내도복 반경립 종실용 옥수수 단교잡종 ‘다안옥’

손범영* · 백성범 · 김정태 · 이진석 · 배환희 · 신성휴 · 김선림 · 정건호 · 구자환 · 권영엽

국립식량과학원

Single Cross Maize Hybrid with Lodging Tolerance and Flint-like for Grain, ‘Daanok’

Beom-Young Son*, Seong-Bum Baek, Jung-Tae Kim, Jin-Seok Lee, Hwan-Hee Bae, Seong-Hyu Shin,

Sun-Lim Kim, Gun-Ho Jung, Ja-Hwan Ku, and Young-Up Kwon

National Institute of Crop Science, RDA, Suwon 16429, Korea

Abstract : ‘Daanok’, a new maize F₁ hybrid (*Zea mays* L.), is developed by the maize breeding team at the National Institute of Crop Science (NICS), RDA in 2013. The high-yielding hybrid, named ‘Daanok’ was bred by crossing between two inbred lines, ‘KS174’ and ‘KS175’. It is a yellow semi-flint maize hybrid (*Zea mays* L.). After preliminary yield trial and advanced yield trial of Daanok in Suwon for two years, regional yield trial of that was subsequently carried out for evaluation of its growth and yield at three different locations from 2011 to 2013. The silking date of Daanok is earlier than that of the check hybrid, ‘Jangdaok’. The plant height of Daanok is 229cm, similar to Jangdaok, and its ear height ratio is similar with that of Jangdaok. It has resistance to lodging. There are much of the No. of ear per 100 plants. The ear length of Daanok is similar with that of Jangdaok. The weight of 100 seeds of Daanok is the same with that of Jangdaok. It has strong resistance to northern leaf blight (*Exserohilum turcicum*) and southern leaf blight (*Bipolaris maydis*). It has strong resistance to ear rot. It has moderate resistance to corn borer. The grain yield (7.34 ton/ha) of Daanok was 23% higher than that of Jangdaok. The seed production of Daanok has gone well due to a good synchronization of flowering period during crossing between the seed parent, KS174, and the pollen parent, KS175, in Yeongwol and F₁ seed yield was 2.38 ton/ha. Daanok would be a suitable cultivar to all plain area in Korea.

Keywords : Maize, Crossing, Grain, Yield, Seed production

서 언

옥수수(*Zea mays* L.)는 밀, 벼와 더불어 세계 3대 작물의 하나로서 세계 여러 지역에서 식량으로 이용되고 있다. 그러나 미국, 유럽에서는 사료나 사일리지로 사용되는 비율이 식용보다 높다. 옥수수 곡실(종실)은 가소화양분 및 비타민 A가 풍부하고 조섬유 함량이 1% 내외이며 전분질이 풍부하여 농후사료로서 가축의 발육과 번식에 매우 중요한 역할을 하고 있다(Son et al. 2015). 우리나라는 90년대 이후 축산이 발달함에 따라 사료의 수요량이 해마다 급증하였을 뿐만 아니라 가공용 수요도 늘어나

매년 850만톤 이상 옥수수 곡실을 수입하고 있는 실정이다(Son et al. 2015). 옥수수 곡실은 주로 미국, 브라질, 아르헨티나 등으로부터 수입하고 있으며 그 중 70% 이상을 소, 돼지, 닭 등 가축의 사료로 소비하고 있다. 현재 사료용을 포함한 옥수수 곡물자급률은 1%에 불과해 곡물자급률을 제고하기 위한 적극적인 정책수단과 노력이 필요한 것으로 보고 있다(Son et al. 2015). 따라서 곡물자급률을 제고하고 축산경영인들에게 사료비 절감을 위해 생산성이 높은 사료용 옥수수 등 사료작물 재배가 요구된다. 최근 농촌진흥청에서는 수입종보다 수량 및 품질이 우수한 광평옥(Moon et al. 2001, Son et al. 2006b, Son et al. 2009), 강다옥(Son et al. 2006a), 평강옥(Son et al. 2012), 청다옥(Son et al. 2014), 다평옥(Son et al. 2015) 등의 품종을 지속적으로 개발해 왔다. 그러나 국내산 옥수수 가격이 수입산에 비해 2~3

*Corresponding author (E-mail: sonby@korea.kr, Tel: +82-31-695-4039, Fax: +82-31-695-4029)

(Received on June 4, 2016. Accepted on July 14, 2016.)

Year	(♀) 2000 (♂) 2001	2001~2006 2002~2006	2007 2007	2009~2010	2011~2013
Generation	-	S ₀ ~S ₆	Line	Multiplication & cross	-
Female (♀)	Introduce	01020-3-3-2-2-4-1	KS174	KS174/KS175	⇒Daanok
Male (♂)	Introduce	02031-5-4-1-2-3-2	KS175		
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 Daanok.

배 높기 때문에 대외 가격경쟁력이 낮아 옥수수 곡실을 대부분 수입에 의존하고 있는 실정이다.

우리나라 사료곡물자급률을 제고하기 위해서는 다수성 종실 사료용 옥수수를 육성하고 다수확 재배기술을 개발하여 옥수수 생산량을 늘려야 한다고 생각한다. 장다옥(Son et al. 2004), 안다옥(Son et al. 2013), 다평옥(Son et al. 2015) 등이 다수성 종실 사료용으로 육성된 품종으로 이삭이 크고 종실 수량이 많은 특성을 가지고 있다. 다안옥은 쓰러짐에 강하며 출사일수가 장다옥보다 빠르고 종실수량이 장다옥보다 많은 단교잡종으로서 기존 품종들보다 우수한 것으로 판명되었기에 품종의 육성경위, 주요 생육특성 및 수량성 등을 보고하고자 한다.

재료 및 방법

본 연구는 내도복 다수성 종실용 옥수수 신품종 육성을 위해 2011~2013년까지 3년간 수원, 홍천, 대구 등 3지역에서 수행하였다.

육성경위

다안옥의 교잡 모본인 KS174는 2000년에 수집한 교잡종을 6세대에 걸쳐 자식(Selfing)시켜 계통으로 육성한 것이며 부분인 KS175는 2001년에 수집한 교잡종을 6세대에 걸쳐 자식(Selfing)시켜 계통으로 육성한 것이다. 다안옥은 2007년에 육성된 자식계통 KS174를 종자친(모본)으로 하고 2007년에 육성된 자식계통 KS175를 화분친(부본)으로 하여 교잡된 단교잡종이다. 다안옥은 2009~2010년까지 2년 동안 수원에서 생산력검정 시험을 거쳐 2011~2013년까지 3년 동안 수원 등 3지역에서 지역적응시험을 실시하였다. 그 결과 그 우수성이 인정되어 2013 농작물 직무육성 신품종으로 결정되어 ‘다안옥’으로 명명하였다 (Fig. 1).

고유특성조사 및 생산력 검정시험

출사일수는 파종기부터 출사기까지 일수를 계산하였다. 간장은 지면에서 웅수목까지의 길이를 측정하였고 착수고는 지면으로부터 최상단 암이삭이 달린 마디까지의 높이를 측정하였다. 도복의 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. 이삭썩음병(Ear rot), 조명나방(Corn borer : *Ostrinia furnacalis*)은 자연발생조건에서 조사하였다. 종실수량은 구당 4열 가운데 2줄의 이삭을 수확하여 산출하였다. 생산력검정 시험은 2009~2010년까지 2년간 수원에서 수행하였다.

지역적응성 시험

지역적응성 시험은 2011~2013년까지 3년간 수원, 홍천, 대구 등 3지역에서 수행하였다. 다안옥의 지역적응시험을 위해 종실용 옥수수인 장다옥을 대비품종으로 선정하였으며 장다옥은 Son 등(2004)이 2003년 육성한 단교잡종으로 이삭길이가 수원 19호보다 길고 종실수량이 많다. 시비는 N-P₂O₅-K₂O = 174-30-69kg/ha로 그 중 ha당 질소(N) 87kg, 인산(P₂O₅) 30kg, 칼리(K₂O) 69kg을 기비로 파종 전에 시용하였고, 파종 후 본엽 7~8엽기에 질소(N) 87kg를 추비로 주었다. 퇴비는 ha당 15톤을 시용하였다. 파종은 2011년도 수원에서 4월 21일, 홍천에서 5월 4일, 대구에서 4월 20일에 하였으며, 2012년도 수원에서 4월 24일, 홍천에서 5월 1일, 대구에서 4월 16일에 하였고, 2013년 수원에서 4월 17일, 홍천에서 4월 30일, 대구에서 4월 12일에 하였다. 재식밀도는 60×30cm(55,000본/ha)로 하였으며, 한 주에 2립씩 심어 3~4엽기에 한 주에 1개체만 남기고 솎아 주었다. 시험구는 난괴법 4반복으로 배치하였다.

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

Hybrid	Color of silk	Color of seed coat	Type of grain
Daanok	Purple	Yellow	Flint-like
Jangdaok	Light green	Yellow	Dent

Table 2. Agronomic characteristics of Daanok.

Hybrid	Days to silking (days)	Plant height (cm)	Ratio ¹⁾ (%)	Lodging (1~9)	Ear per 100 plants (No.)	Ear length (cm)	100 seeds weight (g)
Daanok	75b	229a	52a	1.5a	96a	16.3a	29.7a
Jangdaok	80a	243a	49a	1.5a	81a	18.7a	29.5a

Ratio¹⁾ : Ear height ratio = ear height/plant height×100

Table 3. Resistance to disease of Daanok.

Hybrid	Disease resistance			Corn borer (0~9)
	<i>B. maydis</i> (0~9)	<i>E. turcicum</i> (0~9)	Ear rot (0~9)	
Daanok	MR (3.0a)	R (0.5a)	MR(1.7a)	MR (7.9a)
Jangdaok	MR (3.7a)	R (0.5a)	MR(3.7a)	MR (7.5a)

R : Resistance, MR : Moderate Resistance

결과 및 고찰

고유특성

다안옥의 수염색은 자색인 반면 대비품종인 장다옥은 담녹색이고 종피색은 황색이며 입질은 반경립종이다(Table 1). 다안옥의 출사일수는 75일로 장다옥보다 5일 빠르다. 간장은 229cm로 장다옥과 비슷하며 착수고율은 장다옥과 비슷하다. 도복은 장다옥 정도로 강한 것으로 나타났다. 100주당 이삭수가 많으며 이삭 길이는 장다옥과 비슷하다. 100립중은 장다옥과 같다(Table 2). 깨씨무늬병과 그을음무늬병에는 강한 편이다. 이삭썩음병에는 강하나 조명나방 저항성은 중 정도를 보인다(Table 3).

수량성

다안옥(수원186호)의 생산력검정시험을 2009~2010년까지 2년간 수원에서 실시하였다. 종실수량(10.15톤/ha)은 장다옥보다 17% 더 많았다(Table 4).

다안옥의 지역적응시험을 2011~2013년까지 3년간 수원 등 3지역에서 수행하였다. 다안옥의 종실수량은 7.34톤/ha로 장다옥보다 23% 더 많았으며, 연차 및 지역간 수량 차이가 적은 것으로 보아 다안옥은 재배에 안정적인 품종으로 생각된다

(Table 5).

이상의 결과를 종합해 볼 때 다안옥은 생육특성 및 생산성이 우수하고 재배 안정성이 높아 전국적으로 재배가 가능한 종실용 옥수수 품종으로 생각된다.

옥수수 1대잡종품종(F1품종)은 해마다 교잡하여 종자를 채종해야 한다. 채종할 때 채종지역의 기상, 토양 등에 따라 지역간 모본과 부분의 개화반응이 다르게 나타나므로 최근 보급종을 생산하고 있는 강원도 영월지역에서 채종 안정성을 검토하였다. 2013년에 다안옥 모본(KS174)과 부분(KS175)의 재식비율을 2 : 1로 동시 파종하여 채종 시험을 하였는데 모본의 출사기와 부분의 화분 비산기간이 일치하였고 착립장률은 92%였다. 채종 수량은 2.38톤/ha이었다(Table 6).

재배상의 유의점

다안옥은 전국에서 재배가 가능하지만 검은줄오갈병에 대한 저항성이 중정도로 남부평야지의 검은줄오갈병이 많이 발생되는 지역(Lee & Lee 1987, Lee et al. 1988)에서는 재배를 피하고, 4월 중순 및 하순경에 토양수분이 충분할 때 파종하며 검은줄오갈병 매개체인 애멸구 발생시기를 피하여야 한다.

Table 4. Grain yield of Daanok in preliminary and advanced yield trial from 2009 to 2010 in Suwon, NICS.

Hybrid	Grain yield (ton/ha)			Index (%)
	2009	2010	Mean	
Daanok	10.08	10.22	10.15a	117
Jangdaok	9.63	7.71	8.67b	100

Table 5. Grain yield of Daanok in regional yield trial from 2011 to 2013.

Location	Daanok (ton/ha)					Jangdaok (ton/ha)				
	2011	2012	2013	Mean	Index	2011	2012	2013	Mean	Index
Suwon	6.46	9.08	4.05	6.53	158	2.77	7.59	2.07	4.14	100
Hongcheon	7.45	9.70	6.70	7.95	124	5.39	9.09	4.73	6.40	100
Daegu	6.18	7.63	8.82	7.54	102	3.22	8.30	10.61	7.38	100
Mean	6.70	8.80	6.52	7.34a	123	3.79	8.33	5.80	5.97b	100

Table 6. F₁ Seed production trial of Daanok at Yeongwol.

Planting rate (♀:♂)	Inbred	Silking date	Pollen dispersal period	Ear length (cm)	Fertile kernels (%)	F ₁ seed yield (ton/ha)
2 : 1	KS174 (♀)	July 13	-	15.3	92	2.38
	KS175 (♂)	-	July 12~17	-	-	-

적 요

다안옥은 다수성 종실용 옥수수 품종 개발을 위하여 2008년에 농촌진흥청 국립식량과학원에서 자식계통 KS174와 KS175를 교잡하여 육성한 다수성 1대 잡종품종(F1품종)이다. 다안옥의 종피색은 황색이며 입질은 반경립종이다. 2009~2010년까지 2년 동안 생산력검정시험을 거쳐 2011~2013년까지 3년 동안 수원 등 3지역에서 지역적응시험을 실시하였다. 그 결과 우수성이 인정되어 2013 농작물 직무육성 신품종으로 결정되었고 다안옥으로 명명하였다. 다안옥의 출사일수는 장다옥보다 5일 빠르다. 간장은 229cm로 장다옥과 비슷하며 착수고율은 장다옥과 비슷하다. 도복은 장다옥 정도로 강한 것으로 나타났다. 100주당 이삭수가 많으며 이삭길이는 장다옥과 비슷하다. 100립중은 장다옥과 같다. 깨씨무늬병과 그을음무늬병에는 강한 편이다. 이삭 썩음병에는 강하나 조명나방 저항성은 중 정도를 보인다. 다안옥의 종실수량은 7.34톤/ha로 장다옥보다 23% 더 많았다. 2 : 1(모본:부본) 재식비율로 동시 파종하여 채종 시험한 결과 모본 출사기와 부본 화분비산기간이 일치하였으며 채종수량은 2.38톤/ha이었다. 다안옥은 전국적으로 재배가 가능하다.

사 사

본 논문은 농촌진흥청 연구사업(과제번호: PJ00636601)의 지원에 의해 이루어진 것임

REFERENCES

1. Lee SS, Lee JM. 1987. Productivity of silage corn hybrids in rice black-streaked dwarf virus prevalent region. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 7(3): 140-145.
2. 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 Journal of Crop Science*. 33(1): 74-80.
3. 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 Journal of Breeding Science*. 33(4): 350-351.
4. 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 Journal of Breeding Science. 36(3): 185-186.
5. Son BY, Moon HG, Jung TW, Kim SJ, Sung BR, Huh CS, Ryu SH. 2006a. A new corn hybrid cultivar, "Gangdaok" for silage. Korean Journal of Breeding Science. 38(2): 149-150.
6. 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 Journal of Crop Science. 51(3): 233-238.
7. Son BY, Kim JT, Song SY, Baek SB, Kim CK, Kim JD. 2009. Comparison of yield and forage quality of silage corns of different planting dates. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 29(3): 179-186.
8. Son BY, Baek SB, Kim JT, Lee JS, Hwang JJ, Kwon YU, Ji HJ, Huh CS, Park JY. 2012. A New Single Cross Maize Hybrid for Grain and Silage, 'Pyeongangok'. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 32(3): 203-208.
9. Son BY, Baek SB, Kim JT, Lee JS, Ku JH, Kwon YU, Huh CS, Park JY. 2013. Growth Characteristics and Productivity of Single Cross Maize Hybrid for Grain, 'Andaok'. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 33(1): 1-5.
10. Son BY, Baek SB, Kim JT, Lee JS, Kim WH, Roh JH, Kim SL, Jung GH, Kwon YU, Ji HJ, Huh CS, Park JY. 2014. A New Single Cross Maize Hybrid for Silage and Grain, 'Cheongdaok'. Korean Journal of Breeding Science. 46(2): 172-177.
11. Son BY, Baek SB, Kim JT, Lee JS, Bae HH, Kim WH, Jung JK, Seo BY, Huh CS, Park JY. 2015. Single Cross Maize Hybrid with Lodging Tolerance for Grain, 'Dapyeongok'. Korean Journal of Breeding Science. 47(1): 87-91.