한작지(Korean J. Crop Sci.), 61(3): 191~195(2016)
DOI : http://dx.doi.org/10.7740/kjcs.2016.61.3.191

ISSN 0252-9777(Print)
ISSN 2287-8432(Online)

Original Research Article

사료용 다얼·다수성 옥수수의 생육특성·생체 및 건물 수량

나승연[1] · 이문섭[2] · 양재현[1] · 이경은[1] · 이희봉[1,†]

Growth Characteristics·Fresh and Dry Weight of the Corn Inbred Lines with Multi-Tiller and Ear using Forage Crop

Seung-Yeon Na[1], Moon-sub Lee[2], Jae-Hyeon Yang[1], Kyeong-Eun Lee[1], and Hee-Bong Lee[1,†]

ABSTRACT This study was carried out to find a new corn cultivar with multiple tillers that is suitable for forage. Materials were developed at the Corn Breeding Laboratory of Chungnam National University. A total of 3,650 accessions were collected domestically and from other countries, including China. Among them, 16 CNU inbreds, tillering and non-tillering, were compared to each other in terms of stem heigh, number of tillers, fresh weight, and dry weight per plant. Of these surveyed traits, the stem heigh at tasseling stage was 140~190 cm and number of tillers per plant ranged from two to four. Fresh weight and dry weight of these lines were higher in the tillered than in the non-tillered sample.

Keywords : dry and fresh weight, inbred corn, stem height, tasseling stage, tillering

옥수수는 단위면적당 건물수량이 높고 사료가치가 높아 세계적으로 가장 많은 재배와 생산량의 증가가 이루어짐에도 불구하고 최근 이상기후현상에 의해 국제 곡물가격의 폭등으로 옥수수 알곡의 가격 역시 큰 폭으로 상승하고 있으며 동시에 조사료까지 수입에 의존함으로써 국내 가축 사육 농가뿐 만이 아니라 축산업까지 위협을 받고 있다(Hwangbo *et al*., 2014). 1990년의 조사료 수입량은 60천톤에서 최근 급격히 늘어나고 있어 국내 조사료 자급률 향상을 위한 조사료생산의 기반확충이 무엇보다 필요하다(Kwon *et al.,* 2008). 2011년 농림수산식품부의 조사료 증산 대책 보고서를 보면 2010년 조사료 공급량은 국내산 4,127천톤(82%), 수입산 906천톤(18%)으로 자급률은 82%에 육박하지만 국내산 조사료의 경우 생육기의 이상저온 등으로 작황이 불량하여 안정된 조사료 생산을 위해서는 품종의 선택, 기상 생태형, 지역별 파종기에 의한 biomass 생산 체계의 안정화가 요구된다고 보고된 바 있다(Lee *et al*., 2013). 이에 국내·외 전반에 걸쳐 개발된 품종은 모두 주경만 갖는 무분얼성(mono-culm)에 한정되어 진행되었다. 따라서 본 실험실에서는 1990년대 이후 조사료용으로 적합한 건물생산량의 증대가 크게 기대되는 다분얼성 신품종을 육성하기 위하여 국내 수집 옥수수 유전자원을 계통육성하고, 이들 계통간 상호 교배에 의한 새로운 형태의 교잡종 육성을 목표로 진행 중에 있다. 그 일환으로 그 동안 육성된 다분얼 CNU옥수수 육성 계통에 대한 작물학적 특성 및 건물 수량을 비교하여 새로운 교잡종 육성을 위한 기초자료를 얻고자 실시하였다.

재료 및 방법

공시 재료

공시재료는 충남대학교 작물 유전 육종학 실험실에서 개발한 다분얼 옥수수로써 국내수집자원에서 육성된 CNUB14T-01 계통 외 10계통과 무분얼성 CNUB14-07 외 4계통을 사용하였다.

[1)]충남대학교 식물자원학과 (Department of Agronomy, Coll. of Agri. & Life Sci., Chungnam Nat`l Univ., Daejeon 34134, Korea)
[2)]미국 일리노이대 농학과 (Department of crop Sci. University of Illinois, Urbana-Chamoaign, IL, USA)

[†]Corresponding author: Hee-Bong Lee; (Phone) +82-42-821-5727; (E-mail) hblee@cnu.ac.kr
<Received 18 June, 2016; Revised 12 August, 2016; Accepted 24 August, 2016>

ⓒ 본 학회지의 저작권은 한국작물학회지에 있으며, 이의 무단전재나 복제를 금합니다.
This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

재배 방법

공시된 16 계통의 주요 작물학적 특성을 비교하기 위해 2014년 5월 20일 충남대학교 옥수수 시험 포장에 재식 거리를 70 × 30 cm로 1주 1본으로 3반복 배치하여 점파하였다. 시비량은 N-P_2O_5-K_2O (20-10-10 kg/10a)로 이 중 질소는 10 kg을 밑거름으로 시용하였고 나머지 10 kg은 7~8엽기에 웃거름으로 추비하였으며 인산과 칼리는 전량 기비로 시용하였다. 파종 후 흑색비닐로 멀칭하였으며 조명나방 방제를 위해 토양살충제인 카보퓨란 입제를 10a당 2 kg씩 1회 살포하였다. 기타 재배관리는 옥수수 표준재배법에 준하였다.

생육 특성

공시된 16개 계통에 대한 주요 특성은 주당 분얼수, 출웅소요일수, 출사소요일수, 간장, 착수고, 도복정도, 주당 이삭무게를 조사하였고, 조사료 용도와 연관성이 높은 주당 생체중은 출사후 7일 후에 건물중은 출사후 30일 후에 조사하였다.

통계분석

계통 간 유의성 검정 비교를 위해 SAS 9.3을 이용하여 분산분석을 실시하였으며, Duncan's multiple range test에 의하여 5% 유의수준에서 처리구간의 통계적인 차이를 비교하였다.

결과 및 고찰

작물학적 특성

분얼형과 무분얼형 CNU 옥수수 주요 계통에 대한 작물학적 특성, 건물 및 종실수량을 비교한 결과는 Table 1과 같다. 분얼수는 CNUB14T-03계통과 CNUA14T-11계통에서 주당 4개로 가장 높은 값을 보였으며 간장과 착수고는 CNUB14-09계통에서 183.5 cm와 126.3 cm로 가장 컸다. 출웅소요일수와 출사소요일수는 무분얼형인 CNUB14-07이 각각 56일과 64일로 가장 빠르게 나타난 반면에 무분얼형인 CNUA14-01 계통은 각각 66일과 75일로 가장 늦은 것으로 나타났다. 도

Table 1. Comparison of major characteristics of CNU tillering and non-tillering corn inbred lines.

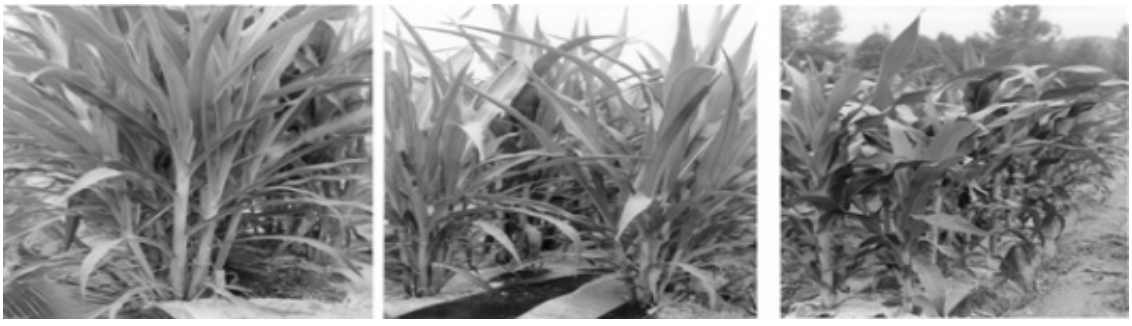
Characters / Inbreds	No. of tiller/plant (no)	Days to tassel (day)	Days to silk (day)	Stem height (cm)	Ear height (cm)	Lodging[1)] (1~9)	Ear weight /plant (g)
CNUA14T-04	2	58	66	187.4±7.0[2)]ab[3)]	67.2±5.7de	1	179.4±31.6c
CNUA14T-07	3	59	67	174.0±11.5a-d	50.6±1.9fg	2	110.6±28.2fg
CNUA14T-11	4	58	69	182.4±9.6a-d	58.6±1.7ef	1	147.7±20.6de
CNUA14T-14	3	60	69	166.0±8.7cde	51.5±2.8fg	2	101.9±14.8fgh
CNUA14T-15	3	59	70	188.9±0.4a	79.8±2.2c	1	147.3±7.1de
CNUB14T-01	2	64	72	177.8±6.4a-d	48.3±4.2fg	1	249.0±1.8a
CNUB14T-02	3	65	72	169.8±2.0a-d	46.8±6.4gh	2	67.5±4.6i
CNUB14T-03	4	61	69	167.3±7.1b-e	107.1±6.5b	1	117.8±0.3ef
CNUB14T-04	2	59	64	174.2±9.9a-d	32.9±3.5i	2	145.3±0.7de
CNUB14T-05	2	60	66	186.2±8.4ab	70.8±0.6cd	2	211.3±3.3b
CNUB14T-06	3	62	79	175.3±4.2a-d	36.1±6.3i	1	67.8±3.4i
CNUA14-01	1	66	75	161.2±2.9ed	77.8±7.5c	1	90.6±4.7f~i
CNUA14-16	1	60	71	188.8±9.4a	70.6±2.1cd	2	166.8±13.4cd
CNUB14-07	1	56	64	148.2±8.3e	37.1±1.6hi	2	211.8±5.4b
CNUB14-08	1	63	69	163.8±16.1de	64.1±2.2de	2	80.4±4.4ghi
CNUB14-09	1	64	72	183.5±14.2abc	126.3±8.2a	2	79.4±4.1hi
Mean	2.3	61	69	174.7	64.1	2	135.9
C.V.(%)	47.3	4.7	4.4	6.6	39.6	32.8	41.3

[1)]1 (strong)~9 (weak)
[2)]Mean ± standard deviation.
[3)]Values with the same letter in a column are not significantly different at 5% level by DMRT

Table 2. Comparison of fresh and dry weights of tillering and non-tillering corn inbred line.

Characters / Inbreds	Fresh weight /plant, A (g)	Dry weight /plant, B (g)	B/A (%)	Tiller type
CNUA14T-04	788.8±215.6[1])cb[2])	223.7±16.4bc	28	
CNUA14T-07	2367.8±698.2a	532.8±55.9a	22	
CNUA14T-11	1016.5±62.5b	276.5±63.57b	27	
CNUA14T-14	811.9±68.4cb	236.4±14.1b	29	
CNUA14T-15	2341.9±605.4a	490.7±105.5a	21	
CNUB14T-01	583.9±73.3bcd	194.4±6.1bcd	33	Tillering
CNUB14T-02	142.9±26.2d	50.0±5.5h	35	
CNUB14T-03	297.6±12.0cd	81.1±9.2efgh	27	
CNUB14T-04	404.5±48.4cd	126.2±4.0defgh	31	
CNUB14T-05	455.2±131.8bcd	144.1±38.6cdef	32	
CNUB14T-06	178.8±12.7d	59.7±1.4fgh	33	
CNUA14-01	390.5±10.8cd	132.9±13.2defgh	34	
CNUA14-16	471.8±76.2bcd	147.1±17.3cde	31	
CNUB14-07	529.8±96.2bcd	138.9±9.8defg	26	Non-tillering
CNUB14-08	152.1±19.3d	51.4±5.7h	34	
CNUB14-09	176.7±22.2d	53.4±5.8gh	30	
Mean	694.4	183.7	30	

[1])Mean±standard deviation.
[2])Values with the same letter in a column are not significantly different at 5% level by DMRT



CNUB14T-01 CNUB14T-05 Non-tiller

Fig. 1. Growth characteristics of CNU tillered and non-tillered inbred corns.

복은 전체 공시 계통에서 내도복성으로 나타났으며, 이삭무게는 2개의 분얼을 보인 CNUB14T-01계통이 249.0 g으로 가장 높게 나타난 반면에 주당 3개의 분얼을 나타낸 CNUB14T-02가 67.5 g로 가장 낮게 나타났다. 전체 계통에 대한 이삭무게는 분얼이 많을수록 낮은 수치를 나타냈고 분얼이 적을수록 이삭무게가 높은 값을 나타내는 경향을 보였는데, Table 1과 Table 2에서 나타난 CNUB14T-1계통과 CNUB14T-5계통에서 종실, 생체중 및 건물중이 높았으며, Fig. 2와 같이 지상부 생육이 왕성했고, 분얼경이 유효경으로 주당 이삭수와 이삭무게가 높게 나타났다. 옥수수 단위면적당 종실 및 건물수량은 우수 교배친간의 품종육성이 중요하며, 이들 공시계통에 대한 재배기술 역시 유효경 증대를 위해서 소식재배가 유리하고, 분얼수 증대 및 건물 증대를 위해서는 생육 후기내 추비의 효과가 크다고 보고한 바 있다(Lee *et al*., 1999). 또한 Russell (1974)과 Duvick (1977)은 옥수수 최대 수량을 위해서는 입모능력,

a b c

Fig. 2. Growth characteristics of whole plant (a), tillering habits (b) and ear pattern (c) in CNUB14T-01 × CNUB14T-05, F1 hybrid.

재해저항성 및 밀식 저항성이 높은 교잡종 선발이 효과적이라고 하였다. 따라서 조사료용 신품종 옥수수의 우수성을 보이기 위해서는 사료의 TDN함량이 높을수록 유리한데 그러기 위해서는 유효경수가 높은 교배친의 육성과 경엽의 녹체성을 후기 생육시까지 유지되는 것이 중요한 평가요인으로 보고된 바 있다(Choe *et al*., 1992).

따라서 분얼 각각에 대해 이삭을 갖는 새로운 계통 육성과 이들 상호 교배에 의한 교잡종에서 다수성 이삭과 후기 녹체성을 갖는 교잡종이 건물 생산 증대 및 영양가 제고에 갖추어야 할 신품종 구비요건으로 판단된다(Fig. 2).

생체중 및 건물중

생체중과 건물중은 Table 2와 같이 분얼형 계통에서 전체적으로 높은 경향을 보였는데 CNUA14T-07 계통이 각각 2367.8 g, 532.8 g으로 가장 높게 나타났고 이어서 CNUA14T-15가 각각 2341.9 g, 490.7 g로 높게 나타났다. 이들 두 계통은 주당 분얼수가 Table 1에서와 같이 3개를 보였고 주경과 동시성장을 보여 분얼모두가 유효경으로 나타났다. 이에 대해 Lee *et al*. (1999)은 건물 및 생체중의 증가를 위해서는 분얼수의 증가보다는 종실수확이 가능한 유효분얼수의 확보가 중요하다고 하였으며, 다분얼 계통이 생체중과 건물중이 높게 나온 결과는 Ji (1999)의 보고와도 일치하였다. 따라서 주당 유효분얼수가 많고 후기녹체성이 강한 CNUA14T-07과 CNUA14T-15 계통은 국내옥수수 우수 조사료 품종 육성 재료로 적합할 것으로 기대된다.

Choe *et al*. (1992)은 분얼형 옥수수 교잡종이 무분얼성인 진주옥보다 10% 건물수량 증수를 보고한 바 있는데, 이들 교배친의 생육특성이 착수고가 높고, 후기 녹체성이 낮아 전체 건물수량의 증대에 크게 부족함으로 이들 관련형질을 보완할 수 있는 새로운 자원의 발굴이나 다계 교잡에 의한 우수 계통을 육성·도입함으로써 생체나 건물 또는 종실 수량의 증가에 크게 기여할 것으로 판단되었다.

결 론

국내 조사료 자급율을 높이고 국제경쟁력을 제고하기 위해서는 관행적으로 재배하고 있는 무분얼성 교잡종보다 새로운 조사료용 신품종 육성으로 주당 유효분얼수가 많은 다분얼성 및 다이삭 계통의 선발 및 육성이 중요하다고 판단된다. 이와 같은 사실로 미루어 본 실험실에서 보유하고 있는 다분얼 계통인 CNUA14T-07과 CNUA14T-15이 교배친으로 가장 유망할 것으로 판단되며, 금후 이들 계통간 상호교배를 통해 생육이 왕성하고, 후기 녹체성이 강하며, 유효 분얼경 비율이 높은 교잡종이 육성되어야 할 것이다.

적 요

국내 옥수수 유전자원 중에서 분얼이 많고 생육이 우수한 계통을 이용하여 생육특성 및 건물수량을 조사한 결과는 다음과 같다.

1. 육성된 계통의 평균 간장은 174.7 cm, 개화소요일수는 61일, 주당분얼수는 2.3개, 착수고는 64.1 cm로 나타났다.
2. 평균 도복율은 2정도로 모든 계통에서 내도복성을 가졌다.
3. 주당 평균 이삭중은 135.9 g으로 CNUB14T-01에서 249.0 g으로 가장 높았다.
4. 공시계통의 주당 평균 생체중과 건물중은 각각 694.4 g과 183.7 g으로 나타났으며, 평균 건조 비율은 30%로 나타났다.
5. 공시계통 중에서 CNUA14T-07의 생체중과 건물중이 2367.8 g과 532.8 g으로 가장 높게 나타났다.

인용문헌(REFERENCES)

Choe, B. H., H. B. Lee, and W. K. Lee. 1992. Agronomic Characteristics of Maize Inbreds with Tillers and their Hybrids. *Korean Journal of Breeding*. 23(4) : 265-268.

Duvick, D. N. 1977. Genetic rates of gain in hybrid maize yields during the past 40 years. *Maydica* 22 : 187-196.

Hwangbo, S. 2014. Effects of Mixed Sowing with Legumes and Applying Cattle Manure on Productivity, Feed Values and

Stock Carrying Capacity of Whole Crop Wheat in Gyeongbuk Regions. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 34(1) : 52-59 (in Korean).

Ji, H. C. 1999. Comparison of Yield Characteristics of Hybrids in Tillering Maize. 1999. *Korean Journal of Plant Resources*. 12(2) : 161-165 (in Korean).

Kwon, Y. U., S. B. Baek, H. Y. Heo, H. H. Park, J. G. Kim, J. E. Lee, C. K. Lee, and J. C. Shin. 2008. Changes in Forage Quality of Plant Parts with Harvesting Time in Five Winter Cereal Crops. *Korean Journal of Crop Science*. 53(2) : 144-149 (in Korean).

Lee, H. B., C. M. Kim, G. H. Kim, J. Y. Jung, C. T. Jung, J. H. Yu, and B. H. Choe. 1999. Contribution of Main Stem and Tiller of Hybrid Tillering Maize to Dry Matter Production and Kernel Yield. *Korean Journal of Breeding*. 31(3) : 209-217 (in Korean).

Lee, J. J., J. G. Kim, B. R. Sung, T. H. Song, and T. S. Park. 2013. Studies on Growth, Forage Yield, and Nutritive Value according to Different Seeding Dates of Barnyard Millet. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 33(4) : 245-251 (in Korean).

Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. 2011. Enhancement of roughage: 3 (in Korean).

Russell, W. A. 1974. Comparative performance of maize hybrids representing differents eras of maize breeding : 81-101.