내도복 단교잡 사료용 옥수수 신품종 ‘청다옥’

손범영^{1*} · 백성범¹ · 김정태¹ · 이진석¹ · 김선림¹ · 정건호¹ · 김육한¹ · 노재환¹ ·
권영업¹ · 지희정² · 허창석³ · 박종열⁴

¹국립식량과학원, ²국립축산과학원, ³경북농업기술원, ⁴강원도농업기술원

A New Single Cross Maize Hybrid for Silage and Grain, ‘Cheongdaok’ with Lodging Tolerance

Beom-Young Son^{1*}, Seong-Bum Baek¹, Jung-Tae Kim¹, Jin-Seok Lee¹, Sun-Lim Kim¹, Gun-Ho Jung¹,
Wook-Han Kim¹, Jae-Hwan Roh¹, Young-Up Kwon¹, Hee-Jung Ji², Chang-Suk Huh³, and Jong-Yeol Park⁴

¹National Institute of Crop Science, RDA, Suwon 441-857, Korea

²National Livestock Research Institute, RDA, Suwon, 441-706, Korea

³Gyeongbuk Agricultural Research and Extension Services, Daegu 702-010, Korea

⁴Hongcheon Maize Experiment Station, Gangwon Agricultural Research and Extension Services, Hongcheon

Abstract : Cheongdaok, a new single maize (*Zea mays* L.) variety, was developed by the maize breeding team at the National Institute of Crop Science (NICS), RDA in 2010. This high-yielding hybrid was produced by crossing two inbred lines, KS159 and KS155. KS159 is the seed parent and KS155 is the pollen parent of Cheongdaok. It is a yellow dent maize hybrid. After the preliminary yield trial and advanced yield trial of Cheongdaok in Suwon for two years, the regional yield trial was subsequently carried out for evaluation of its growth characteristics and yield at four different locations from 2008 to 2010. The silking date of Cheongdaok is one day earlier than that of the check hybrid, Kwangpyeongok. Compared to Kwangpyeongok, the Cheongdaok show short in plant height and low in ear height ratio. It has resistance to lodging. The stay-green degree and the ear ratio of Cheongdaok are similar to Kwangpyeongok. It has moderate resistance to southern leaf blight (*Bipolaris maydis*) and strong resistance to northern leaf blight (*Exserohilum turcicum*). It has moderate resistance to black streaked dwarf virus (BSDV), ear rot, and corn borer. The dry matter yield 20.24 ton/ha and the total digestible nutrient (TDN) yield (13.80 ton/ha) of Cheongdaok were similar to Kwangpyeongok. The grain yield (8.51 ton/ha) of Cheongdaok was higher than that of Jangdaok. The seed production of Cheongdaok was well processed due to a good synchronization of flowering period during crossing between the seed parent KS159 and the pollen parent KS155, and the F1 seed yield was 1.8 ton/ha in Yeongwol.

Keywords : Maize, Crossing, Dry matter, TDN, Grain, Yield, Seed production

서 언

옥수수는 다른 사료작물과는 달리 영양분이 풍부한 알곡과 함께 이용하기 때문에 조사료로써의 가치와 농후사료로써의 역할을 함께 하는 우수한 사료작물이다. 옥수수는 재배하기 쉽고 건물수량이 많아 오래 전부터 우리나라에서 식량작물로

재배해 왔으나 1990년대 이후 식생활이 윤택해지면서, 고기, 우유, 햄, 소시지 등 축산물의 수요가 급격히 증가함에 따라 식용보다는 사료용으로서의 중요성이 훨씬 높아졌다. 사료용 옥수수는 단위 면적당 수확량이 다른 사료작물보다 많고 기호성도 높다(Son et al. 2006b). 옥수수는 단위면적당 건물생산성이 높고 가소화영양소총량(Total Digestible Nutrients, TDN)이 높기 때문에 경지 면적이 적은 우리나라에서는 어느 작물보다 수량과 품질이 우수한 옥수수 재배가 적합하다고 할 수 있다(Kim 1986). 국내에서 재배되는 사료용 옥수수는 2013년 총 종자공급량 257톤 중 P3394 등 수입종이 57%이며, 광

*Corresponding author (E-mail: sonby@korea.kr, Tel: +82-31-290-6758, Fax: +82-31-290-6742)

(Received on June 3 2014. Revised on June 4 2014.
Accepted on June 5 2014.)

평옥 등 국내 육성 품종은 111톤이 보급되어 43% 정도 차지하고 있다. 80년대 이후 국내에서 육성된 곡실용 옥수수 수원 19호(Kim et al. 1978)를 사일리지 옥수수로 재배해 왔던 축산농가들은 수확량이 적을 뿐만 아니라 사일리지용으로 적합하지 않은 수원19호 품종 재배를 기피하고 대부분 수입산 사료용 옥수수를 재배해 왔다. 그러나 최근 광평옥 등 국내에서 육성된 사료용 옥수수 품종은 기존 수입 사료용 옥수수에 비해 쓰러짐에 강하고 건물수량이 많을 뿐만 아니라 사료가치가 높아(Moon et al. 2001, Son et al. 2006a, Son et al. 2009a, Son et al. 2009b) 축산농가의 재배 선호도가 높다. 본 연구는 국내 조사료 생산 자급률 증대 및 옥수수 안정생산 기반을 확립하기 위해 사료 품질이 우수하고 수량이 많은 신품종 ‘청다옥’을 육성하였기에 이에 대한 육성경위와 주요 생육특성 및 수량성을 보고하고자 한다.

재료 및 방법

육성경위

청다옥의 교잡 모본인 KS159는 1999년에 수집한 교잡종을 6세대에 걸쳐 자식(selfing)시켜 계통으로 육성한 것이며 부분인 KS155는 1993년에 수집한 교잡종을 6세대에 걸쳐 자식시켜 계통으로 육성한 것이다. 청다옥은 2005년에 육성된 자식계통 KS159를 종자친(모본)으로 하고 1999년에 육성된 자식계통 KS155를 화분친(부본)으로 하여 교잡된 단교잡종이다. 청다옥은 2006~2007년까지 2년 동안 생산력검정시험을 거쳐 2008~2010년까지 3년 동안 4지역에서 지역적응시험을 실시하였다. 그 우수성이 인정되어 2012 농작물 직무육성 신품종으로 결정되었고 ‘청다옥’으로 명명하였다(Fig. 1).

고유특성 조사 및 생산력 검정시험

출사일수는 파종부터 출사기까지의 일수를 조사하였다. 간장은 지면에서 웅수목까지의 길이를 측정하였고 착수고는 지면으로부터 최상단 암이삭이 달린 마디까지의 높이를 측정하였다. 도복과 후기녹체성의 조사범위는 1~9로 우수한 것을 1, 불량한 것을 9로 표시하였다. 깨씨무늬병(*Bipolaris maydis*), 그을음무늬병(*Exserohilum turcicum*)의 조사범위는 0~9로 저항성은 0, 불량한 것을 9로 표시하였다. 검은줄오갈병(BSDV), 이삭썩음병, 조명나방(*Ostrina furnacalis*)은 자연발생조건에서 조사하였다. 생초 및 건물수량조사는 구당 4열 가운데 2줄을 수확하여 암이삭과 경엽으로 분리하여 생초수량을 조사하였으며 구당 2줄을 취하여 경엽과 암이삭을 분리하여 60℃의 열풍건조기에서 72시간 건조 후 칭량하여 건물물을 산출하고 생초수량에 건물물을 곱하여 건물수량을 계산하였다. 건물물은 생초수량에 대한 건물수량 비율로 계산하였다. 가소화영양소총량(TDN) 수량은 Pioneer Hi-bred사가 제시한 $TDN = (\text{경엽건물수량} \times 0.582) + (\text{암이삭 건물수량} \times 0.85)$ 의 공식으로 계산하였다(Holland et al. 1990). 생산력검정 시험은 2006~2007년까지 2년간 수원 지역에서 수행하였다.

지역적응성 시험

지역적응성 시험은 2008~2010년까지 3년간 수원, 천안, 홍천, 대구 등 4개 지역에서 수행하였다. 시험품종은 청다옥이고 대비품종으로는 사일리지용 옥수수로 2000년 육성된 광평옥(Moon et al. 2001), 종실용 옥수수는 2003년에 육성된 장다옥(Son et al. 2004)으로 하였다. 시비량은 사일리지용 옥수수 시험에서 ha당 N-P₂O₅-K₂O = 200-150-150 kg, 종실용 옥수수 시험에서 ha당 N-P₂O₅-K₂O = 174-30-69 kg로 하

Year	♀ 1999	2000~2005	2005	2006~2007	2008~2010
	♂ 1993	1994~1998	1999		
Generation	-	S ₀ ~S ₆	Line	Multiplication & cross	-
Female (♀)	Introduce	S2003-2-1-2-4-2-2	KS159	KS159/KS155⇒	Cheongdaok
Male (♂)	Introduce	LATNESS-14-1-1-1-MD70-1	KS155		
Remark	Selection of line		Cross	PYT & AYT	RYT
PYT (preliminary yield trial), AYT (advanced yield trial), RYT (regional yield trial)					

Fig. 1. Breeding procedure of Cheongdaok.

였고, 퇴비는 두 시험 모두 ha당 15톤을 시용하였다. 사일리 지용 옥수수의 재식밀도는 60×25 cm (66,000 본/ha)이었으며, 종실용 옥수수의 재식밀도는 60×30 cm (55,000 본/ha)이었다. 파종은 수원에서 4월 20일, 천안에서 4월 18일, 홍천에서 4월 26일, 대구에서 4월 24일에 지역별로 하였다. 파종 시 1주 2개체를 파종하였으며 3~4엽기에 1주에 1개체만 남기고 솎아 주었다. 시험구는 난괴법 4반복으로 배치하였으며, 추비는 파종 후 본엽 7~8엽기에 ha당 사일리지용 시험은 질소 100 kg를 종실용 시험은 질소 87 kg를 주었다.

결과 및 고찰

고유특성

청다옥의 수염색은 담자색인 반면 광평옥은 담녹색이고, 종피색은 황색이며 입질은 마치중이다(Table 1, Fig. 2). 청다

옥의 출사일수는 광평옥보다 1일 빠르고 간장은 광평옥보다 다소 짧고 착수고율은 광평옥보다 낮다. 도복은 광평옥과 비슷한 정도로 강하다. 후기녹체성은 광평옥과 비슷하며 이삭비율은 광평옥과 같다(Table 2). 깨씨무늬병 저항성은 중정도이고, 그을음무늬병에는 강한 편이다. 검은줄오갈병, 이삭썩음병 및 조명나방 저항성은 중정도를 보인다(Table 3).

수량성

생산력검정시험에서의 청다옥의 건물수량(22.85 톤/ha)은 광평옥에 비해 많았다(Table 4). 지역적응시험에서 청다옥의 건물수량(20.24 톤/ha)은 광평옥과 비슷하였으며, 2008년 천안지역을 제외한 지역간 연차간 건물수량의 변이가 적고 안정적이었다. TDN수량(13.80 톤/ha)도 광평옥과 비슷하였으며, 2008년 천안지역을 제외한 지역간 연차간 TDN수량의 변이가 적고 안정적이었다(Table 6). 청다옥의 종실수량(8.51

Plant type of Cheongdaok

Ear shape of Cheongdaok (Right)

Fig. 2. Picture of plant type and ear appearance of Cheongdaok

Table 1. Color of silk, seed coat, and type of grain for Cheongdaok.

Hybrid	Color of silk	Color of seed coat	Type of grain
Cheongdaok Kwangpyeongok	Light purple	Yellow	Dent
	Light green	Yellow	Dent

Table 2. Agronomic characteristics of Cheongdaok.

Hybrid	Days to silking (days)	Plant height (cm)	Ear height Ratio ^z (%)	Lodging (1~9)	Ear Ratio ^y (%)	Stay-Green ^x (1~9)
Cheongdaok	81	272	48	1.8	45	3.8
Kwangpyeongok	82	282	52	1.9	45	3.3

Ratio^z : Ear height ratio = ear height/plant height $\times$ 100

Ear ratio(%)^y = Ear DM/total DM $\times$ 100

Stay-green^x (1 : excellent, 9 : poor)

톤/ha)은 장다옥보다 많았으며 2009년 수원 및 홍천지역을 제외한 지역간 연차간 종실수량의 변이는 적고 안정적이었다 (Table 7).

이상의 결과를 종합해 볼 때 신품종 청다옥은 재배 안정성이 높고 생산성이 우수하여 광범위한 지역적응성을 나타내는 사료용 옥수수로서 양질의 조사료 생산에 적합한 품종으로 생각된다. 청다옥은 건물 및 종실수량이 높아 조사료로써의 가치와 농후사료로써의 역할을 함께 지니고 있는 품종으로 사료된다.

청다옥은 1대 단교잡종으로 해마다 교잡하여 종자를 채종해야 한다. 채종할 때 채종지역의 기상, 토양 등에 따라 지역간 모본과 부분의 개화기 차이가 나타나므로 현지 채종지역인 강원도 영월에서 2012년 모·부분 재식비율을 4 : 1로 동시파종하여 채종 안정성을 검토하였다. 청다옥은 모본의 출사기와 부분의 화분 비산기간이 일치하였으며 임실률은 90%로 높은 것으로 나타났다. 청다옥의 ha당 채종수량은 1.8톤이었다 (Table 8).

청다옥은 전국에서 재배가 가능하지만 검은줄오갈병에 대

Table 3. Resistance to disease of Cheongdaok.

Hybrid	Disease resistance				Corn borer (0~9)
	<i>B. maydis</i> (0~9)	<i>E. turcicum</i> (0~9)	BSDV ^z	Ear rot	
Cheongdaok	MR (5)	R (3.7)	MR	MR	MR (5.6)
Kwangpyeongok	MR (5)	R (2.7)	MR	MR	MR (5.6)

BSDV^z (black streaked dwarf virus)

R : Resistance, MR : Moderate Resistance

B. maydis, *E. turcicum*, and Corn borer (0 : resistance, 9 : sensitive)

Table 4. Dry matter yield of Cheongdaok in preliminary and advanced yield trial from 2006 to 2007 in Suwon, NICS.

Hybrid	Dry matter yield (ton/ha)			Index (A/B)
	2006	2007	Mean	
Cheongdaok (A)	24.2	21.5	22.9	105
Kwangpyeongok (B)	22.2	21.3	21.8	100

Table 5. Dry matter yield of Cheongdaok in regional yield trial from 2008 to 2010.

Location	Cheongdaok (ton/ha, A)					Kwangpyeongok (ton/ha, B)				
	2008	2009	2010	Mean	Index (A/B)	2008	2009	2010	Mean	Index
Suwon	20.3	26.3	21.4	22.7	100	22.5	23.3	22.5	22.7	100
Cheonan	13.9	26.6	20.1	20.2	102	14.3	24.7	20.7	19.9	100
Hongcheon	24.3	16.2	18.8	19.8	94	23.4	17.3	22.5	21.1	100
Daegu	17.8	16.6	20.6	18.3	97	18.5	17.5	21.1	19.0	100
Mean	19.0	21.4	20.3	20.2	98	19.7	20.7	21.7	20.7	100

Table 6. TDN yield of Cheongdaok in regional yield trial from 2008 to 2010.

Location	Cheongdaok (ton/ha, A)					Kwangpyeongok (ton/ha, B)				
	2008	2009	2010	Mean	Index (A/B)	2008	2009	2010	Mean	Index
Suwon	14.1	17.6	15.0	15.6	99	15.5	15.9	15.7	15.7	100
Cheonan	9.6	17.5	14.1	13.8	101	10.0	16.3	14.4	13.6	100
Hongcheon	15.6	10.4	12.6	12.8	93	15.1	11.4	14.8	13.8	100
Daegu	11.8	12.3	15.0	13.1	95	13.0	12.9	15.1	13.7	100
Mean	12.8	14.4	14.2	13.8	97	13.4	14.1	15.0	14.2	100

Table 7. Grain yield of Cheongdaok in regional yield trial from 2008 to 2010.

Location	Cheongdaok (ton/ha, A)					Jangdaok (ton/ha, B)				
	2008	2009	2010	Mean	Index (A/B)	2008	2009	2010	Mean	Index
Suwon	8.7	10.5	8.1	9.1	108	9.4	7.6	8.2	8.4	100
Hongcheon	9.5	6.8	9.5	8.6	102	9.6	6.7	9.0	8.4	100
Daegu	7.5	7.8	8.2	7.8	110	7.9	6.0	7.4	7.1	100
Mean	8.5	8.4	8.6	8.5	107	8.9	6.8	8.2	8.0	100

Table 8. F₁ Seed production trial of Cheongdaok in Yeongwol.

Planting rate	Inbred	Silking date	Pollen dispersal period	Ear length (cm)	Fertile kernels (%)	F ₁ seed yield (ton/ha)
4 : 1	KS159 (♀)	July 23	-	16.6	90	1.8
	KS155 (♂)	-	July 23~27	-	-	-

4 (♀) : 1 (♂)

한 저항성이 중정도이므로 남부평야지 등 검은줄오갈병이 많이 발생하는 지역(Lee et al. 1987, Lee et al. 1988)에서는 재배를 피하고, 4월 중·하순경 토양수분이 충분할 때 파종하며 검은줄오갈병 매개체인 애멸구 발생시기를 피하여야 한다. 청다옥은 1대 교잡종이므로 매년 생산된 종자를 이용해야 한다.

적 요

청다옥은 다수성 사료용 옥수수 품종 개발을 목표로 2010년에 농촌진흥청 국립식량과학원에서 자식계통 KS159과 KS155의 교잡으로 육성된 다수성인 단교잡종이다. 청다옥의 종피색은 황색이며 입질은 마치종이다. 2006~2007년까지 생산력 검정시험을 거쳐, 2008~2010년까지 3년간 4지역에서 지역 적응시험을 실시하였다. 청다옥의 출사일수는 광평옥보다 1일 빠르고 간장은 광평옥보다 다소 짧고 착수고율은 광평옥보다 낮다. 도복은 광평옥과 비슷한 정도로 강하다. 후기녹체성은 광평옥과 비슷하며 이삭비율은 광평옥과 같다. 깨씨무늬병 저항성은 중정도이고, 그을음무늬병에는 강한 편이다. 검은줄오갈병, 이삭썩음병 및 조명나방 저항성은 중정도를 보인다. 청다옥의 건물수량(20.24 톤/ha)은 광평옥과 비슷하였으며, TDN수량(13.80 톤/ha)도 광평옥과 비슷하였다. 청다옥의 종실수량(8.51 톤/ha)은 장다옥보다 많았다. 4 : 1(모본:부본) 재식비율로 동시 파종하여 채종시험한 결과 모본의 출사기와 부분의 화분비산기간이 일치하였으며 채종수량은 1.8 톤/ha이었다. 청다옥은 전국적으로 재배가 가능하다.

사 사

본 논문은 농촌진흥청 연구사업(과제번호: PJ006366)의 지원에 의해 이루어진 것임.

References

- Holland C, Kezar W, Kautz WP, Lazowski EJ, Mahanna WC, Reinhart R. 1990. The Pioneer forage manual: A nutritional guide. Pioneer Hi-Bred Int., Des Moines, IA.
- Kim DA. 1986. Forage crops: its characteristics and cultivation method. Sunjinmunhwasa. Seoul. p.167-198.
- Kim SK, Han YS, Park KY, Park SU, Moon HG, Choi HO, Brewbaker JL. 1978. Disease, insect, and lodging resistance super high yielding maize hybrid, "Suweon 19". RDA. J. Agri. Sci. (Crop) 20: 149-156.
- Lee SS, Lee JM. 1987. Productivity of silage corn hybrids in rice black-streaked dwarf virus prevalent region. J. Korean Grassl. Sci. 7: 140-145.
- Lee SS, Park KY, Park SU, Lee SS. 1988. Population of *Laodelphax striatellus*, percentage of rice black-streaked dwarf virus (RBSDV) viruliferous vector and RBSDV infection of maize in different locations. Korean J. Crop Sci. 33: 74-80.
- Moon HG, Son BY, Cha SW, Jung TW, Lee YH, Seo JH, Min HK, Choi KJ, Huh CS, Kim SD. 2001. A new single cross hybrid for silage "Kwangpyeongok". Korean

- J. Breed. Sci. 33: 350-351.
7. Son BY, Moon HG, Jung TW, Park NK, Kim SK, Cha SW, Rye YH, Sung BR, Huh CS, Ryu SH. 2004. A new single cross maize hybrid cultivar, "Jangdaok" for grain and silage. Korean J. Breed. Sci. 36: 185-186.
8. Son BY, Moon HG, Jung TW, Kim SJ, Sung BR, Huh CS, Ryu SH. 2006a. A new corn hybrid cultivar, "Gangdaok" for silage. Korean J. Breed. Sci. 38: 149-150.
9. Son BY, Moon HG, Jung TW, Kim SJ, Kim JD. 2006b. Comparison of agronomic characteristics, yield and feed value of different corn hybrids for silage. Korean J. Crop Sci. 51: 233-238.
10. Son BY, Kim SL, Jung TW, Kim JT, Song SY, Kim CK, Kim SJ, Ji HJ, Huh CS, Park JU. 2009a. A new single cross maize hybrid for silage, "Pyeongangnok". Korean J. Breed. Sci. 41: 310-313.
11. Son BY, Kim JT, Song SY, Baek SB, Kim CK, Kim JD. 2009b. Comparison of yield and forage quality of silage corns of different planting dates. J. Korean Grassl. Sci. 29: 179-186.