

## 내도복 다수성 종실 및 사일리지 옥수수 신품종 '평강옥'

손범영<sup>1\*</sup> · 백성범<sup>1</sup> · 김정태<sup>1</sup> · 이진석<sup>1</sup> · 황종진<sup>1</sup> · 권영업<sup>1</sup> · 지희정<sup>2</sup> · 허창석<sup>3</sup> · 박종열<sup>4</sup>

## A New Single Cross Maize Hybrid for Grain and Silage, 'Pyeongangok'

Beom Young Son<sup>1\*</sup>, Seong Bum Baek<sup>1</sup>, Jung Tae Kim<sup>1</sup>, Jin Seok Lee<sup>1</sup>, Jong Jin Hwang<sup>1</sup>,  
Young Up Kwon<sup>1</sup>, Hee Jung Ji<sup>2</sup>, Chang Suk Huh<sup>3</sup> and Jong Yeol Park<sup>4</sup>

### ABSTRACT

Pyeongangok, a new single cross variety, is an yellow dent maize hybrid (*Zea mays* L.) developed by the maize breeding team at the National Institute of Crop Science (NICS), RDA in 2011. This hybrid, which has a high yield of grain and dry matter, was produced by crossing two inbred lines, KS160 and KS155. KS160 is the seed parent and KS155 is the pollen parent of Pyeongangok. Silking date of Pyeongangok is 2 days earlier than that of check hybrid, Jangdaok, and equal to that of another check hybrid, Kwangpyeongok. Plant height of Pyeongangok is longer than that of Jangdaok and similar to that of Kwangpyeongok. Ear numbers per 100 plants of Pyeongangok is more than that of Jangdaok. Ear length of Pyeongangok is shorter than that of Jangdaok. 100 seeds weight of Pyeongangok is lighter than that of Jangdaok. Ear rate of Pyeongangok is lower than that of Kwangpyeongok. Stay-green of Pyeongangok is not greatly different with that of Kwangpyeongok. It has moderately resistance to southern corn leaf blight (*Bipolaris maydis*), black streaked dwarf virus (BSDV) and corn borer. It has strong resistance to northern corn leaf blight (*Exserohilum turcicum*). It has resistance to lodging. Pyeongangok was evaluated for the yields of grain and dry matter at four locations from 2009 to 2011. The yield of Pyeongangok in grain was 7.66 ton/ha. The yield of Pyeongangok in dry matter was 19.80 ton/ha. The yield of Pyeongangok in total digestible nutrient (TDN) was 13.32 ton/ha. Seed production of Pyeongangok has gone well due to a good match during crossing between the seed parent, KS160, and the pollen parent, KS155, in Yeongwol.

(**Key words** : Maize, Crossing, Grain, Dry matter, TDN yield, Seed production)

### I. 서 론

사료용 옥수수 (*Zea mays* L.)는 단위면적당 건물생산성이 높고 가소화영양소총량(Total Digestible Nutrients, TDN)이 높기 때문에 경지 면적

이 좁은 우리나라에서는 어느 작물보다 수량과 품질이 우수한 옥수수를 재배하는 것이 적합하다고 할 수 있다(Kim, 1986). 옥수수는 사일리지용으로 단위 면적당 수확량이 가장 높고 기호성도 좋다(Son et al., 2006b). 최근 옥수수

<sup>1</sup> 국립식량과학원 (National Institute of Crop Science, RDA, Suwon 441-857, Korea)

<sup>2</sup> 국립축산과학원 (National Livestock Research Institute, RDA, Suwon, 441-706, Korea)

<sup>3</sup> 경북농업기술원 (Gyeongbuk Agricultural Research and Extension Services, Daegu 702-010, Korea)

<sup>4</sup> 강원농업기술원 (Hongcheon Maize Experiment Station, Gangwon Agricultural Research and Extension Services, Hongcheon 250-823, Korea)

Corresponding author : Beom-Young Son, National Institute of Crop Science, RDA, Suwon 441-857, Korea.

Tel: +82-31-290-6758, Fax: +82-31-290-6742 E-mail: [sonby@korea.kr](mailto:sonby@korea.kr)

국제곡물가격의 상승에 따른 배합사료 및 조사료 수입가격이 급등하여 축산농가의 어려움이 가중되고 있어 사료비용 절감을 위해 옥수수 등 사료작물 재배가 늘어나는 추세이다. 국내에서 재배되는 사일리지용 옥수수는 P3394 등 수입종이 70% 이상이며, 광평옥 (Moon et al., 2001) 등 국내 육성 품종은 2010년 총종자공급량 265톤 중 78톤이 보급되어 29% 정도 점유하고 있다. 그 동안 국산 사료용 옥수수는 수량이 적고 품질이 좋지 않다는 인식이 축산농가에 팽배해 있었다. 하지만 최근에는 국내 육성 품종인 광평옥, 강다옥 등은 기존 수입 사일리지용 옥수수에 비해 쓰러짐에 강하고 건물수량이 많을 뿐만 아니라 사료가치도 높다 (Moon et al., 2001; Son et al., 2006a; Son et al., 2009)는 것이 밝혀지면서 국내 육성 품종의 재배면적이 증가하고 있다. 본 연구에서는 안전 다수성 사료용 우량교잡종을 육성하기 위하여 새로운 계통을 육성하고, 생산력 검정과 지역적응시험을 수행하여 기존의 품종보다 우수한 신품종 평강옥을 육성하여 이에 대한 육성 경위와 주요 생육특성 및 수량성을 소개하고자 한다.

## II. 재료 및 방법

본 연구는 내도복 다수성 사료용 옥수수 신품종 육성을 위해 2009~2011년까지 3년간 수원, 천안, 홍천, 대구 등 4개 지역에서 수행하였다. 평강옥은 2006년에 육성된 자식계통 KS160을 종자친(모본)으로 하고 1999년에 육성된 자식계통 KS155를 화분친(부본)으로 하여 교잡된 단교잡종이다. 평강옥은 2007~2008년 2년 동안 생산력검정시험을 거쳐, 2009~2011년 3년 동안 4지역에서 지역적응시험을 실시한 결과, 그 우수성이 인정되어 2011 농작물 직무육성 신품종으로 결정되었으며 품종명을 '평강옥'으로 명명하였다 (Fig. 1).

### 1. 고유특성조사

간장은 지면에서 용수목까지의 길이를 측정하고 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), 조명나방 (Corn borer: *Ostrina furnacalis*)은 자연발생조건에서 조사하였다. 수량조사는 구당 4열 가운데 2줄을 수확하여 암이삭과 경엽으로 분리하여 생초수량을 조사하였으며 구당 2주를 취하여 경엽과 암이삭을 분리하여 60℃의 열풍

Year	'99		'00~'05		'06	'07~'08	'09~'11
	♂	♀			'99		
Generation	—		S <sub>0</sub> ~S <sub>6</sub>		Line	Multiplication & cross	—
Female (♀)	Introduce	200020-4-2-1-1-1-3		KS160	} KS160/KS155	⇒ Pyeongangok	
Male (♂)	Introduce	LATNESS-14-1-1-1-MD70-1		KS155			
Remark	Selection of line			Cross	PYT & AYT	RYT	

Fig. 1. Breeding procedure of Pyeongangok.

PYT (preliminary yield trial), AYT (advanced yield trial), RYT (regional yield trial).

건조기에서 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 (Total Digestible Nutrients) = (경엽건물수량 × 0.582) + (암이삭 건물수량 × 0.85)의 공식으로 계산하였다(Holland et al., 1990).

## 2. 지역적응성 시험

시험품종은 평강옥이며 대비품종으로는 종실용 옥수수는 장다옥, 사일리지용 옥수수는 광평옥으로 하였다. 장다옥(Son et al., 2004)은 2003년 종실용으로, 광평옥(Moon et al., 2001)은 2000년 사일리용으로 육성이 되었다. 시비량은 N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O = 200-150-150 kg/ha로, 퇴비는 ha당 15톤 시용하였고, 재식밀도는 60 × 25 cm (66,000본/ha)로 하였다. 파종은 수원에서 4월 21일, 천안에서 4월 12일, 홍천에서 4월 28일, 대구에서 4월 25일에 각각 하였으며, 2립씩 심어 3~4엽기에 1주에 1개체만 남기고 솟아 주었다. 시험구는 난괴법 4반복으로 배치하였으며, 시비는 ha당 질소(N) 100 kg, 인산(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 150 kg, 칼리(K<sub>2</sub>O) 150 kg을 기비로 파종 전에 시용하였고, 파종 후 본엽 7~8엽기에 질소(N) 100 kg를 추비로 주었다. 통계처리는 SAS프로그램(V. 9.1)의 PROC ANOVA procedure를 이용하여 Duncan의 다중범위검정방법(Duncan's multiple range test, DMRT)를 통해 평균값을 5% 유의수준에서 비교하였다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 고유특성

평강옥의 수염색은 장다옥과 광평옥이 담녹색인 반면 담자색이다. 종피색은 황색이며 입질은 마치종이다(Table 1). 평강옥의 출사일수는 장다옥 보다는 2일 늦으며 광평옥과 같다. 간장은 장다옥 보다는 길고 광평옥과 비슷하다. 착수고율은 장다옥과 광평옥 보다 낮았다. 100주당 이삭수는 장다옥 보다 많았으며, 이삭 길이는 장다옥 보다 짧았다. 100립 중은 24.9 g으로 장다옥 보다 가벼웠다. 이삭비율은 광평옥 보다 낮았으며 후기녹체성은 광평옥과 비슷하였다(Table 2). 깨씨무늬병(*Bipolaris maydis*), 흑조위축병(BSDV), 이삭썩음병에 광평옥과 비슷한 저항성을 보였으며 특히 그을음무늬병(*Exserohilum turcicum*)에는 강한 저항성을 보였다. 도복에 광평옥 정도로 강한 것으로 나타났다(Table 3).

### 2. 수량성

2007~2008년 사료용 옥수수 생산력검정시험을 수원에서 실시한 결과 평강옥의 종실수량(11.07톤/ha)이 수원19호(Kim et al., 1978)에 비해 22% 많았다(Table 4). 사료용 옥수수 지역적응시험을 2009~2011년 3년간 4지역에서 한 결과, 평강옥의 종실수량(7.66톤/ha)은 장다옥보다 23% 많았다. 수원, 홍천 지역의 평강옥 종실수량은 통계적인 유의성은 인정되지 않았으나 대구에서는 통계적 유의성이 인정되었다

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

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

Table 2. Agronomic characteristics of Pyeongangok

Hybrid	Days to silking	Plant height	Ratio <sup>1)</sup>	Ear no. per 100 plants (no.)	Ear length (cm)	100 seeds weight (g)	Ear ratio <sup>2)</sup>	Stay-green <sup>3)</sup>
	(days)	(cm)	(%)				(%)	(1~9)
Pyeongangok	83	263	48	93	18.0	24.9	35	3.7
Jangdaok	81	248	49	64	19.1	31.1	—	—
Kwangpyeongok	83	268	51	—	—	—	47	3.6

Ratio<sup>1)</sup> : Ear height ratio = ear height/plant height×100

Ear ratio(%)<sup>2)</sup> = Ear DM/total DM×100

Stay-green<sup>3)</sup> (1:excellent, 9:poor).

Table 3. Resistance to disease and lodging of Pyeongangok

Hybrid	Disease resistance				Corn borer (0~9)	Lodging (1~9)
	<i>B. maydis</i> (0~9)	<i>E. turcicum</i> (0~9)	BSDV <sup>1)</sup>	Ear rot		
Pyeongangok	MR (5.0)	R (1.7)	MR	MR	MR (7.0)	1.4
Jangdaok	MR (4.3)	R (2.0)	MR	MR	MR (7.2)	1.2
Kwangpyeongok	MR (5.7)	R (2.3)	MR	MR	MR (6.1)	2.0

BSDV<sup>1)</sup> (black streaked dwarf virus)

R : Resistance, MR : Moderate Resistance.

Table 4. Grain yield of Pyeongangok in advanced yield trial (NICS, '07~'08)

Hybrid	Grain yield (ton/ha)			Index (%)
	'07	'08	Mean	
Pyeongangok	11.61	10.52	11.07a	122
Suwon19	9.84	8.38	9.11b	100

Values within a column followed by the same letter are not significantly different at the 0.05 level.

( $p < 0.05$ ) (Table 5). 대구지역에서 평강옥이 장다옥 보다 종실수량이 높은 것은 기온 및 강수량 등 기후변화에 종실수량에 관여하는 형질들이 장다옥 보다 둔감한 생육특성을 가지고 있기 때문이라 생각된다. 평강옥의 건물수량 (19.80톤/ha)은 통계적인 유의성은 인정되지 않았다. 수원, 천안, 홍천, 대구 지역 평강옥의 건물수량도 통계적인 유의성은 인정되지 않았다 (Table 6). TDN수량 (13.32톤/ha)은 유의한 차이는 없었다. 수원, 천안, 홍천, 대구 지역 평강옥의 TDN 수량도 통계적인 유의성은 인정되지 않았다 (Table 7). 이상의 결과를 볼 때, 신품종 평

강옥은 장다옥 보다 재배 안정성이 높고 생산성이 우수하여 광범한 지역적응성을 나타내는 종실 옥수수이며 사일리지 옥수수인 광평옥과 비슷한 수량성을 나타내어 종실 및 사일리지용으로 사용할 수 있는 품종으로 생각된다.

옥수수는 F1 보급종을 채종할 때 채종지역의 기상, 토양 등에 따라 지역 간 모본과 부분의 개화기 차이가 나타나므로 현재 보급종을 생산하는 강원도 영월지역에서 채종 안정성에 대한 검토가 필요하다. 영월 현지에서 2011년 모·부분 재식비율을 2 : 1과 4 : 1로 동시 파종하여 채종 시험을 한 결과, 임실률은 2 : 1에서

Table 5. Grain yield of Pyeongangok in regional yield trial from 2009 to 2011

Location	Pyeongangok (ton/10a)					Jangdaok (ton/10a)				
	'09	'10	'11	Mean	Index	'09	'10	'11	Mean	Index
Suwon	8.27	8.26	6.06	7.53a	122	7.57	8.18	2.77	6.17a	100
Hongcheon	8.68	8.89	7.17	8.25a	117	6.74	8.96	5.39	7.03a	100
Daegu	7.22	8.86	5.49	7.19a	130	6.04	7.35	3.22	5.54b	100
Mean	8.06	8.67	6.24	7.66A	123	6.78	8.16	3.79	6.24B	100

Values within a row followed by the same letter are not significantly different at the 0.05 level.

Table 6. Dry matter yield of Pyeongangok in regional yield trial from 2009 to 2011

Location	Pyeongangok (ton/ha)					Kwangpyeongok (ton/ha)				
	'09	'10	'11	Mean	Index	'09	'10	'11	Mean	Index
Suwon	29.76	21.24	15.52	22.17a	109	23.25	22.47	15.33	20.35a	100
Cheonan	26.25	20.63	11.64	19.51a	99	24.65	20.65	13.57	19.62a	100
Hongcheon	17.83	22.27	22.45	20.85a	107	17.26	22.52	18.88	19.55a	100
Daegu	17.41	19.70	12.95	16.69a	98	17.51	21.05	12.70	17.09a	100
Mean	22.81	20.96	15.64	19.80A	103	20.67	21.67	15.12	19.15A	100

Values within a row followed by the same letter are not significantly different at the 0.05 level.

Table 7. TDN yield of Pyeongangok in regional yield trial from 2009 to 2011

Location	Pyeongangok (ton/ha)					Kwangpyeongok (ton/ha)				
	'09	'10	'11	Mean	Index	'09	'10	'11	Mean	Index
Suwon	19.27	14.83	10.12	14.74a	105	15.92	15.65	10.57	14.05a	100
Cheonan	16.86	14.62	7.89	13.12a	97	16.27	14.41	9.82	13.50a	100
Hongcheon	11.46	14.68	14.21	13.45a	104	11.38	14.83	12.52	12.91a	100
Daegu	12.77	14.29	8.77	11.94a	97	12.90	15.13	9.03	12.35a	100
Mean	15.09	14.61	10.25	13.32A	101	14.12	15.01	10.49	13.21A	100

Values within a row followed by the same letter are not significantly different at the 0.05 level.

86%, 4 : 1에서 90%였다. 2 : 1과 4 : 1 재식비율간의 채종수량은 차이가 없었다. 채종수량은 각각 ha당 1.32톤, 1.34톤 이었다 (Table 8). 평강옥의 모본의 출사기와 부분의 화분 비산기간이 잘 일치하였으나, 채종시기에 잦은 강우로 인해 수이삭의 화분비산에 방해를 받아 정상적인 수정이 이루어지질 않아 채종수량이 낮은 것으로 생각된다. 평강옥은 전국에서 재배가 가능하다. 1대 교잡종이므로 매년 생산된 보급종 종자를 이용해야 한다. 흑조위축병에 대한

Table 8. Seed production trial of Pyeongangok in Yeongwol

Planting rate (♀:♂)	Inbred	Silking date	Pollen dispersal period	Ear length (cm)	Fertile kernels (%)	F <sub>1</sub> seed production (ton/ha)
2 : 1	KS160(♀)	July 31	—	14.3	86	1.32
	KS155(♂)	—	July 30~Aug. 3	—	—	—
4 : 1	KS160(♀)	July 31	—	13.8	90	1.34
	KS155(♂)	—	July 30~Aug. 3	—	—	—

저항성이 중 정도이므로 남부평야지의 흑조위축병이 많이 발생하는 지역 (Lee and Lee, 1987; Lee et al., 1988)에서는 재배를 피하고, 4월 중·하순경 토양수분이 충분할 때 파종하며 흑조위축병 매개체인 애멸구 발생 시기를 피하여야 한다.

#### IV. 요약

평강옥은 자식계통 KS160과 KS155의 교잡으로 육성된 다수성인 단교잡종이다. 2007~2008년 생산력검정시험을 거쳐, 2009~2011년 3년 동안 4지역에서 지역적응시험을 실시한 결과 그 우수성이 인정되어 2011 농작물 직무육성 신품종선정위원회에서 신규 우량품종으로 결정되었다. 이 품종의 주요특성을 요약하면 다음과 같다. 평강옥의 종피색은 황색이며 입질은 마치종이다. 출사일수는 종실용 옥수수 대비품종인 장다옥 보다 2일 빠르며 사일리지용 옥수수 대비품종인 광평옥과 같다. 간장은 장다옥 보다 길며 광평옥과 비슷하였다. 100주당 이삭수는 장다옥 보다 많았다. 이삭길이는 장다옥과 비슷하였으며, 100립 중은 장다옥 보다 가벼웠다. 이삭비율은 광평옥 보다 낮았다. 후기녹체성은 광평옥과 비슷하였다. 깨씨무늬병, 흑조위축병 및 조명나방에 중정도의 저항성을 보이며, 그을음무늬병에는 강한 편이다. 도복에는 광평옥과 비슷한 정도로 강하였다. 종실수량은 7.66톤/ha로 장다옥 보다 많았고, 건물수량은 19.80톤/ha로 광평옥과 비슷하였다. TDN 수량은 13.32톤/ha로 광평옥과 비슷하였다. 4 : 1 (모본 : 부분) 재식비율에서 동시 파종하여 채종한 결과 모본의 출사기와 부분의 화분비산기간이 잘 일치하였다.

#### V. 인용 문헌

1. Holland, C., W. Kezar, W.P. Kautz, E.J. Lazowski, W.C. Mahanna and R. Reinhart. 1990.

The Pioneer forage manual : A nutritional guide. Pioneer Hi-Bred Int., Des Moines, IA.

2. Kim, S.K, Y.S. Han, K.Y. Park, S.U. Park, H.G. Moon, H.O. Choi and J.L. Brewbaker. 1978. Disease, insect, and lodging resistance super high yielding maize hybrid, "Suweon 19". The Research Report of O. R. D. 20 (Crop) : 149-156.

3. Kim, D.A. 1986. Forage crops : its characteristics and cultivation method. Sunjinmunhwasa. Seoul. p. 167-198.

4. Lee, S.S. and J.M. Lee. 1987. Productivity of silage corn hybrids in rice black-streaked dwarf virus prevalent region. J. Kor. Grassl. Forage Sci. 7(3):140-145.

5. Lee, S.S., K.Y. Park, S.U. Park and S.S. Lee. 1988. Population of *Laodelphax striatellus*, percentage of rice black-streaked dwarf virus (RBSDV) viruliferous vector and RBSDV infection of maize in different locations. J. Kor. Crop Sci. 33(1):74-80.

6. Moon, H.G., B.Y. Son, S.W. Cha, T.W. Jung, Y.H. Lee, J.H. Seo, H.K. Min, K.J. Choi, C.S. Huh and S.D. Kim. 2001. A new single cross hybrid for silage "Kwangpyeongok". Kor. J. Breed. Sci. 33(4):350-351.

7. Son, B.Y., H.G. Moon, T.W. Jung, N.K. Park, S.K. Kim, S.W. Cha, Y.H. Rye, B.R. Sung, C.S. Huh and S.H. Ryu. 2004. A new single cross maize hybrid cultivar, "Jangdaok" for grain and silage. Korean J. Breed. 36(3):185-186.

8. Son, B.Y., H.G. Moon, T.W. Jung, S.J. Kim. B.R. Sung, C.S. Huh and S.H. Ryu. 2006a. A new corn hybrid cultivar, "Gangdaok" for silage. Korean J. Breed. 38(2):149-150.

9. Son, B.Y., H.G. Moon, T.W. Jung, S.J. Kim and J.D. Kim. 2006b. Comparison of agronomic characteristics, yield and feed value of different corn hybrids for silage. J. Kor. Crop Sci. 51(3):233-238.

10. Son, B.Y., J.T. Kim, S.Y. Song, S.B. Baek, C.K. Kim and J.D. Kim. 2009. Comparison of yield and forage quality of silage corns of different planting dates. J. Kor. Grassl. Forage Sci. 29 (3):179-186.

(Received July 24, 2012/Accepted August 27, 2012)