYT: Replicated yield trial, LAT: Local adaptability test

Fig. 1 Pedigree diagram of new sorghum variety ‘Cheongpung’.

Table 1. Inherent characteristics of a new sorghum variety ‘Cheongpung’ (CBARES in Cheongju, 13~15)

Variety	Panicle		Glume Color	Grain color	Endosperm
	Shape	Density			
Cheongpung	Oval	Dense	Dark Brown	Red Brown	normal
Hwanggeumchal	Oval	medium	Dark Brown	Red Brown	Waxy

Table 2. Yield component analysis of new sorghum variety ‘Cheongpung’

Variety	Day to heading	Culm length (cm)	Panicle length (cm)	Thickness of culm (cm)	Length of leaf (cm)	Width of leaf (cm)
Cheongpung	60 ^{ns}	89 ^{***}	24.7 ^{ns}	20.6 ^{ns}	75.6 ^{**}	8.2 ^{*z}
Hwanggeumchal	60	152	22.5	20.7	57.7	6.8

^zNot Significant (ns) in the t-test, While *, **, *** Significant at $p<0.05$, $p<0.001$ and $p<0.0001$, respectively.

을 보였으며, 이는 기존의 농가에서 메수수료 주로 재배하는 ‘동안메’ 보다 11일이 단축된 것이다(Kim et al. 2018). 간장의 길이는 89 cm로 ‘황금찰’에 비해 63 cm가 짧았으며, 콤바인 예취부 높이 보다 키가 작아 기계 수확을 무리 없이 할 수 있다. 이삭의 길이와 줄기의 두께는 ‘황금찰’과 비슷하였으며, 잎의 길이는 75.6 cm, 잎의 너비는 8.2 cm로 ‘황금찰’ 보다 길었다 (Table 2).

내재해성

‘청풍’의 도복 지수는 1로 도복에 강한 특성을 보였으며, 생육 후반기 비가 자주 오는 다습한 날씨가 지속될 때 발병률이 높은 감부기병과 이삭곰팡이병은 ‘황금찰’에 비해 약한 것으로 나타나, 출수 이후 예방 방제가 필요하다. 수수의 주요해충인 조명나방, 왕담배나방, 진딧물, 노린재의 발생은 ‘황금찰’과 비슷한

것으로 나타났다(Table 3).

기능성물질과 항산화 활성

‘청풍’의 조단백은 10.7 g/100 g 으로 ‘황금찰’과 비슷하였으며, 항산화성분인 폴리페놀함량은 ‘황금찰’ 대비 29% 높은 223 µgGAE/g 이었다. 항산화활성 비교를 위한 ABTS 라디칼 소거능은 ‘황금찰’과 비슷하였으며, 아밀로스 함량은 24.9%로 배유가 강한 메성을 나타냈다(Table 4).

수량구성요소와 수량성

‘청풍’의 주당이삭 수는 1.3개, 이삭무게는 66.2 g, 이삭당 종실 무게는 41.2 g으로 ‘황금찰’과 비슷하였으며, 천립중은 23.8 g으로 ‘황금찰’ 대비 1.4 g 무거웠다(Table 5). 2012년~2013년까지 생산력검정 결과 ‘청풍’은 2.97 MT/ha로 ‘황금찰’ 2.77 MT/ha에

Table 3. Reaction to lodging tolerance, major disease and insect of 'Cheongpung' (LAT, '13~'15)

Variety	Field lodging ^z (0-9)	Damage index ^y by disease		Damage index ^x by insect			
		Smut	Mold	Corn borer	Heliothinae	Aphid	Hemiptera
Cheongpung	1	4	8	2	2	0	1
Hwanggeumchal	1	2	7	2	2	0	1

^zLodging degree: 1~15%, 1; 16~30%, 3; 31~45%, 5; 46~75%, 7; over 76%, 9.^yDisease degree: symptomless 0; below 1% of diseased panicle, 1; 1~5%, 3; 6~10%, 5; 11~20%, 7; over 21%, 9.^xInsect degree: symptomless, 0; below 1% of damaged panicle, 1; 1~5%, 3; 6~10%, 5; 11~20%, 7; over 21%, 9.**Table 4.** Functional component and antioxidant activity of 'Cheongpung' (LAT, '13~'15)

Variety	Crude protein (g/100 g)	Polyphenol contents (μgGAE/g)	Radical scavenging activity (mgTE/g)		Amylose contents (%)
			DPPH	ABTS	
Cheongpung	10.7 ^{ns}	223 [*]	301 ^{ns}	514 ^{ns}	24.9 ^{**z}
Hwanggeumchal	10.9	173	300	577	7.9

^zNot Significant (ns) in the t-test, While ^{*}, ^{**} Significant at $p<0.05$ and $p<0.001$, respectively.**Table 5.** Yield component analysis of new sorghum variety 'Cheongpung'

Variety	No. of panicle/plant	Weight of Panicle (g)	Weight of grain/panicle (g)	1,000-grain Weight (g)
Cheongpung	1.3 ^{ns}	66.2 ^{ns}	41.2 ^{ns}	23.8 ^{*z}
Hwanggeumchal	1.4	62.4	42.5	22.4

^zNot Significant (ns) in the t-test, While ^{*} Significant at $p<0.05$.**Table 6.** Grain yield potential of 'Cheongpung' at replicated yield trial (RYT)

Variety	Grain yield (MT/ha)			
	2011	2012	Mean	index
Cheongpung	3.40	2.54	2.97 ^{*z}	107
Hwanggeumchal	3.38	2.16	2.77	100

^zSignificant at $p<0.05$ in the t-test.**Table 7.** Grain yield potential of 'Cheongpung' at regional yield trial (RYT) for 2 years (LAT, '14~'15)

Resion	Cheongpung			Index ^y	Hwanggeumchal		
	2014	2015	Mean (MT/ha)		2014	2015	Mean (MT/ha)
Cheongju	2.38	3.94	3.16	113	2.19	3.38	2.79
Suwon	4.11	3.38	3.75	106	3.89	3.21	3.54
Iksan	3.33	3.81	3.57	104	3.15	3.72	3.44
Miryang	2.61	3.45	3.03	99	2.59	3.52	3.06
Naju	4.31	4.58	4.45	99	4.62	4.39	4.51
Average	3.35	3.83	3.59	103	3.28	3.64	3.47

 $T_{0.05}=0.391475^z$ ^zIt means non-significantly different between cultivars at 0.05% level^yIndex is defined as yield of 'Cheongpung' divided by 'Hwanggeumchal'

비해 수량성이 7% 증가하였다(Table 6). 2014년~2015년까지 전국 5개 지역에서 지역적응시험 결과 평균수량은 ‘황금찰’의 3.47 MT/ha에 비하여 3% 증가한 3.59 MT/ha를 나타냈으나, 통계적으로 유의성은 없었다(Table 7). 지역별로는 청주, 수원, 익산지역에서는 ‘황금찰’에 비해 4~13% 수량이 증가하였으며, 남부지방인 밀양과 나주 지역에서는 99% 수준이었지만, 전체 평균 수량은 현재 육성된 수수 품종 중 가장 우수한 것으로 나타났다.

적응지역 및 재배상 유의점

‘청풍’의 재배지역은 충북을 비롯한 경기, 충남, 전북이 재배 가능지역이다. 재배상에 있어서 질소비료 과다사용으로 인한 도복문제가 발생할 수 있으므로 적정시비가 요망되며, 습해에 약하므로 배수불량은 재배를 지양해야 한다. 개화시기에 비는 불임을 유발할 수 있으므로, 파종기 조절을 통해 비를 회피해야 하며, 성숙시기 잦은 강우로 이삭곰팡이병이 확산 될 수 있으므로 적용약제로 예방적 방제가 필요하다.

적 요

‘청풍’은 충북지역 수수 재배농가의 생산성 향상과 판로의 다양화 측면에서 주류 가공 원료곡으로 활용하기 위해 육성한 품종으로, 국립농업유전자원센터로 분양 받은 수수를 기본집단으로 분리육종법을 통해서 2016년 육성된 품종이다. 출수는 60일 소요되는 조생종으로 이삭 측면의 모양은 타원형이며, 밀수 형태를 띄고, 종실색은 적갈색이다. 줄기의 길이는 89 cm로 기계 수확에 용이하며, 배유의 아밀로스 함량이 24.99%인 메수수이다. 기능성물질로는 총폴리페놀 함량이 ‘황금찰’에 비해 29% 높았으며, 수량성은 생산력검정시험에서 2.97 MT/ha, 전국지역적응시험에서는 3.59 kg/10a로 ‘황금찰’ 대비 각각 7%, 3% 증가한 다수성 품종이다. 또한, 기능성물질까지 풍부하여 기존의 찰수수 위주의 수수 시장을 메수수의 발효특성을 살려 주류 원료곡으로 활용도를 다양화함으로써 농업인의 소득을 향상시키는데 활용하고자 한다.

사 사

본 논문은 농촌진흥청 연구사업(과제번호: PJ009283032019)의 지원에 의해 이루어진 것이며, 본 품종을 육성함에 있어 협력하여 주신 국립식량과학원 남부작물부 및 국립농업과학원 농업유전자원센터 관계관과 지역적응시험 담당자께 깊은 감사를

드립니다.

REFERENCES

1. Bralley E, Greenspan P, Hargrove JL, Hartle DK. 2008. Inhibition of hyaluronidase activity by select sorghum brans. *J Med Food* 11: 307-312.
2. Carr TP, Weller CL, Schlegel VL, Cuppett SL, Guderian DM, Johnson KR. 2005. Grain sorghum lipid extract reduces cholesterol absorption and plasma non-HDL cholesterol concentration in hamsters. *The Journal of Nutrition* 135: 2236-2240.
3. Choi YC, Joo HY, Moon JY, Kim TK. 2016. Analysis of consumption trends by item in 2015. pp 145-176. Rural Development Administration (RDA).
4. Chun HS, Jeon SH, Cho YS. 2017. Analysis of functional compounds on the seeds of sorghum (*Sorghum bicolor* Moench) and Their Sprouts. *Korean J Org Agric* 25: 499-511.
5. Harlan JR, de Wet JMJ. 1972. A simplified classification of cultivated sorghum. *Crop Sci* 12: 172-176.
6. Ha YD, Lee SP. 2001. Characteristics of proteins in italian millet, sorghum and common millet. *Korean J Postharvest Sci Technol* 8: 187-192.
7. Kim J, Park Y. 2012. Anti-diabetic effect of sorghum extract on hepatic gluconeogenesis of streptozotocin-induced diabetic rats. *Nutr Metab* 9: 106.
8. Kim JH, Cho HD, Hong SM, Lee JH, Lee YS, Kim DH, Seo KI. 2016. Antioxidant and antiproliferating effects of *Setaria italic*, *Panicum miliaceum* and *Sorghum bicolor* extracts on prostate cancer cell lines. *Korean J Food Preserv* 23: 1033-1041.
9. Kim JI, Jung TW, Kwak DY, Kim KY, Ko JY, Woo KS, Song SB, Lee JK, Lee MC, Oh IS, Choe ME. 2018. A new sorghum (*Sorghum bicolor* L.) cultivar with higher antioxidants. *Korean J Breed Sci* 50: 155-160.
10. Lee, JH. 2017. Effect of Sorghum (*Sorghum bicolor* Moench) Extracts on anti-inflammatory, anti-aging, and Ultraviolet Protection. Department of Bioengineering Graduate School of Konkuk University.
11. Park, CY, Song SB, Lee JS, Jeong GY. 2011. Planting techniques upland crop. Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries. pp 92-95. Rural Development Administration (RDA).
12. Park HC. 2012. Standards for research and analysis of

- agricultural science and technology. pp 381-385. Rural Development Administration (RDA).
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. Pederson JF, Bean SR, Funnell DL, Graybosch RA. 2004. Rapid iodine staining techniques for identifying the waxy phenotype in sorghum grain waxy genotype in sorghum pollen. *Crop Sci* 44: 764-767.
15. Sa YJ, Kim MO, Jeong HJ, Yu CY, Park DS, Kim MJ. 2010. Comparative study of electron donating ability, reducing power, Antimicrobial activity and inhibition of α -glucosidase by *Sorghum bicolor* extracts. *Korean J Food Sci Technol* 42: 598-604.
16. Sleper DA, Poehlman JM. 2006. *Breeding field crops*. 5th ed. Ames, Iowa; Blacewell Publishing Professional.