

Research Article

Teosinte (*Zea mays* ssp. *mexicana*) 신품종 극동 6호에 관한 생육특성, 수량성 및 사료가치

최 영 · 김은중 · 이상무*

경북대학교 축산학과

Growth Characteristics, Yield and Nutritive Values of New Teosinte, 'Geukdong 6'

Yong Cui, Eun Joong Kim and Sang Moo Lee*

Department of Animal Science, Kyungpook National University, Sangju 37224, Korea

ABSTRACT

This study was conducted to evaluate growth characteristics, yield and feed value of newly developed domestic teosinte (Geukdong 6) compared to widely cultivated silage corn hybrid (31N27) and sorghum × sudangrass hybrid (P877F). Geukdong 6, a new single cross (Teosinte × Suwon 19) variety, is a teosinte (*Zea mays* L. ssp. *mexicana*) developed by the Geukdong 6 of agricultural company corporation (GACC) in An-dong province. This field experiment was designed in a randomized block design with three replications and consisted of silage corn (T1), sorghum × sudangrass hybrid (T2) and Geukdong 6 (T3). Leaf length, number of leaves, number of tillers and fresh yield of T3 were higher than that of T1 and T2 ($p < 0.05$). Dry matter yield of T3 was lower than that of T1 ($p < 0.05$). In particular, T3 (0.1 kg/cm^2) showed to be very tender compared to other T1 (0.5 kg/cm^2) and T2 (0.5 kg/cm^2), ($p < 0.05$). The crude protein content of T3 as 8.25% was higher than that of T2 (5.90%), ($p < 0.05$). However, there was no significant differences between T1 (8.14%). The brix degree of T2 was higher than that of T1 and T3 ($p < 0.05$). T3 showed higher content of total minerals compared to T1 and T2 ($p < 0.05$). The relative palatability of T3 was higher than T1 and T2 ($p < 0.05$), when fed to deer as soiling crop. However, it showed a lower than T1 in Korean native cattle and Korean native goats. The relative palatability of the silage shown in order of $T1 > T3 > T2$ in Korean native cattle, spotted deer, and Korean native goats. As mentioned above the results, Geukdong 6 (T3) could be recommended as using of soiling and lab silage, when high fresh yield, tender stem, number of many leaf, content of high crude protein, and palatability higher than sorghum × sudangrass hybrid were considered.

(Key words : Teosinte, Geukdong 6, Growth characteristics, Yield, Palatability)

I. 서 론

국내에서는 반추가축에게 급여하는 조사료 및 곡류의 생산능력이 한정되어 있어서 해외로부터 수입 의존도가 매우 높다. 수입되는 건조 및 곡류는 국제공급 능력에 따라 가격 변동이 심하여 조사료 및 곡류 생산기반이 취약한 축산농가에서는 안정적으로 농장을 경영하기가 매우 어려운 실정이다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 먼저 반추가축에 많이 이용되는 조사료에 대하여 생산여건 중 수량성이 높은 사료작물을 재배하여 국내 조사료 자급률을 높여 주는 것이다. 이에 따라 국내에서는 생산수량, 사료가치가 높

은 옥수수 품종들을 가장 많이 권장해 왔다 (Ji et al., 2012; Son et al., 2012). 또한 옥수수 품종들은 사일리지 품질이 우수하고, 파종에서 수확까지 기계화를 통하여 노동력을 줄일 수 있는 작물이라는 원인도 있다 (Lee et al., 1996; Lee et al., 2007; Ji et al., 2009; Son et al., 2009; Lee and Lee, 2010). 이러한 원인으로 하계작물로서 가장 많이 재배되는 사료용 옥수수는 2013년 총 종자 공급량이 257톤이었으며 이중 수입 종자가 57%, 국내 육성 품종 (광평옥 등)이 111톤으로 43%를 차지하고 있다 (Son et al., 2014). 그리고 현재 이용하고 있는 우리나라 사료용 옥수수는 대부분 영양분이 풍부한 알곡과 함께 이용하기 때문

* Corresponding author : Sang Moo Lee, Department of Animal Science, Kyungpook National University, Sangju 37224, Korea. Tel: +82-54-530-1224, E-mail: smlee0103@knu.ac.kr

에 조사료로서의 기능과 농후사료로서의 역할을 동시에 수행하는 곳에 초점을 맞추어 재배되고 있다(Son et al., 2006). 이러한 재배 방법에 의하여 사료용 옥수수는 알곡이 성숙할 때까지 재배기간을 연장하기 때문에 알곡과 줄기는 매우 딱딱한 상태가 된다. 따라서 사료용 옥수수의 영양적 특성과 물리적 특성을 고려하여 반추가축에게 효율적으로 이용하는 것이 사일리지로 제조하는 것이다(Jorgensen and Crowley, 1972; Stoneberg et al., 1974; Lee et al., 1996). 그러나 전작물 수확시기가 늦어지고, 옥수수 재배가 어려운 지역이나 옥수수 병충해가 심한 지역에서는 하계작물로 수수×수단그라스 교잡종 계통을 청예용 및 사일리지용으로 많이 재배하고 있지만(Lee, 2005; Ji et al., 2010), 수수×수단그라스 교잡종은 출수가 되면 리그닌 함량이 증가하여 사료가치가 떨어지는 문제점을 가지고 있다(Seo, 1984; Lee et al., 2000). 이러한 문제점을 해결하고 다수확을 위하여 개발된 극동 6호(Teosinte×수원19호)는 여름철 청예용 및 사일리지용으로 이용할 수 있는 품종이다. 특히 극동 6호는 사일리지용 옥수수의 장점과 Teosinte의 장점(다발성이며, 엽과 줄기가 대부분이며 알곡 형성은 매우 적고, 수량성이 높은 작물; Doebley, 2004)을 잘 이용한 교잡종이다. 최근 극동 6호는 수량성이 뛰어나서 재배 농가로부터 많은 관심을 받고 있으며, 종자 보급회사에 따르면 2015년 현재 약 3톤의 종자가 농가에 보급되어 300 ha 경작되었다고 한다. 그리고 종자보급은 축협 및 농협을 통하여 판매되고 있으며 재배 농가는 증가하는 추세에 있다. 그러나 Teosinte 신품종인 극동 6호에 관한 국내 연구 결과 보고는 전무한 실정이다. 따라서 본 연구는 극동 6호의 생육특성, 수량성 및 사료가치를 기존 하계 사료작물들과 비교 평가함으로써, 조사료 생산 농가에 기초자료를 제공하고, 극동 6호에 대한 사료적 가치에 대하여 평가하고자 본 연구를 실시하였다.

II. 재료 및 방법

1. 시험포장

본 실험포장은 경북 상주시에 소재한 경북대학교 사료작물 실습장에서 수행하였다.

2. 실험설계

실험에 사용된 공시품종으로는 옥수수 만생종 품종인 31N27 (T1), 청예 및 사일리지용 수수×수단그라스 교잡종 P877F (T2), Teosinte 신품종 극동 6호 (T3)를 각각 3반복 난괴법으로 배치를 하였다. 파종 시기는 사일리지용 옥수수를 5월 1일, 청예 및 사일리지용 수수×수단그라스 교잡종과 Teosinte 품종인 극동 6호는 5월 13일에 파종을 실시하였다. 수확 시기는 모든 처리구를 8월 20일에 하였다. 파종 시 재식거리는 옥수수를 75 cm×20 cm, 수수×수단그라스 교잡종은 50 cm×5 cm, Teosinte는 75 cm×15 cm로 하였으며, 시험구당 면적은 3 m×5 m=15 m²로 하고 2립 점파하였다. 그리고 옥수수는 파종 후 20일, 수수×수단그라스 교잡종은 17일, Teosinte는 24일이 경과하는 시점에 1주만 남겨 두고 솟아주었다. 그리고 결주된 곳은 예비 포장에서 재배한 것으로 보파하였다. 잡초 제거는 각 처리구 별로 밭아 후 초장이 5 cm 정도 성장 하였을 때 1차 제거하였으며, 그 후 10일 간격으로 2, 3, 4, 5차 걸쳐 인력으로 제거하였다. 옥수수 그리고 실험기간 동안 기상조건은 Table 1에 나타내었다.

3. 시비방법

시비량은 질소, 인산, 가리를 각각 200, 150, 200 kg/ha를 사용하였으며, 이중 인산은 기비로 전량 시비하였다. 질소

Table 1. Monthly meteorological data during the experimental period

Month	Day	Mean temp (°C)	Sunshine (hr.)	Precipitation (mm)	Rainy days (day)
May	1~7	18.0	62.1	5.5	1
	8~14	19.0	69.8	9.6	2
	15~21	19.7	62.1	0.3	1
	22~28	23.4	87.4	0.0	0
	1~31	20.2	308.0	18.1	4
June	1~30	22.9	213.3	125.2	8
July	1~31	25.0	203.6	150.7	15
August	1~31	25.6	219.8	45.0	9

와 가리는 기비로 60%, 추비로 40%로 하여 분할 시비하였으며, 추비는 옥수수가 8엽기에 도달하였을 때 모든 처리구에 실시하였다.

4. 조사항목 및 조사방법

생육특성은 예취 전 중앙 2열에서 가장 평균적인 주를 각 반복별 10주씩 선발하여 조사 한 후, 동일한 샘플에 대하여 당도측정은 PR-101 당도계(일본)를, 그리고 fructose, glucose, dextran, isomerase, inverted sugar 함량은 각각 PAL-14S, PAL-15S, PAL-12S, PAL-16S, PAL-18S 측정기(일본)를 이용하여 예취 된 부위로부터 10 cm 지점을 압착하여 즙을 채취 후 그 시료로 측정하였다. 경경도는 KM 스프링 경도계 Q-0073(일본)을 이용하여 예취 된 부위로부터 10 cm 지점을 측정하였다. 수량조사는 각 중앙 2열을 예취하여 생초수량을 조사한 후 각 구마다 3주씩 선발하여 통풍건조기에서 55℃로 5일간 건조 후 평량하여, 건물물을 구하고 분쇄하여 분석시료로 사용하였다. 일반성분은 AOAC 법 (1995)에 의하여 분석하였으며 ADF와 NDF는 Goering 과 Van Soest (1970)의 방법으로 분석하였다. 생초에 대한 기호성 시험은 옥수수, 수수×수단그라스 교잡종, Teosinte 를 각각 5 cm 정도로 절단하여 한우(♀ 2두, 450±22 kg), 흑염소(♀ 2두, 31±5.5 kg), 꽃사슴(♂ 2두, 85±8 kg)에게 각각 30, 10, 10 kg를 제공하여 2시간 동안 채식한 량을 상대 비교하였다. 이때 공시 가축들은 아침 사료를 채식 한 후 3시간이 경과한 시점으로서 중복상태였다. 사일리지의 기호성 시험은 각 원료를 3 cm 정도로 절단하여 100 l 플라 스틱 통에 충전 한 후 60일간 발효(저장)하여 청예 기호성

시험과 동일하게 하였다.

무기물 성분은 시료를 전처리한 후 Ca, Cu, Co, Fe, K, Mg, Mn, Mo, Na, Zn, 등은 ICP(Inductively Coupled Plasma, IRis Intrepid, Thermo Elemental Co., UK) A393.366, A324.754, A228.616, A259.940, A766.491, A285.213, A257.610, A202.030, A588.995, A213.856에서 각각 분석하였다. 이때 분석조건은 approximate RF power가 1,150 W 이며, analysis pump rate는 100 rpm, nebulizer pressure와 observation height는 각각 30 psi 및 15 mm로 하였다. 유기 산 분석에 있어서 Lactate는 미국 Bio Vision 회사 제품인 Lactate colorimetric assay kit(#K627-100)와 D-lactate colorimetric assay Kit(#K667-100)을 이용하여 분석하였다. 그리고 Acetate와 Butyrate는 BR-Wax fame(BR87503, German) 칼럼과 Volatile fatty acid 표준액(Sigma Aldrich, 46975-U, USA)을 이용하여 Gas chromatography로 분석하였다.

5. 통계처리

본 시험 성적의 유의성 검정은 SAS (Statistics analytical System, USA) Program (2002)을 이용하여 Duncan의 다중검정 방법으로 5% 수준에서 유의성 검정을 실시하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 생육특성 및 건물수량

Table 2는 옥수수(31N27), 수수×수단그라스 교잡종(P877F), Teosinte(극동6호)의 생육특성 및 건물수량을 나타낸 것이

Table 2. Growth characteristics and yield of corn, sorghum × sudangrass hybrid and teosinte

Items	Treatments		
	T1	T2	T3
Plant length (cm)	269.6±9.6 ^a	284.8±6.1 ^a	248.7±8.9 ^b
Leaf length (cm)	65.4±3.6 ^c	80.1±1.5 ^b	136.2±2.7 ^a
Leaf width (cm)	9.5±0.4 ^a	5.4±0.3 ^c	6.1±0.0 ^b
Number of leaf (No.)	15.2±0.6 ^a	10.6±0.2 ^b	13.0±1.9 ^a
Dead leaf (No.)	2.8±0.4 ^{ns}	2.8±0.3	2.5±0.8
Stem diameter (mm)	20.9±0.5 ^a	9.6±0.6 ^c	15.3±1.4 ^b
Number of tillers	0.0±0.0 ^b	0.0±0.0 ^b	15.5±3.1 ^a
Stem hardness (kg/cm ²)	0.5±0.1 ^a	0.5±0.0 ^a	0.1±0.0 ^b
Fresh yield (kg/ha)	46,924.4±3,077.3 ^b	41,022.2±3,573.9 ^b	82,457.8±5,035.9 ^a
Dry matter yield (kg/ha)	17,221.3±1,129.4 ^a	12,347.7±1,075.8 ^b	12,409.9± 757.9 ^b

ns : not significant.

^{a,b,c} Means in a row with different superscripts are significantly different (p<0.05).

다. 생육특성을 살펴보면 초장은 T2구가 284.8 cm로 가장 길었으며, T3구가 248.7 cm로 가장 짧았다 ($p<0.05$). 엽장은 T3구가 136.2 cm로 가장 긴 길이를 나타냈으며, T1구가 65.4 cm로 가장 짧게 나타냈다 ($p<0.05$). 엽폭은 T1구가 9.5 cm로 가장 높게 나타났으며, T2구가 5.4 cm로 가장 낮게 나타냈다 ($p<0.05$). 고사엽은 모든 처리구에서 유의적인 차이를 나타내지는 않았다. 경의 굵기는 T1구가 20.9 mm로 가장 굵었으며 T2구가 9.6 mm로 가장 얇았다 ($p<0.05$). 분얼수는 T1구와 T2구에서는 발생 되지 않았으나 T3구에서는 15.5개로 매우 높게 나타냈다 ($p<0.05$). 경경도는 T1구가 가장 딱딱하였으며 T3구가 가장 부드럽게 나타냈다 ($p<0.05$). 생초수량은 T2구가 41,022.2 kg/ha로 가장 낮게 나타냈으며, T3구가 82,457.8 kg/ha로 가장 높게 나타냈다 ($p<0.05$). 이는 T3구의 높은 분얼성과 많은 엽수가 영향을 미쳤을 것이라고 생각된다. 건물수량은 T1구가 17,221.3 kg/ha로 가장 높았으며 T3는 12,409.9 kg/ha로 낮게 나타냈다 ($p<0.05$). T3구는 높은 생초수량을 기록하였으나 건물수량이 비교적 적게 나타난 것은 약 85% 정도 되는 높은 수분함량에 원인이 있는 것으로 판단된다. 일반적으로 옥수수 품종의 건물수량에 대한 보고를 보면 Lee et al. (2004)은 고랭지에서 파종시기와 수확시기에 따라 평균 13,086~16,836 kg/ha, Lee and Lee (2010)는 논토양에서 재배 시 재배기간에 따라 15,240~22,661 kg/ha 생산되었다고 보고하였다.

그리고 수수×수단그라스 교잡종의 건물 생산량에 있어서 Lee et al. (2000)은 출수형과 비출수형에서 각각 7,686, 9,851 kg/ha를 생산하였다고 하였으며, Jeon et al. (2012)은 수수×수단그라스 교잡종 9품종 시험에서 건물생산량은 11,097~16,084 kg/ha 범위를 나타낸다고 하였다. 위에서 보고된 연구 결과와 본 연구에서 나타난 극동 6호의 수량성을 비교하면 일반 품종 옥수수에 비해서는 떨어지지만, 수수×수단그라스 교잡종과는 비슷한 수량성을 나타냈다. 이상과 같이 극동 6호는 옥수수, 수수×수단그라스 교잡종에 비하여 분얼성이 강하며 생초수량이 높고, 경이 매우 부드

러운 특징을 가지는 것으로 나타났다. 그러나 일반 옥수수, 수수×수단그라스 교잡종에 있어서는 파종시기, 적정 비료량, 재식밀도, 수확시기에 대한 연구가 이루어져 있어서 이들에 대한 재배법은 거의 확립되었다고 볼 수 있다. 그러나 Teosinte 신품종 극동 6호에 대한 파종시기, 재식밀도, 비료량 및 수확시기에 대한 연구는 전무한 실정이다. 향후 극동 6호에 대한 재배 방법이 확립된다면 본 실험 결과 보다 훨씬 높은 생초수량과 건물수량을 생산할 것으로 판단된다.

2. 일반성분

Table 3은 옥수수, 수수×수단그라스 교잡종, Teosinte (극동 6호)의 일반성분을 나타낸 것이다. 조단백질함량은 T3구가 8.25%로 가장 높았으며 T2구가 5.90%로 가장 낮은 함량 치를 보였다 ($p<0.05$). Lee (2004)는 국내 육성 및 도입 옥수수 16품종을 분석한 결과 조단백질함량은 7.0%~8.5% 범위로 나타났다고 하였으며, Kim et al. (2012)은 옥수수 10품종을 재배 시 조단백질함량은 6.4%~8.0% 범위를 나타났다고 보고하였다.

Jeon et al. (2012)은 수수×수단그라스 교잡종의 10품종의 조단백질함량은 3.5~6.5% 범위 였다고 하였다. Lee et al. (2007)은 조단백질 함량은 엽의 탈락 정도, 하고엽 수, 경의 목질화 및 암이삭 비율 등 다양한 요인들에 의해 영향을 받는다고 하였다. 조지방 함량을 보면 T2구가 1.29%로 가장 낮았고 T1구가 2.01%로 가장 높은 수치를 보였다. 조회분 함량을 보면 T1구가 4.30%로 가장 낮았고 T3구가 10.26%로 가장 높은 수치를 나타냈다 ($p<0.05$). NDF 함량을 보면 T1구가 35.25%로 가장 낮았고 T3구가 53.56%로 가장 높게 나타냈다 ($p<0.05$). ADF 함량을 보게 되면 T1구가 17.63%로 가장 낮았으며 T2구가 30.86%로 가장 높게 나타냈다 ($p<0.05$). Ji et al. (2009)은 옥수수 품종에 있어서 광평옥, 강다옥 P3394, P3156, P32P75 및 DK697 품종의

Table 3. Chemical compositions of corn, sorghum×sudangrass hybrid and teosinte (DM, %)

Items	Treatments		
	T1	T2	T3
Crude protein (%)	8.14±0.03 ^a	5.90±0.25 ^b	8.25±0.37 ^a
Crude fat (%)	2.01±0.07 ^a	1.29±0.08 ^c	1.77±0.14 ^b
Crude ash (%)	4.30±0.38 ^c	5.63±0.76 ^b	10.26±0.69 ^a
NDF (%)	35.25±0.79 ^b	52.02±0.99 ^a	53.56±0.58 ^a
ADF (%)	17.63±0.86 ^b	30.86±0.78 ^a	30.64±0.63 ^a

ns : not significant.

^{a,b,c} Means in a row with different superscripts are significantly different ($p<0.05$).

NDF 함량은 35.8~43.3% 범위를 나타냈으며, ADF 함량은 17.8~24.4% 범위 였다고 하였다. 따라서 Teosinte (극동 6호)는 일반 옥수수, 수수×수단그라스 교잡종에 비하여 단백질, NDF 및 ADF 함량이 높은 작물로 나타났다.

3. 당도

Table 4는 옥수수, 수수×수단그라스 교잡종, Teosinte의 당도를 나타낸 것이다. 사일리지 제조 시 발효 품질에 영향을 미치는 당도를 보면 T2구가 7.56 Brix로 가장 높게 나타낸 반면 T1구는 3.63 Brix로 가장 낮게 나타났다 ($p<0.05$). Smith (1972), Lee and Lee (2010)는 일반적으로 옥수수 사일리지 제조 시 하베스터로 수확하면 경경도는 큰 문제가 되지 않지만, 당도가 떨어지는 것은 사일리지 품질에 영향을 미친다고 하였다.

그 밖에 Fructose, Glucose, Dextran, Isomerase, Inverted

sugar 등은 T1구에서 가장 낮게 나타낸 반면, T2구에서 가장 높게 나타났다 ($p<0.05$). 따라서 Teosinte (극동 6호)는 당도, Fructose, Glucose, Dextran, Isomerase, Inverted sugar 함량은 수수×수단그라스 교잡종 보다는 떨어지지만, 옥수수 품종 보다는 높은 것으로 나타났다.

4. 무기물성분

Table 5는 옥수수, 수수×수단그라스 교잡종, Teosinte의 무기물 성분을 나타낸 것이다. 무기물성분은 모든 실험구에서 $K>Ca>Mg$ 순으로 높게 나타났다. 그리고 K, Ca, Mg 이 3가지 성분의 함량이 무기물 함량의 대부분을 차지하는 것으로 나타났다.

무기물 함량 중 K 함량이 가장 높았던 구는 T3구가 28,824.24 mg/kg 이었으며, T1구가 13,128.32 mg/kg로 가장 낮게 나타났다 ($p<0.05$). Lee and Lee (2010)는 옥수수의 무

Table 4. Sugar contents of corn, sorghum × sudangrass hybrid and teosinte (% of fresh)

Items	Treatments		
	T1	T2	T3
Brix degree (%)	3.63±0.11 ^b	7.56±1.56 ^a	4.90±0.89 ^b
Fructose (%)	3.87±0.06 ^b	7.89±1.77 ^a	5.19±0.95 ^b
Glucose (%)	3.86±0.14 ^b	7.63±1.85 ^a	4.78±1.26 ^b
Dextran (%)	3.06±0.08 ^b	6.73±1.67 ^a	4.26±0.80 ^b
Isomerase (%)	3.90±0.24 ^b	7.88±1.68 ^a	5.16±0.94 ^b
Inverted sugar (%)	4.10±0.07 ^b	8.05±1.78 ^a	5.42±0.88 ^b

ns : not significant.

^{a,b} Means in a row with different superscripts are significantly different ($p<0.05$).

Table 5. Mineral contents of corn, sorghum × sudangrass hybrid and teosinte (DM, mg/kg)

Items	Treatments		
	T1	T2	T3
Ca	1,648.48± 32.98 ^b	2,585.58±166.22 ^a	2,441.18±255.08 ^a
Cu	14.98± 4.27 ^{ns}	18.73± 4.51 ^{ns}	17.01± 6.74 ^{ns}
Co	0.32± 0.46 ^{ns}	0.01± 0.00 ^{ns}	0.01± 0.00 ^{ns}
Fe	61.68± 7.65 ^b	122.29± 23.11 ^a	132.48± 20.00 ^a
K	13,128.32±755.55 ^c	19,297.39±1,981.28 ^b	28,824.24±162.30 ^a
Mg	1,012.63± 21.54 ^b	1,292.03±122.54 ^a	1,515.07±153.58 ^a
Mn	21.95± 0.58 ^b	17.44± 3.24 ^b	34.61± 5.46 ^a
Mo	0.65± 0.11 ^{ns}	0.81± 0.22 ^{ns}	1.25± 0.44 ^{ns}
Na	141.95± 28.69 ^{ab}	109.63± 3.88 ^b	145.30± 1.07 ^a
Zn	31.30± 3.35 ^{ns}	29.75± 0.27 ^{ns}	34.00± 1.71 ^{ns}
Total	16,062.22±842.42 ^c	23,473.67±2,264.79 ^b	33,145.16±567.31 ^a

ns : not significant.

^{a,b,c} Means in a row with different superscripts are significantly different ($p<0.05$).

기물 함량 중 K 함량이 가장 높았다고 보고하였으며, Jeon et al. (2012)도 수수×수단그라스 교잡종에서 K 함량이 가장 높았다고 하였다. 그리고 Teosinte 품종인 극동 6호에서도 K 함량이 가장 높은 것으로 나타났다. 일반적으로 목초의 높은 K 함량은 광물질 균형이 파괴되어 Grass tetany의 위험성을 증가시키는데 이러한 현상은 젖소에서 많이 발생한다고 보고된 바 있다. 일반 목초에 있어서 K 함량의 안전성은 0.1~3.7% 범위로 규정 (Hwang et al., 2009)하고 있다. 본 시험 결과 각 처리구의 K의 함량은 0.13~0.29% 범위로서 Grass tetany에 대한 염려는 없는 것으로 나타났다. Ca 함량을 보면 T2구가 2,585.58 mg/kg로 가장 높았으며 T1구가 1,648.48 mg/kg로 가장 낮게 나타났다 ($p<0.05$). Jeon et al. (2012)은 수수×수단그라스 교잡종은 품종별로 Ca 함량은 1,824.3~4,244.9 mg/kg 이었다고 보고하였으며, Kim et al. (2012)은 옥수수 품종 시험 결과 Ca 함량은 1,114.3~ 1,544.5 mg/kg 정도 이었다고 보고하였다. Mg와 Na 함량은 모두 T3구에서 높게 나타났다 ($p<0.05$). 그리고 Cu, Co, Mn, Mo 및 Zn은 미량으로 존재하는 것으로 나타났다. 총 무기물 함량은 T3구 인 극동 6호가 33,145.16 mg/kg 으로서 가장 높게 나타났으며, T1 및 T2구에 비하여 1.4~2.1 배나 높은 함량을 나타냈다. 따라서 극동 6호는 매우 높은 무기물 함량을 가진 품종으로 판명된다.

5. pH, 유기산함량

Table 6는 옥수수, 수수×수단그라스 교잡종, Teosinte를 사일리지로 제조하였을 때, pH 및 유기산함량을 나타낸 것이다. 사일리지의 품질 평가방법으로 가장 중요한 항목인 pH를 살펴보면 T1구는 3.82로 품질이 양호한 옥수수 사일리지의 산도를 보였고, T2구 역시 3.76으로 양호한 산도를 보였다. 그리고 T3구에 있어서도 3.76으로 대체로 안정적이고 우수한 품질의 사일리지 pH 범위인 3.00~4.00 사이의 수치를 보였다 ($p<0.05$).

사일리지 발효의 주요 최종대사산물인 젖산은 T3구가 10.82%로 가장 높았고 T1구는 4.64%로 가장 낮게 나타났다 ($p<0.05$). Ko (1969)는 젖산함량이 많으면 pH는 낮고 젖산함량이 적으면 pH가 높았다고 하였는데 본 실험에서도 이와 일치한 경향을 보였다. 초산은 항진균 활성이 있는 물질로서 사일리지 내 진균의 발생 및 오염을 억제할 수 있는 것으로 알려져 있다 (Woodford, 1975). 본 실험에서 초산함량을 살펴보면 T3구가 1.55%로 가장 높게 나타났고, T1구가 0.52%로 가장 낮게 나타났다 ($p<0.05$). 그리고 낙산함량을 살펴보면 T3구가 0.08%로 가장 높게 나타났다 ($p<0.05$). 수분 함량이 높으면 낙산발효가 왕성하다는 점을 비추어 보았을 때 이는 T3구의 높은 수분 함량이 기인된 것으로 사료된다. 특히 낙산은 과도하게 생성 시 기호성 저하와 사료섭취량 감소를 야기할 수 있다고 보고되고 있다 (Buchanan-Smith, 1990). 그러나 본 실험 결과 치료 볼 때, Teosinte (극동 6호)의 낙산 함량 매우 낮아서 사일리지의 기호성에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 생각된다. 그리고 전체적인 유기산 함량 비율을 보았을 때 Teosinte (극동 6호)는 사일리지 품질에 있어서도 매우 좋은 양질의 사일리지로 판단된다.

6. 기호성

Fig. 1은 옥수수(T1), 수수×수단그라스 교잡종(T2), Teosinte(T3)를 한우, 꽃사슴, 염소에게 생초로 급여 하였을 때 나타낸 상대기호성이다.

한우에 있어서 상대 기호성을 보면 T1구가 가장 높았던 반면 T2구는 채식을 거의 하지 않은 상태로 나타났다. 그러나 T3구는 T1구(100%)에 80.6%의 기호성을 보였다. 꽃사슴에 있어서 상대 기호성을 보면 T3구가 가장 높게 나타난 반면 T2구가 가장 낮은 수치를 보였으며, T1, T2, T3구의 기호성은 각각 82.4%, 36.9%, 100%로 나타났다. 그리고 재래염소에 있어서는 T1구가 가장 높게 나타난 반면

Table 6. pH and organic acid contents of corn, sorghum × sudangrass hybrid and teosinte (DM,%)

Items	Treatments		
	T1	T2	T3
pH	3.82±0.03 ^a	3.76±0.01 ^b	3.76±0.01 ^b
Lactate	4.64±0.29 ^c	6.24±0.72 ^b	10.82±0.32 ^a
Acetate	0.52±0.02 ^c	0.79±0.05 ^b	1.55±0.14 ^a
Butyrate	0.00±0.00 ^b	0.06±0.03 ^a	0.08±0.01 ^a

ns : not significant.

^{a,b,c} Means in a row with different superscripts are significantly different ($p<0.05$).

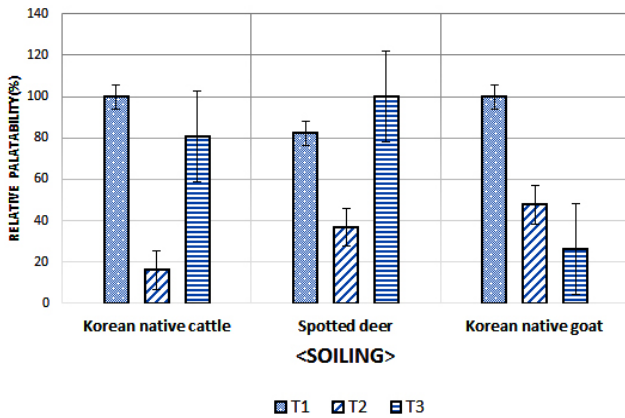


Fig. 1. Relative palatability of Korean native cattle, Spotted deer and Korean native goat in soiling.

T3구가 가장 낮은 수치를 보였다.

Fig. 2는 옥수수, 수수×수단그라스 교잡종, Teosinte를 사일리지 제조 후, 한우, 꽃사슴, 염소에게 급여한 상대 기호성을 나타낸 것이다. 한우에 있어서 상대 기호성은 T2구가 가장 낮게 나타난 반면 T1구가 가장 높게 나타났으며, T1, T2, T3구는 각각 100%, 17.7%, 35.6%로 나타났다 ($p<0.05$). 꽃사슴에 있어서는 T2구가 가장 낮게 나타난 반면 T1구가 가장 높은 수치를 보였으며, T1, T2, T3구의 상대 기호성은 각각 100%, 16.7%, 38.2%로 나타났다 ($p<0.05$). 그리고 재래염소에 있어서는 T2구가 가장 낮게 나타난 반면 T1구가 가장 높은 수치를 보였다.

Gangstadt (1964)는 기호성에 관여하는 요인으로서 Sorghum의 방목시 엽의 비율, 조단백질 함량, 당 함량이 기호성에 유의한 정의 상관관계를 나타냈다고 보고하였으며, Rabas (1970)는 방목가축에 있어서 Alfalfa의 기호성은 엽싹, 경경도, 엽의 비율과 유의한 상관관계를 나타냈다고 하였다.

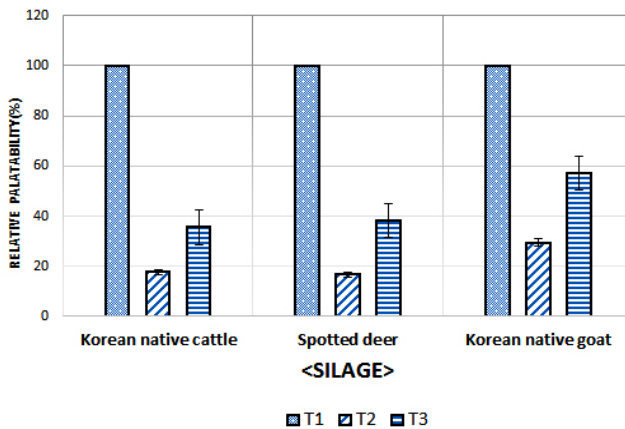


Fig. 2. Relative palatability of Korean native cattle, Spotted deer and Korean native goat in silage.

Edward et al. (1967), Takano and Yamashita (1970), Park et al. (1984)은 동일 원료에 의한 사일리지 품질은 예취시기에 따라 큰 영향을 받으며, 특히 유산발효가 잘된 양질 사일리지는 알곡 충실도가 가장 큰 영향을 미친다고 보고함에 따라, 본 실험에서도 T1구에서 높은 기호성을 보였던 것은 T1구는 알곡이 수량의 50%를 차지하는 전형적인 옥수수 품종이었으나 수수×수단그라스 교잡종 (T2)과 Teosinte 품종인 극동 6호 (T3)는 거의 알곡이 형성되지 않고 엽과 줄기로 이루어져 있었던 것이 낮은 기호성을 나타낸 원인으로 생각된다.

IV. 요약

본 연구는 최근 개발되어 국내에 보급하고 있는 Teosinte 품종인 극동 6호의 생육특성, 수량성 및 사료가치를 평가하여, Teosinte 신품종 재배 및 이용을 위한 기초자료로 활용하고자 실시하였다. 실험설계는 옥수수 (T1)와 수수×수단그라스 교잡종 (T2)을 대조구로 하고 Teosinte 신품종인 극동 6호 (T3)를 처리구로 한, 3처리 3반복 3반복으로 배치하여 실시하였다. 초장은 T2구가 가장 높게 나타났으며 ($p<0.05$), 엽폭, 엽수, 경의 굵기, 경경도, 건물수량은 T1구가 가장 높게 나타났다 ($p<0.05$), 그리고 엽장, 분얼수, 생초수량은 T3구가 높게 나타났다 ($p<0.05$). 조단백질과 조회분은 T3구가 가장 높게 나타났으며 ($p<0.05$), 조지방은 T1구가 가장 높았으며 ($p<0.05$), ADF와 NDF에서는 T2구가 가장 높게 나타났다 ($p<0.05$). Brix degree를 비롯하여 Fructose, Glucose, Dextran, Isomerase, Inverted sugar와 같은 당 종류별 함량에 있어서는 T2>T3>T1구 순으로 높게 나타났다 ($p<0.05$). 총 무기물 함량은 T3>T2>T1구 순으로 높게 나타났다 ($p<0.05$). 사일리지에 있어서 pH는 T1구가 3.82로 가장 높았으며 lactate 함량은 T3>T2>T1구 순으로 높게 나타났다 ($p<0.05$). 청예작물에 대한 기호성은 한우에서는 T1>T3>T2구 순으로 나타났고, 꽃사슴에서는 T3>T1>T2구 순으로 나타났으며 재래염소에서는 T1>T2>T3구 순으로 높게 나타났다. 그리고 사일리지를 제조하여 급여시 기호성을 보게 되면 한우, 꽃사슴, 재래염소에서 T1>T3>T2구 순으로 높게 나타났다.

이상의 결과를 종합해 볼 때 Teosinte 신품종인 극동 6호는 대조 작물에 비하여 경이 부드럽고, 엽수가 많아 단백질 함량이 높았지만, 기호성은 사일리지용 옥수수 보다는 떨어지고, 수수×수단그라스 교잡종 보다는 높은 특징을 가지고 있다. 특히 높은 수분함량으로 인하여 건물수량은 적지만 생초 수량이 높아 청예용으로 유리한 작물로 생

각 된다. 그러나 Teosinte 신품종인 극동 6호에 대한 파종시기, 재식밀도, 비료량 및 수확시기 등에 체계적인 재배 방법에 대한 규명이 이루어진 후 Teosinte 신품종인 극동 6호에 대한 정확한 평가가 이루어지는 것이 바람직할 것이다.

V. 사 사

본 결과물은 농림축산식품부의 재원으로 농림수산식품기술평가원의 농생명산업기술개발사업의 지원을 받아 연구되었음(314024-3).

VI. REFERENCES

- AOAC. 1995. Official Methods of analysis. 16th ed. Association of analytical chemist, Washington, DC., USA.
- Buchanan-Smith, J.G. 1990. An investigation into palatability as a factor responsible for reduced intake of silage by sheep. *Animal Science*. 50:253-260.
- Doebley, J. 2004. The Genetics of maize evolution. *Annual Reviews Genetics*. 38:37-59.
- Edwards, R.A., Donaldson, E. and MacGregor, A.W. 1967. Ensilage of whole crop barley. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 19:656.
- Gangstadt, E.O. 1964. Physical and chemical composition of grass sorghum as related to palatability *Crop Science*. 4:269-273.
- Goering, H.K. and Van Soest, P.J. 1970. Forage fiber analysis. *Agriculture handbook*. No. 379. ARS. USDA. Washington DC.
- Hwang, K.J., Park, H.S., Park, N.G., Jeong, H.Y., Ko, M.S., Kim, M.C., Song, S.T. and Kim, D.W. 2009. Effect of cattle manure application on mineral contents of grazing pasture. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 29(1):37-42.
- Jeon, B.T., Moon, S.H. and Lee, S.M. 2012. A comparative studies on the growth characteristics and feed components of sorghum × sudangrass hybrids at paddy field cultivation. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 32(1):29-38.
- Ji, H.C., Kim, M.J., Lee, S.H., Choi, G.J., Kim, K.Y., Park, H.S. and Kim, W.H. 2012. Agronomic characteristics and yield of silage corn hybrids 'cap 444NG'. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 32(1):9-14.
- Ji, H.C., Lee, J.K., Kim, K.Y., Yoon, S.H., Lim, Y.C., Kwon, O.D. and Lee, H.B. 2009. Evaluation of agronomic characteristics, forage production and quality of corn hybrids for silage at paddy field in southern region of Korea. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 29(1):13-18.
- Ji, H.C., Lee, S.H., Yoon, S.H., Kwon, O.D., Choi, G.J., Kim, W.H., Kim, K.Y. and Lim, Y.C. 2010. Growth, forage production and quality of sorghum, Sorghum × Sudangrass and Sudangrass hybrids at paddy field in southern region of Korea. *Journal of the Korean Grassland Science*. 30(2):109-114.
- Jorgensen, N.A. and Crowley., J.W. 1972. Corn silage for wisconsin cattle. *Coop. Extension Programs. Bull. A1178*. pp 6-7.
- Kim, W.S., Hwang, J.H., Lee, J.H., Kim, E.J., Jeon, B.T., Moon, S.H. and Lee, S.M. 2012. A comparative study on the growth characteristics and nutritional components of corn hybrids for silage at paddy field cultivation. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 32(1):15-18.
- Ko, Y.D. 1969. A study on the starch pulp silage 1. A study on the potato starch pulp silage. *Chinju National Agricultural Collage*. 11:180.
- Lee, J.K., Kim, J.G., Shin, D.E., Yoon, S.H., Kim, W.H., Seo, S. and Park, G.J. 2000. Effects of cutting frequency on yield and nutritive value between heading and headless varieties of sorghum × sudangrass hybrid. *Journal of the Korean Grassland Science*. 20(4):237-242.
- Lee, S.M. 2005. Effect of the cultivation method and cutting time on the growth characteristics, dry matter yield and voluntary intake in Sorghum × Sudangrass hybrid. *Journal of the Korean Grassland Science*. 25(1):7-16.
- Lee, S.M. and Lee, J.H. 2010. Effects of seeding dates and growth periods on the growth characteristics, dry matter yield and feed value of corn for silage in paddy field. *Korean Journal of Animal Science and Technology*. 52(5):441-448.
- Lee S.M., Kim, B.T., Hwang, J.H., Jeon, B.T. and Moon, S.H. 2007. Effect of plowing frequency and sowing dates on the agronomic characteristics, feed value, weed yield and palatability of silage corn. *Journal of the Korean Grassland Science*. 27(3):209-218.
- Lee S.M., Moon, S.H. and Jeon, B.T. 1996. Effect of mixed- culture soil on growth characteristics and nutrient yield or silage corn. *Journal of the Korean Grassland Science*. 16(4):283-290.
- Lee, S.S., Yun, S.H., Seo, J.M., Yang, S.K., Kim, H.K., Ryu, S.H., Park, J.Y. and Kim, S.K. 2004. Silage productivity of Korean improved and introduced maize hybrids. *Journal of the Korean Grassland Science*. 24(4):323-334.
- Park, N.B., Kwack, C.H. and Ko, Y.D. 1984. Effect of formic acid addition on the quality of barley silage in accordance with growth stage. *Journal of the Korean Grassland Science*. 4(3): 214-219.
- Rabas, D.L., Schmid, A.R. and Mertc. 1970. Influence of temperature on the feeding growth carbohydrate composition of three alfalfa cultivars. *Agronomy Journal*. 62:762.
- SAS. 2002. SAS user's guide; Statistics. SAS Inst. Inc. NC.

- Seo, S. and Kim, D.A. 1984. Effect of nitrogen fertilization and cutting management on the carbohydrate reserves, regrowth, and dry matter yield of sorghum-sudangrass hybrid[sorghum bicolor (L.) Moench] for forage production. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 3(2):58-66.
- Smith, A.E. 1972. A method for quantifying carbohydrate fraction in forage plants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 20: 238-239.
- Son, B.Y., Baek, S.B., Kim, J.T., Lee, J.S., Hwang, J.J., Kwon, Y.U., Ji, H.J., Huh, C.S. and Park, J.Y. 2012. A new silage cross maize hybrid for grain and silage, 'Pyeongangok'. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 32(3):203-208.
- Son, B.Y., Baek, S.B., Kim, J.T., Lee, J.S., Kim, W.H., Roh, J.H., Kim, S.L., Jung, G.H., Kwon, Y.U., Ji, H.J., Huh, C.S. and Park, J.Y. 2014. A new single cross maize hybrid for silage and grain, 'Cheongdaok' with lodging tolerance. *Korean Journal of Breeding Science*. 46(2):172-177.
- Son, B.Y., Kim, J.T., Song, S.Y., Baek, S.B., Kim, C.K. and Kim, J.D. 2009. Comparison of yield and forage quality of silage corns at different planting dates. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 29(3):179-186.
- Son, B.Y., Moon, H.G., Jung, T.W., Kim, S.J. and Kim, J.D. 2006. Comparison of agronomic characteristics, yield and feed value of different corn hybrids for silage. *Korean Journal of Crop Science*. 51(3):233-238.
- Stoneberg, E.G., Schaller, F.W., Hull, D.O., Meyer, V.M., Wickersham, T., Geasler, M.R. and Nelson, D.K. 1974. *Silage Production and use*. Iowa State University. Ext. P. 417.
- Takano, N. and Yamashita, Y. 1970. Studies on the various affecting the qualities of grass silage. II. Effects of growth stage on the silage quality, digestibility and nutrients intake. *Journal of the Japan Grassland Science*. 16:22-28.
- Woolford, M.K. 1975. Microbiological screening of the straight chain fatty acids (C1-C12) as potential silage additives. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 26:219-228.

(Received May 12, 2016/Revised June 1, 2016/Accepted June 6, 2016)