찰옥수수 연구
XIII. 다수성 찰옥수수 "대덕찰 1호"의 주요 작물학적 특성 및 경제성 분석

이희봉[1]* · 이문섭[1] · 복태규[1] · 최윤표[1] · 차희정[1] · 홍범용[2] · 김효기[3]

[1]충남대학교 응용식물학과, [2](주)동방아그로, [3]충북 영동군

Study on waxy corn
XIII. Botanical characteristics and crude incomes analysis of Daedukchal 1

Hee-Bong Lee[1]*, Moon-Sub Lee[1], Tae-Gyu Bok[1], Yun-Pyo Choi[1], Hui-Jung Cha[1], Bum-Yong Hong[2], Hyo-Gi Kim[3]

[1]Department of Agronomy, Chungnam National University, Dae-jeon 305-764
[2]Dongbangagro corporation, Dae-jeon 350-708
[3]Young Dong-Gun, Chung-Buk 370-702

Received on 10 January 2011, revised on 31 January 2011, accepted on 9 March 2011

Abstract : Daeduckchal 1 waxy corn hybrid including check was planted and compared with domestic leading vatiety on agronomic characteristics, traits related to table gualities and crude income. Stem and ear height of Daeduckchal 1 among used hybrids were intermediate and stem diameter was also similar to other hybrids. Days to tasseling of this hybrid needed 56 days which was slightly shorter than check hybrid, Yeonnong. Ear length of CNU-H2 was longer than Yeonnongchal as 21.7 cm, while Chalok 2 was 14.1 cm. Number of tillers per plant of this hybrid were higher than Chalok 2 but lower than Yeonnong. Pericarp thickness of CNU-H2 and CNU-H3 were similar to Yeonnon. In sugar content, Daeduckchal 1 was intermediate level as 11.7 brix(%). Marketability of Daeduckchal 1 was the highest among used hybrids and crude incomes was also high.

Key words **:** Days to tasseling, Ear length, Pericarp thickness, Marketability, Crude incomes

I. 서 론

최근 세계 옥수수 생산량은 점진적으로 감소추세를 보이는데 2004-2006년의 경우 69.52천만 톤 국내생산량은 6.46천 톤으로 전체의 0.01%로 45위에 해당되며, 국내 옥수수 자급율은 0.8%로 사료용의 경우 대부분 수입에 의존하고 있는 실정이며 생산현황은 식용찰옥수수가 건강식품으로 기능성을 갖고 탈 GMO 로 소비자의 선호도가 증가됨에 따라 재배면적은 오히려 증가하고 있다. 특히, 찰옥수수는 아밀로펙틴의 함량이 메옥수수 보다 월등히 높아 씹는 맛이 독특하며 섬유질이 많아 성인병 예방치료에 효과가 높은 것으로 보고되었다(Plate과 Gallaher 2005; Kim 등, 1999, 2002; Park 등, 1988).

***Corresponding author:** Tel: +82-42-821-5727
E-mail address: hblee@cnu.ac.kr

한편 Helm과 Zuber(1969, 1970), Lee 등(1993)은 찰옥수수의 식미와 관련된 과피의 유전, Jung 등(1997)은 종피색의 유전, Kim 등(2002)은 식미에 있어서 종실의 경도, 과피두께 및 당의 함량등이 주된 요인으로 보고하였다. 따라서 본 실험에서는 국내 재래종 찰옥수수의 다양한 유전자원을 활용하여 품질이 우수하고 다수성인 찰옥수수 품종을 육성하기 위하여 대덕찰 옥수수(Lee 등, 2010)을 포함한 5개의 교배 조합과 대조구로 찰옥2호 및 연농찰을 비교분석하여 새로운 품종육성의 기초자료 활용하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 공시재료 및 재배 방법

공시 교잡종으로 충남대학교 유전육종학실험실에서 육

성한 CNU 찰옥수수 자식계통들을 상호 교배한 교잡종 중에서 2009년에 생산성 및 식미성이 우수하다고 판단된 5조합과 대조구인 찰옥2호와 연농찰을 재식거리 80 cm × 25 cm으로 1구2립씩 난괴법 3반복으로 충북 영동의 옥수수 재배농가에서 실시하였다. 공시된 교잡종자는 출현 15일이 경과한 후에 비닐을 절개하고 1주씩만 남기고 속아준 후 복토를 실시하였다.

시비수준은 기비로 10a당 퇴비 1,500 kg과 N-P_2O_5-K_2O는 성분비로 각각 20-10 -10 kg을 시용하였는데 인산과 가리는 전량 기비로 하고 질소의 경우 1/2은 기비로 나머지 1/2은 파종후 45일에 추비하였다.

병충해방제를 위해 5월 27일과 6월 19일에 각각 2회에 걸쳐 후라단 입제를 살포하였으며, 기타 재배 및 비배관리는 농촌진흥청 옥수수 표준 재배법에 준하였다.

2. 조사항목 및 방법

주요조사항목으로 입묘율 및 분얼수 조사는 파종후 15일과 30일에 분얼제거 및 복토와 함께 실시하였고 개화기, 간장, 착수고, 경직경 등은 출웅기에 조사하였고 이삭특성의 경우는 수확후에 이삭의 길이, 직경, 이삭열수, 100립중을 조사하였다. 식미와 관련된 특성으로 과피의 두께는 Micrometer, 당도는 Refractometer에 의해 측정하였으며, 식미 관능검사는 각 교잡종당 10개의 이삭에 대해 10명의 패널을 선정하고 공시된 교잡종을 식미가 가장 우수한 것부터 낮은 순위를 결정하였다. 평균비교, 분산분석 및 특성간 상관관계는 New Mystat Program(1998)을 이용하였다.

3. 경제성 분석

공시 교잡종의 상품성 분석은 100 m^2내의 총개체수를 대상으로 이삭길이가 18 cm이상의 개체수를 3반복 조사하였는데, 유효 이삭수의 계산은 재식거리 80×25 cm와 입모율 80%를 적용 하였으며 조수익은 이삭당 330원으로 10a당 기준으로 계산하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 교잡종의 식물학적 특성

공시 교잡종의 주요 식물학적 특성을 살펴보면 Table 1과 같다. 공시 교잡종의 평균 입모율은 75.7%로 나타났는데, 대덕2호의 38%를 제외하고 비교적 양호 하였다. 주당 평균 분얼수는 대덕찰 옥수수1호는 2개로 대조구인 찰옥2호의 0.6개보다는 많았고 연농찰의 2.6개와는 비슷한 경향을 보였다. Lee 등(2009, 2010)은 식용 풋옥수수를 재배한 경우에는 상품성있는 이삭수를 확보 하는 것이 중요함으로 분얼형 찰옥수수는 상품성있는 수량감소나 이를 제거하기 위한 노동력 제공등 비효율적 요인이라 판단되므로 분얼이 적은 교잡종 육성이 바람직 하다고 보고한바 있다. 대덕찰1호의 간장과 착수고는 196.7 cm와 96.0 cm로 찰옥 1호보다 컷으나 연농찰보다 낮아 안정된 초형을 나타냈다. 경직경은 평균 31 mm로 대조구인 찰옥2호와 연농찰보다 굵게 나타나 도복경감에 유리할 것으로 판단되었다. 출사소요일수는 56일로 조사되었는데 출웅기가 가장 빠른 찰옥2호의 경

Table 1. Comparison of botanical characteristics of the seven waxy hybrids including check.

Hybrids	Seedling -stand	Tillers / plant	Stem height	Ear height	Stem dia.	Days to tassel.	Days to silk.
	%	ea	cm	cm	mm	day	day
CNU-H1	68ab	1.3c	144.7c	63.5d	30b	55	59
CNU-H2	38b	2.0b	204.7a	101.7ab	34a	54	58
Daedukchal 1	86a	2.0b	196.7a	96.0bc	31b	56	59
CNU-H4	78a	2.8a	172.8b	76.7cd	31b	53	56
CNU-H5	89a	2.1b	204.5a	102.2ab	31b	56	59
Chalok 2†	80a	0.6d	174.2b	87.3bc	26c	51	53
Yeonnongchal†	91a	2.6a	207.0a	121.2a	27c	58	59
Mean	75.7	1.9	186.4	92.7	30	55	57

In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.
†: check hybrids

우 51일보다 5일이 늦고(Cha 등, 2010) 연농찰의 56일과 같은 경향을 보였다.

2. 이삭관련 형질

공시 교잡종의 이삭관련 주요특성을 조사한 결과는 Table 2와 같다.

공시 교잡종의 평균 이삭 길이는 18.7 cm로 나타났고 공시 교잡종 중 대덕찰 1호가 21.7 cm로 가장 크게 나타났으며, CNU-H1과 CNU-H2가 연농찰과 비슷하였고 CNU-H4와 CNU-H5는 연농찰보다 다소 작았지만 찰옥2호보다는 크게 나타났다(Lee 등, 2002).

찰옥수수의 상품가치를 18 cm를 기준했을 경우 공시된 대덕찰 교잡종들은 이 조건을 모두 만족하는 것으로 나타났다. 이삭직경에 있어서는 대덕찰 CNU0H1과 CNU-H5가 굵게 나타났고 연농찰이 가장 가늘게 나타나 분얼수에 의한 과번무로 도복발생이나 생육부진의 요인으로 지적되었다. 대덕찰 교잡종의 이삭열수는 12.7개로 연농찰의 9.8보다 많게 나타났으나 찰옥2호보다는 적게 나타났다.

대덕찰 1호를 포함한 모든 공시종의 이삭크기나 착립상태 등은 CNU-H4, CNU-H5, 찰옥 2호를 제외하고는 외관특성이 대체로 양호하였으며 등숙된 이삭의 수확 후 100립중은 대덕찰 1호에서 31.9g으로 가장 높았고 CNU-H2가 30.1 g으로 비교적 높았으며, 연농찰과 찰옥 2호는 각각 26.5 g과 22.1 g으로 나타났다.

3. 식미 관련 형질

공시 교잡종 찰옥수수의 식미관련 주요형질 및 관능검사 결과는 Table 3과 같다.

찰옥수수의 식미에 밀접한 영향을 미치는 과피의 두께는 교잡종간에 유의차가 인정되지는 않았으나 대덕찰 1호가 대덕2호나 연농찰과 비슷한 0.07 mm 내지 0.08 mm로 얇

Table 2. Comparison of botanical characteristics of the seven waxy hybrids including check.

Hybrids	Ear length (cm)	Ear dia. (mm)	No. of rows (ea)	100K. wt. (g)
CNU-H1	19.5b	42b	12.1bcd	26.2bc
CNU-H2	19.9b	44ab	11.4d	30.1ab
Daedukchal 1	21.7a	46a	12.7abc	31.9a
CNU-H4	17.5c	45ab	11.8cd	27.0abc
CNU-H5	18.2bc	46a	13.2ab	27.4abc
Chalok 2†	14.1d	43b	13.3a	22.1c
Yeon nong†	19.9b	39c	9.8e	26.5abc
Mean	18.7	43.6	12.0	27.3

In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.
†: check hybrids

Table 3. Comparison of physicochemical characteristics and table quality for the seven waxy hybrids.

Hybrids	Pericarp thickness	Sugar content	Table quality†
	mm	°Brix	(1 ~ 7)
CNU-H1	0.09a	12.0abc	4.1ab
CNU-H2	0.07a	10.0c	3.3ab
Daedukchal 1	0.08a	11.7abc	3.1ab
CNU-H4	0.11a	10.7bc	2.7b
CNU-H5	0.11a	11.0bc	5.8a
Chalok 2‡	0.14a	12.7ab	5.7a
Yeon nong‡	0.07a	13.3a	2.2b
Mean	0.10	11.6	4.0

In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.
†1(good), 4(intermediate) and 7(bad), ‡ Check hybrid

게 나타나 식미에 유리하게 작용할 것으로 판단되며, 당도 측정결과는 연농찰이 13.3 °Brix로 가장 높게 나타났고, 찰옥 1호와 CNU-H1이 12.0 °Brix 이상으로 높은 편이었으나 대덕찰 1호는 중간값을 나타냈다.

식미 관능평가에서는 CNU-H4가 연농찰과 비슷하게 높은 값을 보였으며, CNU-H5는 찰옥2호와 비슷한 수준으로 낮게 나타났고, 대덕찰 1호를 포함한 CNU-H2는 중간정도를 보였다. 이러한 결과는 생육초기 기상불량으로 개화기의 불일치로 이어졌고, 수확적기 역시 정밀하지 못한 관계로 인해 개화시기가 빠른 찰옥 2호, CNU-H2의 경우 평가에 다소 불리하게 작용 했을 것으로 판단된다.

4. 분산 분석

주요 식물학적 특성에 대한 공시 교잡종의 분산분석 결과를 살펴보면 Table 4에서 보는바와 같이 입묘율, 분얼수, 간장, 착수고, 경직경에서 고도의 유의성을 보였고 이삭관련 형질인 이삭길이, 이삭직경, 이삭열수, 100립중에서 고도의 유의차를 보여 공시 교잡종들간에 뚜렷한 차이가 있었으

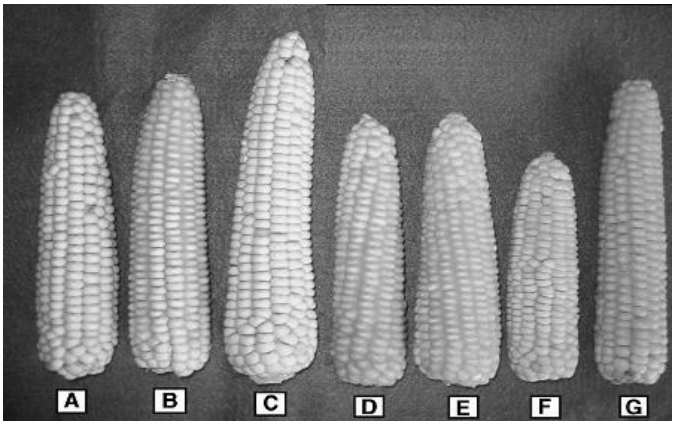

Fig. 1. Comparison of ear length, diameter and number of rows of new waxy hybrids, Daeduk chal.
A : CNU-H1 B : CNU-H2 C : Daedukchal 1 D : CNU-H4 E : CNU-H5 F : Chalok G : Yeon nong

Table 4. Analysis of variance for botanical characteristics of the used waxy corn hybrids.

S V	df	Mean squares								
		Tillers/ plant	Stem ht.	Ear ht.	Stem dia.	Ear length	Ear dia.	100k. wt.	Pericarp thickness	Sugar content
TOTAL	20									
REPS	2	0.02	69.01	43.43	0.00	0.81	0.01	3.26	0.001	2.33
TREAT	6	1.71**	1633.2**	64.8**	0.2**	17.7**	0.1**	29.4**	0.001ns	4.0**
ERROR	12	0.03	32.86	21.79	0.01	0.18	0.01	3.93	0.001	0.67

ns: non-significant. **: significant at 1% level.

Table 5. Correlation relationships between botanical characteristics of the used waxy corn hybrids.

Characters	Stem ht. (SH)	Ear ht. (EH)	Stem dia. (SD)	Ear length (EL)	Ear dia. (ED)	No. of rows (NR)
SH	-	0.55**	0.30	-0.27	-0.35	-0.13
EH			0.04	-0.28	-0.45*	-0.05
SD				-0.14	-0.22	-0.27
EL					0.46*	0.08
ED						0.56**

*, ** : significant at 5% and 1% levels, respectively.

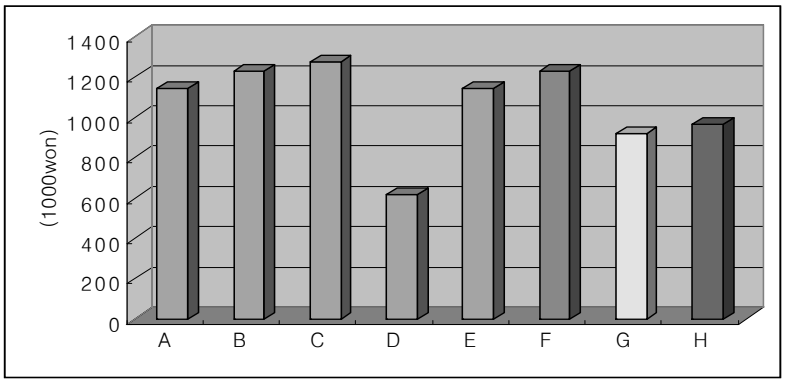

Fig. 2. Crude incomes of new waxy hybrid compared to the national cultivation corn and rice

A : CNUH-1 B : CNUH-2 C : Daedukchal 1 D : CNUH-4 E : CNUH-5 F : Yeon nong
G : Cultivation corn H : Cultivation rice Here : G and H were mean values of national cultivation cultivar.

Table 6. Marketability and crude incomes for the used waxy hybrids. (unit : 1,000won)

Items \ Hybrids	CNUH-1	CNUH-2	Daeduk chal 1	CNUH-4	CNUH-5	Chalok	Yeon-nong
Market(A)	86.7	93.3	96.7	46.7	86.7	43.3	93.3
No. of ears(B)	3,467	3,733	3,867	1,867	3,467	1,733	3,733
Crude income(C)	1,144	1,232	1,276	616	1,144	572	1,232

A: Marketability(%) = No. of marketability ears / sample($100m^2m^2$) × 100
* limit of marketability : 18 cm over in ear length
B: No. of ears on marketability / 10a = 10,000 m^2 / planting density(0.8*0.25) × Seedling-stand(80%) × Marketability(A)
C: Crude incomes (1,000won) = Marketability ears/10a (B) × price(330won/ear)

나 과피두께의 경우 공시종간에 큰 차이를 보이지 않았다.

5. 주요 형질 상관

Table 5는 공시 교잡종에 대한 주요 형질간의 상관관계를 나타낸 결과로 간장과 착수고, 이삭길이와 두께 및 이삭두께와 이삭 열수간에 정의 상관관계를 보여 Lee 등(2001, 2002), Kim 등(2002)이 보고한 결과와 비슷하였다.

6. 경제성 분석

공시 교잡종 찰옥수수를 재배했을 경우 단위면적당 시장성 및 조수익을 분석한 결과는 Table 6과 같다.

상품화율은 대덕찰1호가 96.7%로 가장 높았고, CNU-H2와 연농찰 역시 93.3%로 비교적 높게 나타났다.

10 a당 상품적 가치가 있는 이삭수는 대덕찰 1호가 3,867개로 가장 많았고, 이어서 CNU-H2, 연농찰 순이었다. 최근의 연농찰 판매가격인 1이삭당 330원을 기준으로 10a당 조수익을 예상해 본 결과는 Fig. 2에서 보는 바와 같이 대덕찰 1호가 1,276천원으로 가장 높았고 CNU-H2가 연농찰과 비슷한 1,232천원 수준으로나타나 농촌진흥청에서 발표한 풋옥수수의 2002년 전국평균 조수익인 919천원을 크게 능가하였다.[34)]

이러한 소득수준은 Fig. 3에서와 같이 벼농사의 968천원/10a 보다 30%정도 높은 값으로 식용 옥수수의 재배가 타작물에 비해 경영이 간단하고 재배기간이 짧아 이모작에 유리할뿐만 아니라 영농자재비 등 농업경영비가 비교적 적게 투입됨으로써 소득 기대효과가 높을 것으로 판단된다.

IV. 결 론

옥수수 신품종 대덕찰 1호에 대해 확대 보급을 위해 충북 영동지역에 재배하여 얻은 주요 식물학적 특성, 식미관련 형질 및 조수익을 분석한 결과는 다음과 같다.

1. 대덕찰 1호의 착수고율 48.8%이 안정된 초형을 보였

고 주당 분얼수는 2.0개로 찰옥2호 보다 많았으나 연농찰 비슷한 경향이었다.

2. 이삭의 크기는 대덕찰 1호가 찰옥2호보다는 매우 컷으며, CNU-H1과 CNU-H2는 연농찰과 비슷하였다.
3. 대덕찰 1호의 과피의 두께는 교잡종간의 유의차가 인정되지는 않았지만 대덕2호와 연농찰과 비슷하게 나타났다.
4. 식미 관능검사 결과 연농찰이 우수했고 대덕찰 1호는 CNU-H1, CNU-H2와 같이 중간으로 나타났으며 찰옥2호는 낮게 나타났다.
5. 각 형질간의 상관분석 결과 간장과 착수고, 이삭길이와 두께, 이삭두께와 열수간에 정의 상관관계를 보였다.
6. 경제성 분석결과 상품화율은 대덕찰 1호가 96.7%로 가장 높았고 CNU-H2는 연농찰과 비슷한 93.3%를 보였는데, 10 a당 예상 조수익은 대덕찰 1호가 1,276천원으로 높게 나타났다.

참 고 문 헌

1. Cha HJ, Lee MS, Bok TG, Shin WS, Ju JI, Choi HG, Lee HB. 2010. Major Characteristics of early Waxy hybrids. Korean J. Sci. 42(1): 7I.
2. Choe BH, 1998. New mystat.
3. Chung CT, Choe BH, Lee HB, Lee WK. 1997. Inheritance of kernel color of Korean local maize. Korean J. Breed. Sci. 29(1): 47-55.
4. Helm JL, Zuber MS. 1969. Pericarp thickness of dent corn inbreds lines. Crop Sci. 9: 803-804.
5. Helm JL, Zuber MS. 1970. Effect of harvest date on pericarp thickness in dent corn. J. Plant Sci. 50(4): 411-413.
6. Kim SL, Kim EH, Son YK, Song JC, Hang JJ, Hur HS. 1999. Identification of anthocyanin pigments in black waxy corn kernels. Korean J. Breed 31(4): 408-415.
7. Kim SL, Moon HG, Ryu YH. 2002. Current status and prospect of quality evaluation in maize. Korean J. Crop Sci. 47(S): 107-123.
8. Lee HB, Choi YP, Cha HJ, Lee MS, Choi HG, Joo JI, Kim MK, Ji HC. 2009. A new yellow waxy corn hybrid with high yield “Daehakchal Gold 1” for edible. Korean J. Breed. Sci. 41(3): 279-283.
9. Lee HB, Jung JY, Choi HG, Kim GH, Kim HG, Ju JI. 2001. Study on waxy hybrid using Korean local maize lines I. Growth and yield characteristics in waxy maize hybrid Yeonnong x Jaerae. J. Agri. Sci. 28(2): 65-69.
10. Lee HB, Kim HG, Kim DU, Kim JP, Jung JY, Choi HG, Kang YK. 2002. Study on waxy corn hybrid II. Agronomic characteristics of the new waxy hybrids “Daedukchals”. J. Agri. Sci. 29(2): 1-4.
11. Lee IS, Choe BH, Lee WK, Lee HB. 1993. Interitance of pericarp thickness of waxy maize. Korean J. Crop Sci. 38(6): 489-494
12. Park KY, Choe BH, Jeong SK, Lee SS, Park SU. 1988. Current status of quality improvement in maize. Korean J. Crop Sci. 49-63.
13. Plate AYA, Gallaher DD. 2005. The potential health benefits of corn components and products. Cereal Foods World. 50: 305-314.