중만생 다수성 찰기장 ‘이백찰’

고지연^{1*} · 이재생¹ · 우관식¹ · 송석보¹ · 김기영¹ · 정태욱² · 오병근³ · 이명철⁴

¹농촌진흥청 국립식량과학원, ²농촌진흥청 연구정책국, ³(주)씨알과사람 농업회사법인,

⁴농촌진흥청 국립농업과학원 농업유전자원센터

A Medium Late Maturing, Glutinous Proso Millet (*Panicum miliaceum* L.) Variety ‘Ibaekchal’

Jee-Yeon Ko^{1*}, Jae-Saeng Lee¹, Koan-Sik Woo¹, Seok-Bo Song¹, Ki-Young Kim¹, Tae-Wook Jung²,

Byeong-Geun Oh³, and Myung-Chul Lee⁴

¹NICS, RDA, Milyang 627-803, Korea

²RPB, RDA, Jeonju 560-500, Korea

³Seed and people, Co. Ltd., 6271-707, Korea

⁴National Academy of Agricultural Science, 441-707, Korea

Abstract : ‘Ibaekchal’ is a proso millet (*Panicum miliaceum* L.) variety developed and registered by Department of Southern Area Crop Science, NICS, RDA in 2011. This variety which collected from Jeju was developed through pure line selection. ‘Ibaekchal’ is a medium late maturing variety having 109 days of growth duration from transplanting to harvesting in Milyang of Korea. The culm length is about 140 cm which is longer culm length than standard variety ‘Hwanggeumgigang’. However it is adapted to mechanized cultivation because it is tolerant to lodging in field. The panicle shape is a severe droopy type and the length is 40 cm. According to the grain, color and endosperm characteristics are white and glutinous. The milled yield performance of this variety was about 2.29 MT/ha in local adaptability test from 2010 to 2011 and it showed 15% increase than standard variety ‘Hwanggeumgigang’. Since Ibaekchal has adaptability to late planting, it is suitable for double cropping in mid and South Korea.

Keywords : Proso millet, Ibaekchal, Glutinous, Variety

서 언

기장(Proso millet, *Panicum miliaceum* L.)은 외떡잎식물 벼목 화본과의 한해살이풀로 조, 보리와 더불어 인류가 재배한 가장 오래된 작물 중의 하나로서 신석기시대부터 중앙아시아, 중동지역, 중국 등 유라시아 대륙 전역에서 재배되어 왔다(Graybosh & Baltensperger 2009, Kim et al. 2013, Oelke et al. 1990). 현재도 러시아, 스리랑카, 파키스탄, 인도, 중국, 네팔, 미국 등의 온대기후대에서 널리 재배되고 있으며(Salini

et al. 2010), 동아시아쪽 국가들에서는 식량작물의 하나로 이용되고 있으나, 유럽 및 미국에서는 새싹이와 사료용으로 주로 이용되고 있다(Kim et al. 2013).

기장은 오래 전부터 넓은 지역에서 재배되어 왔기 때문에 지역에 따라 Proso millet, hog millet, common millet, broomcorn millet, white millet, red french millet 등 다양한 이름으로 불리며(Lyon et al. 2008), 한자로 찰기장은 서(黍), 메기장은 직(稷)이라 한다(Ko et al. 2014). 기장은 조와 더불어 대표적인 밀렛류 작물인데, 밀렛류는 동일한 무계와 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 A 등의 함량이 높은 영양학적 특징을 가지고 있다

*Corresponding author (E-mail: kjeeyeon@korea.kr, Tel: +82-55-350-1225, Fax: +82-55-352-3059)

(Received on May 24, 2015. Revised on June 12, 2015.

Accepted on June 23, 2015.)

(Amadou et al. 2013, Ha & Lee 2001, Oelke et al. 1990). 따라서 최근 이러한 밀렛의 특징을 바탕으로 기장의 영양학적 가치 및 기능성에 대하여도 새롭게 주목을 받고 있다 (Kalinova 2007, Lee et al. 2011, Park et al. 2011, Woo et al. 2012). Park et al. (2011)에 의하면 기장은 지방억제능력이 우수하며 대식세포에 열수추출물과 lipopolysaccharide 자극을 같이 처리한 결과 pro-inflammatory cytokine인 TNF- α 와 IL-6의 mRNA 발현량이 효과적으로 감소하여 항염증 효과가 우수한 것으로 나타났다. 또한, Kalinova (2007)는 만성 위장장애가 있는 환자의 식사에 이용하면 효과적이라는 사실을 구명하였다.

기장은 개간지, 척박지와 가뭄에 적응성이 매우 높고, 재배 기간이 짧아 구황작물 혹은 대체작물로 많이 이용되며, 불량 환경에도 잘 적응하는 특성을 가지고 있어 온대에서 아열대에 이르기까지 광범위한 지역에서 적응하면서 출수생태 및 재배시기에 따라 농업적 특성 변이가 다양하게 나타나고 있다(Nelson 1984, Park et al. 1999). 그러나, 우리나라의 농가에서 주로 재배되어 온 재래종은 종자의 혼입도가 높고 수량성이 높지 않으므로 안정적인 기장 생산에 장애요소이다. 따라서 재래종의 순계분리 및 교잡육종을 통하여 생산성이 높고 쌀에 부족 되기 쉬운 칼슘과 같은 미네랄 등의 기능성 물질을 다량 함유하고 있는 우수한 기장 품종의 육성이 필요하다. 현재까지 국내 기장 품종육성은 기장의 생산 및 재배면적이 넓지 않은 이유로 활발하게 이루어지지 않았으며, 개발된 품종으로는 강원도농업기술원에서 지역재래종을 순계분리한 ‘황금기장’과 국립식량과학원에서 개발된 지역재래종 순계분리종 ‘다강기장’이 있다. 이에 국립식량과학원의 잡곡 육종연구진은 지역별로 우수한 재래종을 순계 분리하여 혼반용으로 적합하고 수량이 높은 품종육성에 노력을 기울여 왔던 바 기장 ‘이백찰’을 개발하여 2011년 농촌진흥청의 직무육성新品种 선정위원회의 심의를 거쳐 전국 1모작 및 남부 맥후작 재배지역에 보급하게 되었기에 그 육성경위와 주요 특성을 보고하고자 한다.

재료 및 방법

본 시험은 2010~2011년 밀양, 해남, 원주 3개 지역에서 보통기 표준재배 및 만기재배를 수행하였고, 표준품종 ‘황금기장’과 비교 검토하였다. 각 지역에서 시험에 공시한 품종은

보통기 재배로 5월 15일에 파종하여 5월 30일에, 만기재배는 6월 15일로 파종하여 6월 30일에 정식하였다. 재식거리는 60 × 15 cm로 주당 2본으로 하였고, 시비량 및 질소분시방법은 N-P₂O₅-K₂O를 9-7-8 kg/10a 사용하였고, 전량 기비로 사용하였다. 생육특성으로 간장, 수장, 출수일수, 생육기간 및 현곡 천립중을 조사하였으며, 기타 형태적 특성 중 지엽의 안토시아닌 유무, 엽색, 이삭의 자세 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 현미기(쌍용정밀기계, model SY88-TH)를 이용하여 제현과정을 2회 거친 후 연삭식 정미기(쌍용정밀기계, model SY09-MMCHT, 한국)로 1분간 정미하여 과피 부분을 제거하여 기장쌀로 만들고, 제현율, 도정수율, 완전미율을 조사하였다.

‘이백찰’의 배유특성을 알고자 아밀로즈 함량을 분석하고, 영양성분 및 기능성을 조사하고자 단백질, 무기성분함량 및 폴리페놀, 항산화활성을 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, 칼슘 함량은 550°C에서 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). 항산화 성분은 동결 건조하여 분쇄된 시료를 80% 에탄올로 진탕 추출하여 얻은 추출물을 얻어 총 폴리페놀을 분석하였으며 측정방법은 Choi et al. (2006)의 방법을 변형하여 측정하였다. 통계처리는 SAS 9.1 프로그램을 이용하였다.

출수기 및 생육기간

‘이백찰’의 엽색은 녹색이고, 지엽의 안토시아닌 색소 발현은 없으며 지엽의 길이는 ‘이백찰’이 황금기장에 비해 긴 편이다. 줄기 상부의 절간 길이가 황금기장에 비해 길고, 절간두께는 ‘황금기장’과 비슷하다. 줄기는 직립으로 강도가 강하며,

^wGrowth period indicates days from seedlings to maturing

간장은 보통기 재배시 140 cm로 ‘황금기장’에 비해 44 cm 정도 길다(Table 2).

이삭과 낱알

‘이백찰’의 이삭 길이는 40 cm 정도로 ‘황금기장’보다 길고 심하게 아래로 처지는 자세이며 착립밀도는 보통이다. 탈립은 잘 안 되는 편이고 종실색은 흰색이며, 낱알색은 노란색, 배유전분의 특성은 찰성으로 찰기장에 속한다. 천립중은 4.2 g으로 ‘황금기장’ 4.9 g에 비하여 약간 작은 편이었다(Table 3).

도복, 생리장애 저항성 및 병해충 저항성

‘이백찰’은 도복에 강하며, 불임이 잘 유발되는 조건인 수전기 강우 지속과 같은 조건하에서도 불임 발생이 적었다. ‘이백찰’은 대표적인 기장의 병해인 줄무늬잎마름병에는 ‘황금기장’과 비슷한 저항성을 나타내었으며, 잎짚무늬마름병에 ‘황금기장’에 비하여 저항성을 나타내었다. 또한, 내충성은 ‘황금기장’과 마찬가지로 충에 의한 피해가 거의 없었다(Table 4).

도정 및 성분특성

‘이백찰’은 곡실 중 아밀로즈 함량이 8.2%인 찰기장으로서 혼반용으로 이용하기 좋다. 도정 특성은 제현율 86.2%, 도정수율 81.9%로서 조에 비하여 높고, 대조품종인 ‘황금기장’보다 약간 낮게 나타났다. 곡실 중 무기성분인 칼슘은 4.1 mg/100g 으로 황금기장보다 약간 낮았으나 마그네슘과 칼륨은 높게 나타났다. 항산화성분인 폴리페놀 함량은 표준품종 ‘황금기장’과 비슷한 수준이었으며, DPPH 항산화활성은 ‘황금기장’보다 ‘이백찰’이 더 높게 나타났다(Table 5).

수량성

2010년에서 2011년의 생산력 검정시험과 지역적응시험결과 결과 생산력 검정시험에서 보통기 재배시 10 a당 평균수량은 2.20 MT/ha 으로서 대비품종인 ‘황금기장’에 비해 15% 증수하였다. 지역적응 시험은 원주, 밀양, 해남의 3개 지역에서 실시하였으나 해남은 태풍으로 인하여 정상적인 생육 및 수확이 불가능하여 성적에서 제외하였고, 원주와 밀양 지역에

Table 2. Leaf and culm characteristics of ‘Ibaekchal’.

(NICS in Milyang, '10~'11)

Variety	Leaf color	Anthocyanin in flag leaf	Length of flag leaf	Culm length (cm)	Culm Erectness	Culm Stiffness
Ibaekchal	Green	No	Long	140 ^{az}	Erect	Strong
Hwanggeumgigang	Green	Yes	Medium	96 ^b	Erect	Medium

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

Table 3. Panicle and grain characteristics of ‘Ibaekchal’.

(NICS in Milyang, '10~'11)

Variety	Panicle		Spikelet Density	Seed color	Weight of 1,000 seeds (g)	Endosperm
	Length (cm)	Type				
Ibaekchal	40 ^{az}	Severe droopy	Medium	White	4.2	Glutinous
Hwanggeumgigang	36 ^b	Weak droopy	Medium	Brown	4.9	Non-Glutinous

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

Table 4. Reaction to physiological stress, lodging tolerance, and major diseases and insect of ‘Ibaekchal’.

(NICS in Milyang, '10~'11)

Variety	Field lodging (0-9)	Grain fertility ^y	Damage index by diseases and insect ^x			
			Bacterial stripe	Sheath blight	Rice stripe virus	Pest resistance
Ibaekchal	1 ^z	Normal	3	3	1	1
Hwanggeumgigang	3	Weak	3	5	1	1

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

^yGrain fertility during rainy season

^xDisease 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 property and functional component of 'Ibaekchal'.

(NICS in Milyang, '11)

Variety	Brown/rough rice ratio (%)	Milled rice recovery (%)	Content (mg/100g)			Polyphenol content (μ g/g)	DPPH Radical scavenging activity (mgTE./g)	Amylose content (%)
			Ca	Mg	K			
Ibaekchal	86.2 ^{az}	81.9 ^a	4.1 ^b	38.0 ^a	71.0 ^a	565 ^a	12.5 ^a	8.2 ^a
Hwanggeumgigang	86.4 ^a	82.1 ^a	5.1 ^a	28.4 ^b	59.1 ^b	592 ^a	6.4 ^b	8.6 ^a

^zThe same letters are not significantly different between varieties at the 5% probability level by DMRT**Table 6.** Yield performance of 'Ibaekchal' at replicated yield trials (RYT) and local adaptability test (LAT).

(Unpolished grains, '10~'11)

Variety	RYT		LAT			
	Mean (MT/ha)	Index	Milyang	Wonju	Mean	Index
Ibaekcha	2.20 ^{az}	1.15	2.10 ^a	2.47 ^a	2.29 ^a	1.15
Hwanggeumgigang	1.92 ^b	1.00	1.88 ^b	2.11 ^a	2.00 ^b	1.00

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

서 실시한 결과는 보통기 재배시 2.29 MT/ha으로 대비품종인 '황금기장'에 비해 15% 증수였다(Table 6).

적응지역 및 재배상 유의점

'이백찰'은 전국 1모작 및 2모작지에 추천되는 중만생 찰기장 품종이다. 또한, 도복 등 재해에는 비교적 강하지만 습해에는 약하므로 배수가 불량한 밭이나 논토양에서 재배하고자 할 때에는 배수시설을 설치하는 것이 좋다. 또한 기장은 도복에 약한 작물로 과비재배시 도복이 우려됨으로 적정시비가 이루어 지도록 해야 하고 유수분화기 이후 한발피해가 예상되면 적절한 관수를 실시하여야 한다. 전용약제가 등록되어 있지 않아 제초제 처리는 피해야 한다.

적 요

'이백찰'은 제주도에서 수집된 재래기장을 기본집단으로 하여 분리육종법을 통해 국립식량과학원에서 2011년 육성된 신품종으로 주요특성과 수량성을 요약하면 다음과 같다. 출수기는 표준품종인 '황금기장'보다 보통기 재배에서는 13일 정도 늦은 중만생종으로 생육일수는 109일 정도이며 기본영양생장 기간은 길다. 간장은 140 cm 정도로 '황금기장'에 비해 약간 크고, 도복에 강한 특성을 나타낸다. 이삭은 심한 하수형이며 이삭길이는 40 cm로 매우 길다. 종실색은 흰색이고, 난

알은 노란색이며, 배유의 아밀로스 함량이 8.2%로 찰기장에 해당하며, 난알의 무기성분 중 칼슘 4.1 mg/100g, 마그네슘 38.0 mg/100g 으로 비교적 함량이 높으며 DPPH 소거 항산화활성이 '황금기장'에 비해 높은 특성을 가지고 있다. 수량은 지역적응시험 보통기재배 평균 2.29 MT/ha로서 표준품종보다 15% 정도 증수되는 다수성이고, 기본영양생장 기간이 길기 때문에 중·남부 평야지역에 적응성이 높으며, 내도복 직립 초형으로 기계화 재배에 유리한 우수한 품종이다.

사 사

본 논문 및 품종은 농촌진흥청 연구사업(과제번호: PJ011365022015)의 지원에 의해 이루어진 것이며, 본 품종을 육성함에 있어 협력하여 주신 농촌진흥청 국립농업과학원 농업유전자원센터 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. Fod. 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. Lyon DJ, Burgene PA, Deboer KL, Harveson RM, Hein GL, Herget GW, Holman TL, Nelson LA, Johnson JJ, Nleya T, Krall JM, Vigil MF. Proso millet in the great plain in Producing and marketing. University of Nebraska Lincoln extension. EC 137: 1-19.
 4. Graybosh RA, Baltensperger DD. 2009. Evaluation of the waxy endosperm trait in proso millet (*Panicum miliaceum*). Plant Breed. 128:70-73.
 5. Ha YD, Lee SP. 2001. Characteristics of proteins in italian millet, sorghum and common millet. Korean J. Postharvest Sci. Technol. 8: 187-192.
 6. 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.
 7. Kalinova J. 2007. Nutritionally important components of proso millet (*Panicum miliaceum*). Food 1: 91-100.
 8. Kim JK, Park SY, Yeo Y, Cho HS, Kim YB, Bae H, Park CH, Lee JH, Park SU. 2013. Metabolic profiling millet (*Panicum miliaceum* L.) using gas chromatography-time-of-flight mass spectrometry (GC-TOFMS) for quality assessment. Plant Omics J. 6: 73-78.
 9. Ko JY, Lee JS, Woo KS, Jeong TW, Oh IS. 2014. Millet, the tree of life for the poor. RDA Interobang No. 126.
 10. Lee JS, Song SB, Ko JY, Kang JR, Oh BG, Seo MC, Kwak DY, Nam MH, Woo KS. 2011. Effects of the cultivated areas on antioxidant compounds and activities of proso millet (*Panicum miliaceum* L.). Korean J. Crop Sci. 56: 315-321.
 11. Nelson LA. 1984. Technique for crossing proso millet. Crop Sci. 24: 205-206.
 12. Oelke EA, Oplinger ES, Putnam DH, Durgan BR, Doll JD, Undersander DJ. 1990. Millets in Alternative field crop manual. University of Wisconsin-extension, University of Minnesota, Center for alternative plant & animal products and the Minnesota extension service. <http://hort.Purdue.edu/newcrop/afcm/millet.html>.
 13. Park HS, Ko MS, Kim JT, Oh KW, Pae SB. 1999. Agronomic characteristics of common millet (*Panicum miliaceum* L.) varieties. Korean J. Breed. Sci. 31: 428-433.
 14. Park MY, Kim JH, Park DS. 2011. Anti-inflammatory activities of Hog millet (*Panicum miliaceum* L.) in murine macrophages through IRAK-4 signaling. Korea J. Food & Nutr. 24: 268-272.
 15. Salini K, Nirmalakumari A, Muthiah AR, Senthil N. 2010. Evaluation of proso millet (*Panicum miliaceum* L.) germplasm collections. Ele. J. plant Breed. 1: 489-499.
 16. Woo KS, Lee JS, Ko JY, Song SB, Seo HI, Seo MC, Oh BG, Kwak DY, Nam MH, Oh IS, Jeong HS. 2012. Antioxidant compounds and antioxidant activities of different varieties of foxtail millet and proso millet according to cultivation time. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 41: 302-309.