

논토양에 사일리지용 옥수수 재배시 품종별 생육특성 및 영양성분 비교 연구

김완수¹ · 황주환¹ · 이재훈¹ · 김은중¹ · 전병태² · 문상호² · 이상무¹

A Comparative Study on the Growth Characteristics and Nutritional Components of Corn Hybrids for Silage at Paddy Field Cultivation

Wan Su Kim¹, Joo Hwan Hwang¹, Jae Hun Lee¹, Eun Joong Kim¹, Byong Tae Jeon²,
Sang Ho Moon² and Sang Moo Lee¹

ABSTRACT

This study was carried out to know adaptability and growth characteristics, yield, chemical compositions and nutrition yield of corn hybrids for silage at paddy field. The field experiments were conducted at Sangju province for one year (2009). The experimental design was arranged in a randomized block design with three replication. The treatments consisted of eleven corn hybrids. The planting date was on 1 May and harvested at 24 August. Stem diameter, stem hardness and number of ear were higher in P32P75 than other varieties. Ear height, dead leaf and green degree were highest in NC⁺ 7117, but number of root system and Brix (B) were higher in P3394 than other varieties. Crude protein and crude fat (EE) were highest in P32K61 and P31P41, respectively (P<0.01).

NDF and ADF were highest in KPO and KIO, respectively, but no significant differences were found among the varieties. Total mineral contents were the highest in Kwangpyongok (9,775 mg/kg), and P3394 (6,651 mg/kg) was the lowest as compared to other varieties (P<0.01). Crude protein yield, crude fat yield and mineral yield were highest in P3156, P31P41 and KPO, respectively (P<0.01). Total composition amino acid and total fatty acid were the highest in P32K61 and KIO, respectively (P<0.01). Yields of crude protein, fatty acid, composition amino acid and TDN were the highest in P3156 (P<0.01). But yields of crude protein and mineral were the highest in P31P41 and KPO, respectively (P<0.01). Total digestible nutrient (TDN) was higher in order of P3156 > NC⁺ 7117 > P31N27 > KPO > P32K61 > P32T83 > P32P75 > P31P41 > P3394 > P32W86 > KIO. Based on the above results, corn hybrid varieties could be recommended in P3156, NC⁺ 7117 and P31N27 for growth characteristics, quantitative production and nutrition yield.

(**Key words** : Corn, Growth characteristics, Nutritional components, Paddy Field)

¹ 경북대학교 축산BT학부 (Faculty of Animal Science and Biotechnology, Kyungpook National University, Sangju-Si 742-711, Korea)

² 건국대학교 녹용연구센터 (Korea Nokyoung Research Center, Konkuk University, 322 Danwol, Chungju, 380-701, Korea)

Corresponding author: Sang Moo Lee, Faculty of Animal Science and Biotechnology, Kyungpook National University, Sangju 742-711. Korea. Tel: +82-54-530-1224. E-mail: smlee0103@knu.ac.kr

I. 서 론

국내 한·옥수수 사육 두수는 2008년 12월 말 기준 243만 8천두에서 2011년 12월 현재 약 300만 두로 증가하였다. 이러한 증가 추세는 국내 한우 사육 사상 가장 많은 두수로서, 한·옥수수 사육 두수 증가는 향후 조사료 및 농후사료 공급량의 확대가 요구될 것이다. 그러나 국내에는 조사료 및 곡류사료의 생산이 한정되어 있기 때문에 해외로부터 수입 의존도가 더욱 높아질 것이다. 수입산 건조 및 곡류는 국제 공급 능력에 따라 가격 변동이 심하여 양축 농가들이 안정적으로 축산을 영위하기 어렵게 만든다. 따라서 국내 조사료 기반을 확충하여 안정적으로 축산을 할 수 있는 조사료 생산기반 조성이 매우 중요하다. 특히 조사료 및 곡류의 생산이 부족하고 면적이 협소한 우리나라 현실 속에서는 수량성, 이용성 및 TDN 함량이 높고 파종에서 수확까지 기계화를 통하여 노동력을 줄일 수 있는 사일리지용 옥수수가 가장 권장할 만한 작물이다(Lee et al., 2004a; Son et al., 2009). 그러나 사일리지용 옥수수에 관한 연구는 대부분 밭 토양에서 생산성 및 수량성에 관한 연구들이 많이 이루어져 왔다(Kim et al., 1996b; Kim et al., 2002; Lee et al., 2007; Lee et al., 1981; Lim and Kim, 1996; Jeon et al., 1989). 그러나 최근 들어서 밭 토양은 고소득 작목 재배를 선호하고 있어 사일리지용 옥수수의 재배면적을 확대하기가 어렵지만, 벼 재배 중심 논은 쌀값 하락으로 휴경농지가 증가하고 국가 보조 사업을 통하여 사료작물 재배를 권장하고 있는 실정이다. 논토양의 특징을 보면 계단식 논은 대부분 고지대에 위치하고 있어서 물이 오랫동안 고여 있지 않고 흘러내림이 용이하기 때문에 습해 피해를 적게 받는 장점이 있다(Ji et al., 2009b). 그러나 경지 정리가 잘 된 곳은 대부분 평야지대로서 저지대에 위치하고 있어서 모심기 전 물대기 철이나 집중 호우 시에는 습해 및 침수의 피해가 발생한다. 또한

일반적인 논토양은 지하수위가 2~3 m 깊이에 위치하고 있어서 강우 기간 중 유거수에 의한 증력수 증위는 지표면까지 상승하는 특성을 나타내기 때문에 옥수수 생산성에 문제를 가지고 온다(Kim et al., 1996b). 따라서 평야지대의 논토양에 옥수수를 재배하는 것은 밭 토양에 비하여 매우 불리한 조건이지만 최근 들어 부족한 조사료를 확보하기 위하여 양축가들이 평야지대의 논토양에 사료작물을 재배하는 것은 경지정리로 인하여 대량 재배 및 기계화가 가능하기 때문이다. 이러한 논토양 중심 옥수수 생산 변화에 따른 재배관리 연구들이 최근 일부 진행되어 왔지만 대부분 생육특성 및 생산성에 대하여 일부 품종에 국한되어 왔다(Kim et al., 2005; Shin et al., 2008; Ji et al., 2006; Ji et al., 2009a, 2009b). 따라서 본 연구는 저지대 논토양에 있어서 사일리지용 옥수수 품종별 생육특성, 건물수량, 일반성분 및 무기물(아미노산, 지방산)함량, 구성아미노산 수량, 지방산 수량 및 TDN 수량에 미치는 영향을 검토함과 동시에 논토양을 이용한 조사료 생산기반을 확충하기 위한 기초자료를 제공하고자 실시하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험포장

본 실험포장은 경북 서북쪽 내륙에 소재한 논토양에서 수행하였다. 특히 실험 포장은 저지대 논토양으로서 장마철 침수를 방지하기 위하여 배수로를 50 cm로 확보한 상태였다.

2. 실험설계

시험설계는 11 품종을 3반복 난괴법 배치로 하였으며 파종 일은 5월 1일, 수확 시기는 모든 처리구를 공히 8월 24일에 실시하였다. 파종 시 재식거리는 75cm × 20cm로 시험구당 면적은 3 m × 5 m = 15 m²으로 하고 2립 점과 후

Table 1. Monthly meteorological data during the experimental period

Month	Day	Mean temp. (°C)	Sunshine (hr.)	Precipitation (mm)	Rainy days (day)
May	1~7	19.0	64.7	4.9	3
	8~14	20.2	63.2	10.5	1
	15~21	16.4	27.2	101.3	5
	22~28	19.7	55.7	0.1	1
	1~31	18.8	239.7	116.8	10
June	1~30	22.5	199.4	47.8	10
July	1~31	23.4	119.9	358.9	20
August	1~31	23.8	129.4	104.7	9

4~5엽기에 1주만 남겨 두고 수확 하였다. 그리고 실험기간 동안 기상조건은 Table 1에 나타내었다.

3. 시비방법

시비량은 질소, 인산, 가리를 각각 200, 150, 200 kg/ha 시용하였으며, 이중 인산은 기비로 전량 시비하였다. 질소와 가리는 기비로 60%, 추비 40%로 하여 분할 시비하였으며 추비는 옥수수가 8엽기 때 실시하였다.

4. 조사항목 및 조사방법

조사항목 및 조사방법에 있어서 생육특성은 예취 전 중앙 2열에서 가장 평균적인 주를 각 반복별 10주씩 선발하여 조사하였으며 당도측정은 당도계 (PR-101, 일본)를 경경도는 경도계 (KM 스프링, 일본)를 이용하여 예취 된 부위로부터 10 cm 지점을 측정하였다. 수량조사는 중앙 2열을 예취하여 생초수량을 조사한 후 각 구마다 2주씩 선발하여 절단 후 60°C 통풍건조기 속에서 5일간 건조 후 평량하여 건물물을 구하고 분쇄하여 분석시료로 사용하였다. 일반 분석은 AOAC법 (1995)에 의하여 분석하였으며

ADF와 NDF는 Goering과 Van Soest (1970)의 방법으로 분석하였다. 그리고 구성아미노산은 Automatic amino acid analyzer (Biochrom-30, Pharmacia Biotech Co., Swiss)로 분석하였으며, 이때 column은 Na form column을 이용하였다. 그리고 지방산 분석은 Folch 등 (1957)의 방법을 이용하여 조지방을 추출하고, 추출된 조지방 시료에 전처리하여 Gas chromatography (GC)로 분석하였다. 무기물 성분은 시료를 전처리한 후 Ca, Co, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Mo, Na, Zn, As, Cd, Cr, Ni, Pb 등은 ICP (Inductively Coupled Plasma, IRIS Intrepid, Thermo Elemental Co., UK)로 A_{393.366}, A_{228.616}, A_{324.754}, A_{259.940}, A_{766.491}, A_{285.213}, A_{257.610}, A_{202.030}, A_{588.995}, A_{213.856}, A_{189.042}, A_{226.502}, A_{283.563}, A_{231.604}, A_{220.353}에서 각각 분석하였다. 이때 분석조건은 approximate RF power가 1,150w이며, analysis pump rate는 100 rpm, nebulizer pressure와 observation height는 각각 30 psi 및 15 mm로 하였다. TDN 수량은 Pioneer Hi-Bred사가 제시한 공식 TDN 건물수량 = (경엽 건물수량 × 0.582) + (암이삭 건물수량 × 0.85)에 의하여 계산하였다 (Holland et al., 1990). 그리고 조단백질 수량, 조지방 수량, 광물질 수량, 아미노산 및 지방산 수량은 각각 성분 함량에 건물수량을 곱하여 구하였다.

5. 통계처리

본 시험 성적의 유의성 검정은 SAS (Statistics analytical System, USA) Program (2002)을 이용하여 Duncan의 다중검정 방법으로 5% 및 1% 수준에서 유의성 검정을 실시하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 생육특성 및 건물수량

Table 2는 생육특성 및 건물수량을 나타내었다. 초장은 KPO (광평옥)이 313.3 cm로 가장 높게 나타난 반면 P32T83이 266.7 cm로 가장 낮

Table 2. Growth characteristics and yield of silage corns

Items	Varieties										
	KPO1 ¹⁾	KIO2 ²⁾	P32W86	P3156	P32K61	P31N27	P32P75	NC ⁺ 7117	P3394	P31P41	P32T83
PL ³⁾ (cm)	313.3 ^A	296.0 ^{BCD}	294.0 ^{CD}	312.7 ^{AB}	296.3 ^{BCD}	283.7 ^D	279.7 ^{DE}	308.0 ^{ABC}	283.0 ^D	288.0 ^D	266.7 ^E
LL ⁴⁾ (cm)	91.3 ^{BC}	86.2 ^C	87.1 ^C	90.8 ^{BC}	98.2 ^A	95.4 ^{AB}	96.1 ^{AB}	98.7 ^A	85.6 ^C	100.8 ^A	100.5 ^A
LW ⁵⁾ (cm)	11.2 ^{ns}	10.7	11.1	10.4	11.0	10.1	11.4	10.8	10.8	11.3	11.6
EH ⁶⁾ (cm)	157.6 ^{ABC}	150.9 ^{BCD}	155.5 ^{ABC}	159.8 ^{AB}	146.1 ^{BCD}	126.1 ^{EF}	141.6 ^{CDE}	169.1 ^A	149.6 ^{BCD}	138.5 ^{DEF}	125.0 ^F
LN ⁷⁾ (No.)	15.6 ^A	12.8 ^D	13.6 ^C	13.9 ^{BC}	12.8 ^D	14.3 ^B	12.7 ^D	14.0 ^{BC}	13.6 ^C	13.9 ^{BC}	12.6 ^D
DL ⁸⁾ (No.)	2.0 ^{ns}	2.0	2.0	1.7	1.7	2.1	1.7	2.0	1.8	2.1	1.8
NR ⁹⁾ (No.)	2.3 ^{ns}	2.3	2.7	2.5	2.6	2.4	2.7	2.4	2.8	2.6	2.5
GD ¹⁰⁾ (1-9)*	7.2 ^F	7.2 ^F	7.6 ^{DE}	8.2 ^C	8.6 ^B	7.4 ^{EF}	8.5 ^B	9.0 ^A	7.9 ^{CD}	8.0 ^C	8.0 ^C
TFD ¹¹⁾ (1-9)*	9.0 ^A	8.3 ^B	9.0 ^A	9.0 ^A	9.0 ^A	9.0 ^A	9.0 ^A	9.0 ^A	9.0 ^A	9.0 ^A	9.0 ^A
EL ¹²⁾ (cm)	19.3 ^{ns}	21.1	22.4	21.8	21.4	21.1	21.1	21.5	19.8	20.9	21.2
EC ¹³⁾ (cm)	18.3 ^c	18.0 ^c	19.8 ^a	19.5 ^{ab}	18.4 ^c	18.6 ^{bc}	18.4 ^c	18.9 ^{abc}	19.1 ^{abc}	18.2 ^c	18.4 ^c
SD ¹⁴⁾ (mm)	25.0 ^{AB}	22.8 ^{CD}	23.5 ^{BCD}	23.4 ^{BCD}	22.3 ^D	22.5 ^{CD}	25.4 ^A	23.6 ^{BCD}	23.5 ^{BCD}	24.2 ^{ABC}	25.1 ^{AB}
SH ¹⁵⁾ (kg/cm ²)	1.9 ^D	2.4 ^{BC}	2.4 ^{BC}	2.2 ^{BCD}	2.2 ^{BCD}	2.6 ^{AB}	2.7 ^A	2.4 ^{BC}	2.2 ^{BCD}	2.3 ^{BC}	2.4 ^{ABC}
NE ¹⁶⁾ (No.)	1.0 ^{ns}	1.0	1.0	1.0	1.7	1.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Brix (B ^o)	3.4 ^{DE}	4.0 ^D	2.5 ^E	3.2 ^{DE}	5.9 ^C	6.3 ^C	5.9 ^C	7.7 ^B	8.9 ^A	8.6 ^{AB}	2.5 ^E
FY ¹⁷⁾ (kg/ha)	50,689 ^{BC}	34,139 ^E	44,977 ^D	55,898 ^{AB}	46,035 ^{CD}	52,023 ^{AB}	46,428 ^C	59,336 ^A	43,350 ^D	45,873 ^{CD}	44,933 ^D
DMY ¹⁸⁾ (kg/ha)	17,772 ^{BC}	13,474 ^D	16,129 ^C	19,782 ^A	17,649 ^{BC}	18,093 ^{ABC}	16,565 ^C	18,708 ^{AB}	16,585 ^C	16,895 ^{BC}	16,962 ^{BC}

KPO¹⁾: Kwangpyongok, KIO²⁾: Kangilok, PL³⁾: Plant length, LL⁴⁾: Leaf length, LW⁵⁾: Leaf width, EH⁶⁾: Ear height, LN⁷⁾: leaf number, DL⁸⁾: Dead leaf, NR⁹⁾: Number of root, GD¹⁰⁾: Green degree, TFD¹¹⁾: Tip filling degree, EL¹²⁾: Ear length, EC¹³⁾: Ear circle, SD¹⁴⁾: Stem diameter, SH¹⁵⁾: Stem hardness, NE¹⁶⁾: Number of ear, FY¹⁷⁾: Fresh yield, DMY¹⁸⁾: Dry matter yield.

* : 9 (good) - 1 (poor)

ns : not significant,

a, b, c Means in a row with different superscripts are significantly different (P<0.05).

A, B, C, D, E, F Means in a row with different superscripts are significantly different (P<0.01).

게 나타났다 ($P < 0.01$). Kim 등 (1997)은 옥수수 품종별 초장의 범위는 243~277 cm, Kim 등 (1998a)은 251~339 cm, Son 등 (2006)은 262~280 cm 범위로 나타났다고 보고하였다. 품종별 초장의 범위는 연구자들 마다 다르게 보고되고 있으며 같은 품종이라도 초장 차이가 나는 것은 토양비옥도, 기온, 장일조건 및 강수량 등에 의해서 영향을 받기 때문이다 (Kang et al., 1985; Kim et al., 1998b; Pendleton et al., 1969). 엽장은 P31P41이 100.8 cm로서 가장 길었던 반면 P3394가 85.6 cm로 가장 짧게 나타났다 ($P < 0.01$) 품종 간 차이는 15.2 mm로 나타났다. 엽폭은 품종 간 10.1 cm~11.6 cm 범위로서 상호 유의적인 차이를 나타내지 않았으나 착수고에 있어서는 품종 간 유의적인 차이를 나타냈다 ($P < 0.01$). 시험 품종 중 NC⁺7117은 169.1 cm로 착수고가 가장 높게 P32T83은 125.0 cm로 가장 낮게 나타났다. 옥수수에 있어서 초장과 착수고는 도복과 상관관계가 높고 도복 시 발생하는 수량 손실과 사일리지 제조 시 발효에 나쁜 영향을 미치기 때문에 (Aldrich, 1986; Lee et al., 2004a) 태풍 및 바람이 많이 발생하는 지역에서는 초장과 착수고를 고려하여 품종을 선발하는 것이 바람직할 것이다. 엽수에 있어서는 KPO가 15.6엽으로 높은 엽수를 나타냈으며 ($P < 0.01$) 고사엽은 공시 품종 간에는 유의적인 차이가 없었다. 품종별 근계발생을 보면 P3394가 2.8개로서 1, 2차 근계를 발생시키고 일부개체를 제외하고는 대부분 3차 근계를 발생시키는 상태였으며, KPO와 KIO는 2.3으로서 1, 2차 근계 발생시키고 일부개체만 3차 근계가 생성하는 상태로 나타났다. 그러나 근계는 품종 간 유의적인 차이는 나타나지 않았다. Lee와 Lee (2010)는 동일 품종이라도 파종시기 및 재배기간에 따라 근계 발생 수는 유의적인 차이를 나타냈다고 보고하였다. 녹색도에 있어서는 NC⁺7117이 9.0으로서 황색화가 전혀 없었으며 국내에서 육중한 KPO와 KIO는 7.2로서 다른 품종에 비하여 녹색도가 떨어지

는 것으로 나타났다 ($P < 0.01$). Lee 등 (2004b)은 국내육성 및 수입 옥수수 품종 실험결과 국내육성 품종인 수원 19호와 광안옥은 수입 옥수수 품종에 비하여 녹색도 낮게 나타났다고 보고하였으며, 특히 국내 육성 품종과 수입 품종 P3223과 DK713을 비교한 결과 수입품종은 국내 육성 품종보다 생육 후기에 녹색성이 좋았다고 한 보고 결과와 본 실험과 같은 결과를 나타내었다. 암이삭 충실도에 있어서는 강일옥을 제외하고는 모든 품종에서 높은 수치를 나타냈다 ($P < 0.01$). Hunt 등 (1992)은 암이삭 충실도가 높아지면 알곡 비율이 높아지는 결과를 가져오기 때문에 사일리지 품질을 높이는데 유리하다고 하였다. 암이삭 길이에 있어서는 품종 간 유의적 차이를 보이지 않았지만 암이삭 둘레에 있어서는 품종 간 유의적인 차이를 보였다 ($P < 0.05$). 실험 품종 중 P32W86은 암이삭 둘레가 굵은 품종으로 나타났으며, 국내 육성 품종인 KPO와 KIO는 수입종 옥수수에 비하여 대체로 굵기가 떨어지는 것으로 나타났다 ($P < 0.05$). 경의 굵기를 보면 품종 간 22.3~25.4 mm의 범위를 보였으며 이 중 P32P75가 25.4 mm로 가장 굵은 품종으로 P32K61이 22.3 mm로 가장 낮은 품종으로 나타났다 ($P < 0.01$). 경경도를 보면 P32P75가 가장 딱딱하였으며 KPO가 가장 부드러운 품종으로 나타났다 ($P < 0.01$).

사일리지 제조시 발효 품질에 영향을 미치는 당도(줄기)를 보면 8 Brix (B) 이상을 나타낸 품종은 P3394와 P31P41 품종이며 5~8 B 미만의 품종은 P32K61, P31N27, P32P75 및 NC⁺7117, 그리고 4 B 이하의 품종은 KPO, KIO, P32W86, P3156, P32T83으로 나타났다. 따라서 시험품종 중 당도가 가장 높은 것은 P3394 품종으로 가장 낮은 것은 P32W86과 P32T83으로 나타났다 ($P < 0.01$). Smith (1972), Lee와 Lee (2010)는 옥수수 사일리지 제조 시 옥수수의 경경도는 하베스터로 수확하기 때문에 사일리지 제조 시 큰 문제가 되지 않지만 당도가 떨어지는 것은 옥수수 사일리지 제조 후 발효

품질에 영향을 미친다고 하였다.

품종별 생초수량성을 보면 34,139~59,336 kg/ha로서 품종 간 차이가 높게 나타났다. 품종별로 보면 NC⁺7117이 59,336 kg/ha로서 가장 높았으며 KIO는 34,139 kg/ha으로서 매우 낮은 수량성을 보였다(P<0.01). 건물수량을 보면 P3156 (19,782 kg/ha), NC⁺7117 (18,708 kg/ha) 및 P31N27 (18,093 kg/ha) 품종이 높은 수량성을 보였지만 이들 품종 간에는 유의적 차이는 없었다. 그러나 건물생산량이 낮은 KIO (13,474 kg/ha) 품종과는 유의적으로 차이를 나타냈다. 일반적으로 옥수수 품종의 건물수량에 대한 보고를 보면 Lee 등 (2004a)은 고랭지에서 파종시기와 수확시기에 따라 평균 13,086~16,836kg/ha, Lee와 Lee (2010)는 논토양에서 재배 시 재배기간에 따라 15,240~22,661.7 kg/ha, Lee 등 (2004b)은 밭 토양 재배 시 국내외 옥수수 품종 생산량은 20,900~ 24,300 kg/ha 범위를 나타냈다고 보고하였다. 그리고 Kim 등 (1998a)은 재식밀도에 따라 P3352품종은 15,989~18,996 kg/ha, G4743 품종은 15,881~21,386 kg/ha 생산되었다고 하였다. 위의 보고 내용과 본 실험 결과와 비교 시 건물생산 수량은 품종, 재배조건, 기후조건 등에 따라 차이가 큰 것으로 나타났다. 논토양에서 재배에 따른 옥수수의 생육특성 및 수량성을 종합해 볼 때 P3156, NC⁺7117 및 P31N27 이 우수한 것으로 나타났다.

2. 일반성분

Table 3에서 품종별 조단백질 함량을 보면 P32W86 (8.0%)이 가장 높았으며 P3394가 6.4%로 가장 낮게 나타났다(P<0.01). 조단백질 함량별로 보면 7.0%~7.5% 사이의 품종이 7품종이었으며 7% 미만 품종이 3품종으로서 대부분 품종들은 7.0~7.5% 범위의 조단백질 함량을 가지는 것으로 나타났다. Lee 등 (2004b)은 16품종을 실험한 결과 조단백질 함량은 7.0~8.5% 범위로 나타났다고 하였으며 Kim 등 (1998b)은 재식밀도에 따라 P3352 품종은 8.2~8.8%, G4743 품종은 8.5~9.5% 범위를 나타냈다고 하였다. 그러나 Ji 등 (2009a)은 남부지방 논토양에서 품종별 조단백질 함량은 5.7~6.1%의 범위를 보였다고 하였으며 Lee와 Lee (2010)는 논토양에서 파종시기 및 재배기간에 따라 5.9~6.7% 범위를 나타낸다고 하였다. Lee 등 (2007) 사일리지 옥수수의 조단백질 함량은 엽의 탈락 정도, 하고 엽 수, 경의 목질화 및 암이삭 비율 등 다양한 요인들에 의해 영향을 받는다고 하였으며 Kim과 Kim (1993)은 옥수수 재배 시 전작물을 재배하지 않은 구를 대조구로 하여 이전 작물이 Crimson clover 및 Italian ryegrass 작물인 경우는 대조구의 옥수수 보다 조단백질 함량이 증가한다고 하였다. 따라서 옥수수에 있어서 단백질 함량은 품종간의 차이는 물론 재배조건에

Table 3. Chemical compositions of silage corns (DM.%)

Items	Varieties										
	KPO ¹⁾	KIO ²⁾	P32W86	P3156	P32K61	P31N27	P32P75	NC ⁺ 7117	P3394	P31P41	P32T83
CP	7.0 ^{BCD}	7.2 ^{BCD}	8.0 ^A	7.0 ^{CD}	7.5 ^{AB}	7.4 ^B	7.5 ^{AB}	7.3 ^{BC}	6.4 ^E	6.9 ^{CD}	6.8 ^{DE}
EE	2.3 ^{AB}	2.1 ^{BCD}	2.2 ^{ABC}	2.0 ^{BCD}	2.2 ^{AB}	1.8 ^{CDE}	1.5 ^E	1.6 ^E	1.7 ^{DE}	2.5 ^A	2.3 ^{AB}
Ash	4.1 ^{AB}	4.1 ^{AB}	4.0 ^{AB}	3.9 ^B	3.9 ^B	4.0 ^{AB}	4.0 ^{AB}	4.3 ^A	3.5 ^C	3.4 ^C	3.8 ^B
NDF	47.9 ^{ns}	47.0	42.1	44.3	44.5	41.3	44.6	44.5	42.7	44.1	43.0
ADF	24.8 ^{ns}	28.5	25.9	27.0	25.7	26.9	24.6	26.4	26.2	23.1	24.5
CF	23.8 ^{AB}	25.1 ^A	22.1 ^{BCD}	22.0 ^{BCD}	21.4 ^{CDE}	18.6 ^F	20.7 ^{DE}	21.9 ^{ECD}	20.2 ^{EF}	22.7 ^{BC}	21.6 ^{CDE}

KPO¹⁾: Kwangpyongok, KIO²⁾: Kangilok.

ns : not significant

A, B, C, D, E, F Means in a row with different superscripts are significantly different(P<0.01).

따라서도 다르게 나타나는 것으로 사료된다.

조지방 함량을 보면 P31P41이 2.5%로서 가장 높게 P32P75 품종이 1.5%로 가장 낮게 나타났으며 ($P < 0.01$), 옥수수 품종은 다른 사료작물에 비하여 조지방 함량이 매우 낮은 것으로 나타났다. Ji 등 (2010)은 사일리지 종류별 조지방 함량을 검사한 결과 호밀 10.78%, 보리 8.61%, 이탈리아안라이그라스 10.03%, 수단그라스 7.73%이라고 보고한 내용과 비교해 보면 옥수수는 조지방 함량이 매우 낮은 것으로 나타났다. 조회분 함량에 있어서는 3.4~4.3% 범위를 나타냈으며, 이중 $NC^{+}7117$ 이 4.3%로 가장 높게 P31P41이 가장 낮게 나타났다 ($P < 0.01$). Sung 등 (2005)은 옥수수 사일리지 조제 후 개봉기간에 따라 DK689는 6.2~7.8%, P3525는 5.9~6.3%, DK729는 6.7~8.2% 범위를 나타냈다고 보고하였다. Seo 등 (2005)은 옥수수 사일리지의 조회분 함량은 6.95%였지만 옥수수 알곡은 1.40%라고 보고하였다. 따라서 본 실험에서 나타난 조회분 함량이 낮았던 원인은 예취 시 지상으로부터 약 10 cm 정도 예취하였기 때문에 암이삭 비율과 암이삭 충실도가 높았던 것에 기인된 것으로 사료된다.

옥수수 품종별 NDF 및 ADF 함량의 범위는 각각 41.3~47.9%와 23.1%~27.0% 범위를 나타냈지만 상호 품종 간 유의적인 차이는 나타나지 않았다. Ji 등 (2009a)은 옥수수 품종에 있어서 광평옥, 강다옥, P3394, P3156, P32P75 및 DK697 품종의 NDF 함량은 35.8~43.3% 범위로 나타났으며, ADF 함량은 17.8~24.4% 범위를 나타냈지만 상호 품종간 NDF 및 ADF 함량에 대한 유의적 차이는 없었다고 하였다. 또한 Lee 등 (2004b)은 수원19호, 광안옥, P3223 및 DK713 품종의 NDF 함량은 46.1~54.6%, ADF 함량은 22.3~27.2%로서 상호 품종간 유의적인 차이는 나타나지 않았다고 보고한 결과와 본 실험과 같은 경향을 보였다. 조섬유 함량은 KIO가 25.1%로 가장 높게 P31N27이 18.6%로 가장 낮게 나타났다 ($P < 0.01$). 이상 일반성분 결

과에 대하여 종합해 보면 품종 간 지방, 단백질, 회분, 조섬유 함량은 차이를 나타냈지만 NDF 및 ADF 함량에서는 차이가 없는 것으로 나타났다.

3. 무기물성분

옥수수의 무기물함량은 Table 4에 나타냈으며, 옥수수 품종별 무기물 함량은 모든 품종에서 $K > Ca > Mg$ 순으로 높게 나타났으며, 이 3가지 성분의 함량이 총 무기물 함량의 97% 이상을 차지하는 것으로 나타났다. 그리고 대부분 옥수수의 무기물은 K, Ca 및 Mg를 제외하고는 모든 무기물들이 미량으로 존재하는 것으로 나타났다. Lee와 Lee (2010)는 논토양에서 파종시기와 재배기간을 달리하였을 때 무기물 함량 중 K, Ca, Mg가 총무기물 함량의 95% 이상을 차지한다고 보고하였다. 또한 Kang 등 (2001)과 Shin 등 (1999)의 보고에 있어서도 옥수수의 무기물 함량은 $K > Ca > Mg$ 순으로 높게 나타났고 보고하여 본 실험과 같은 경향을 나타냈다. 무기물 성분 중 Ca 함량을 보면 품종별 1,114.3 mg/kg (P32T83)~1,544.5 mg/kg (KPO)으로 나타났다. Ca 함량은 K성분 다음으로 높은 함량치를 보이며 품종 간 유의적인 차이를 보였다 ($P < 0.01$). Jung (2002), Hwang 등 (2009)은 각각 오차드그라스 위주 혼파초지와 오차드그라스 재배실험에서 나타난 Ca 함량은 건물기준 0.31~0.52%, 0.42~0.55%로 나타났다는 보고와 비교 시 본 실험 결과 옥수수 품종 (0.07%~0.11%)들은 공히 오차드그라스 보다 매우 낮은 함량을 가지는 것으로 나타났다. 그리고 미량 광물질인 Co, Mo, Pb 및 Se는 옥수수 품종간 유의적 차이가 나타나지 않았다. 특히 Co, Mo, Se는 미량 필수무기물로서 부족시에는 가축에게 결핍증을 유발하여 대사성 장애를 일으키고, 결국 생산성을 저하시키는 요인으로 작용하기 때문에 옥수수를 가축에게 전량 급여 시 부족한 미량 필수 무기물을 보충해 주는 것은

Table 4. Mineral contents of silage corns (DM, mg/kg)

Items	Varieties										
	KPO ¹⁾	KIO ²⁾	P32W86	P3156	P32K61	P31N27	P32P75	NC ⁺ 7117	P3394	P31P41	P32T83
Ca	1,544.5 ^A	1,457.5 ^B	1,313.4 ^D	1,474.4 ^B	1,261.1 ^E	1,401.2 ^C	1,163.1 ^F	1,380.7 ^C	1,179.5 ^F	1,403.2 ^C	1,114.3 ^G
Co	0.1 ^{ns}	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.5	0.1
Cu	4.2 ^{EF}	4.1 ^G	4.4 ^D	4.8 ^B	4.4 ^D	4.2 ^{EF}	3.9 ^H	4.6 ^C	6.0 ^A	3.9 ^H	3.6 ^I
Fe	1.6 ^D	1.9 ^C	1.5 ^D	1.3 ^F	1.4 ^E	1.3 ^F	2.5 ^B	1.0 ^G	1.0 ^G	3.6 ^A	0.9 ^H
K	7,067.7 ^A	6,256.4 ^B	5,983.7 ^C	4,887.3 ^F	6,240.7 ^B	5,493.9 ^E	5,852.1 ^{CD}	5,414.9 ^E	4,532.1 ^G	4,341.7 ^H	5,796.5 ^D
Mg	1,069.8 ^B	998.4 ^{CD}	931.3 ^E	1,148.7 ^A	871.3 ^{FG}	1,044.9 ^{BC}	878.9 ^F	1,122.2 ^A	849.0 ^{FG}	960.0 ^{DE}	776.4 ^G
Mn	37.0 ^B	29.8 ^{EF}	31.0 ^E	30.0 ^{EF}	35.0 ^C	37.7 ^A	28.7 ^G	30.4 ^{EF}	38.5 ^A	32.7 ^D	29.6 ^F
Mo	—	—	—	0.1	0.1	—	0.3	—	—	—	—
Na	20.8 ^B	14.5 ^E	13.5 ^E	19.3 ^C	12.4 ^F	26.3 ^A	17.6 ^D	11.4 ^G	16.4 ^D	16.6 ^D	20.6 ^{BC}
Zn	19.9 ^A	14.5 ^D	20.2 ^A	15.2 ^{CD}	18.0 ^B	15.4 ^{CD}	16.4 ^C	13.7 ^E	18.1 ^B	17.3 ^B	14.9 ^D
B	4.1 ^{DE}	3.5 ^G	3.4 ^G	4.1 ^{DE}	4.8 ^B	3.7 ^F	4.2 ^D	3.2 ^H	5.3 ^A	3.7 ^F	4.6 ^C
Cr	2.7 ^F	3.0 ^D	2.0 ^G	4.0 ^A	3.3 ^C	2.9 ^D	4.0 ^A	3.5 ^B	2.9 ^E	4.0 ^A	3.0 ^D
Ni	2.0 ^{AB}	1.8 ^B	1.5 ^D	2.1 ^A	1.6 ^C	1.5 ^{CD}	1.9 ^B	1.8 ^B	1.8 ^B	1.9 ^B	1.5 ^D
Pb	0.4 ^{NS}	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3
Se	0.2 ^{NS}	0.4	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.3	0.3	0.4	0.3
Total	9,775 ^A	8,786 ^B	8,307 ^{CD}	7,592 ^{EF}	8,455 ^{BC}	8,034 ^{CDE}	7,974 ^{DE}	7,988 ^{DE}	6,651 ^G	6,790 ^G	7,767 ^F
RI ³⁾ (%)	100.0	89.9	85.0	77.7	86.5	82.2	81.6	81.7	68.0	69.5	79.5

KPO¹⁾: Kwangpyongok, KIO²⁾: Kangilok, RI³⁾: Relative index

ns : not significant.

A, B, C, D, E, F, G, H Means in a row with different superscripts are significantly different (P<0.01).

매우 중요하다. 옥수수 품종별 무기물 함량이 1 mg 이상/kg~6.0 mg 이하/kg 범위에 속하는 항목은 Cu, Fe, B, Cr 및 Ni 성분으로 나타났다. 그리고 이들 성분 중 Cu와 B는 P3394 품종, Fe는 P31P41 품종, Cr은 P3156, P32P75 및 P31P41, Ni는 P3156에서 높게 나타났다(P<0.01). 그러나 이들 상호 품종 간 함량 차이는 미량 수준이었다. 옥수수 품종별 무기물 조사 항목 중 가장 높은 함량치를 보인 K는 KPO > KIO > P32K61 > P32W86 > P32P75 > P32T83 순으로 높게 나타났다(P<0.01). 그리고 P31P41은 KPO의 69.5%에 해당하는 함량을 나타냈다. 일반적으로 목초의 높은 K 함량은 광물질 균형이 파괴되어 Grass tetany의 위험성을 증가시키는데 이러한 현상은 젖소에서 많이 발생한다. 일반 목초에 있어서 K 함량의 안전성은 0.1~3.7% 범위로 규정(Hwang et al., 2009)하고 있으나 본 실험 결과 옥수수 품종들은 0.4~0.7% 범위로서 Grass tetany에 대한 염려는 없

는 것으로 나타났다.

Mg 함량은 P3156 (1,148.7 mg) > NC⁺7117 (1,122.2 mg) > KPO (1,069.8 mg) > P31N27 (1,044.9 mg) > KIO (998.4 mg) > P31P41 (960.0 mg/kg) 순으로 높게 나타났다(P<0.01).

Na 함량을 품종별로 보면 P31N27이 26.3 mg/kg으로서 가장 높았던 반면 NC⁺7117은 11.4 mg/kg으로서 가장 낮게 나타났다(P<0.01). Lee와 Lee (2010)는 옥수수 파종시기, 재배기간 및 숙기에 따라 7.13 mg/kg~41.70 mg/kg 범위로 나타났다고 보고한 결과와 비교 시 본 실험의 Na 함량은 11.4 mg/kg~26.3 mg/kg 범위로서 Lee와 Lee (2010)가 발표한 결과의 범주 속에 포함되는 것으로 나타났다. Zn 함량은 P32W86 품종이 가장 높았으며 NC⁺7117이 가장 낮게 나타났다(P<0.01). 총 무기물 함량을 보면 KPO (9,775 mg) > KIO (8,786 mg) > P32K61 (8,455 mg) > P32W86 (8,307 mg) > P31N27 (8,034 mg) > NC⁺7117 (7,988 mg) 순으로 높게 나타났다

($P < 0.01$). 식물체의 무기물 함량은 작물의 종류, 품종, 기상조건, 토양조건, 시비조건, 수확기 및 재배기간 등의 다양한 요인에 의하여 영향을 받는다고 보고하고 있다(Reith, 1965; Reid et al., 1970; 原田, 1975; Nuttall, 1985; Kim, 1991; Lee and Lee, 2010). 품종별 무기물 총합량에 대한 상대비율을 살펴보면 실험 품종 중 무기물 함량이 가장 높았던 KPO를 100.0%로 하였을 때 80% 이상~90% 미만에 속하는 품종은 KIO, P32K61, P32W86, P31N27, NC⁺7117, P32P75 6품종으로 나타났다. 그리고 70 이상~80% 미만에 속하는 품종은 P32T83과 P3156 2 품종으로 나타났다. 특히 KPO 품종에 비하여 60% 이상~70% 미만에 해당하는 품종은 P31P41 과 P3394로 나타났다.

4. 구성 아미노산 및 지방산 함량

옥수수 품종별 구성 아미노산 함량은 Table 5에 나타내었다. 구성아미노산 중 Glutamic acid (621.7~1,014.3 mg/100g)와 Leucine (370.6~629.3 mg/100g) 함량이 전 품종에서 가장 높은 수치를 보였던 반면 Methionine 및 Tyrosine 함량은 매우 낮은 함량을 나타냈다. Park 등 (1990) 및 Bressani와 Mertz (1958)은 옥수수의 종실의 아미노산 조성은 Glutamic acid 및 Leucine 함량이 높게 나타났다는 보고와 같은 경향을 나타냈다. 필수아미노산 중 Threonine, Valine, Isoleucine, Leucine 함량은 다른 품종에 비하여 P32K61이 높게 ($P < 0.01$), Phenylalanine, Histidine, Lysine 및 Arginine 함량은 P3156이 높게 나타

Table 5. Composition amino acid contents of silage corns (DM, mg/100g)

Items	Varieties											
	KPO	KIO	P32W86	P3156	P32K61	P31N27	P32P75	NC ⁺ 7117	P3394	P31P41	P32T83	
Threonine	163.4 ^{BC}	145.5 ^{CD}	170.9 ^B	168.6 ^B	194.4 ^A	144.2 ^{CDE}	154.3 ^{BCD}	144.1 ^{CDE}	142.1 ^{DE}	154.2 ^{BCD}	125.3 ^E	
Valine	286.3 ^C	276.6 ^{CD}	306.4 ^B	353.3 ^A	359.2 ^A	279.3 ^{CD}	278.2 ^{CD}	271.0 ^{CD}	263.5 ^{DE}	279.3 ^{CD}	246.3 ^E	
Methionine	18.4 ^{BC}	19.4 ^{BC}	13.9 ^E	11.6 ^E	11.6 ^E	9.7 ^E	12.5 ^D	18.4 ^{BC}	23.1 ^B	57.1 ^A	8.5 ^E	
Isoleucine	157.2 ^B	124.7 ^C	151.6 ^B	216.4 ^A	220.4 ^A	134.2 ^C	157.7 ^B	126.7 ^C	128.8 ^C	141.5 ^{BC}	106.7 ^D	
Leucine	529.1 ^{BC}	453.8 ^D	543.4 ^B	620.3 ^A	629.3 ^A	526.3 ^{BC}	519.7 ^{BC}	476.6 ^D	469.1 ^D	511.4 ^C	370.6 ^E	
Phenylalanine	320.6 ^{BC}	282.7 ^{CD}	306.5 ^C	371.5 ^A	360.3 ^{AB}	292.6 ^{CD}	308.1 ^C	281.6 ^{CD}	285.4 ^{CD}	288.6 ^{CD}	246.5 ^D	
Histidine	135.3 ^{BC}	122.8 ^C	146.4 ^{AB}	161.4 ^A	158.6 ^A	129.3 ^{BC}	136.3 ^{BC}	119.3 ^C	122.9 ^C	123.7 ^C	98.5 ^D	
Lysine	315.5 ^{AB}	283.7 ^{DE}	312.6 ^{ABC}	327.8 ^A	318.6 ^{AB}	273.1 ^E	298.9 ^{BCDE}	277.1 ^E	277.5 ^E	287.2 ^{CDE}	306.4 ^{ABCD}	
Arginine	167.5 ^{CD}	152.7 ^{DE}	193.4 ^{AB}	209.5 ^A	181.7 ^{BC}	173.6 ^{BCD}	194.3 ^{AB}	151.2 ^{DE}	162.9 ^{CD}	168.1 ^{CD}	137.3 ^E	
Sum of EAA	1,925.8 ^{BC}	1,709.2	1,983.7	5,386.9	2,284.4	1,819.7	1,897.7 ^{0BC}	8,831.8	5,106.4	1,874	1,540.8	
Serine	239.7 ^{BC}	211.3 ^{CD}	252.4 ^{AB}	237.0 ^{BCD}	271.5 ^A	222.0 ^{BCD}	235.7 ^{BCD}	219.4 ^{CD}	220.2 ^{CD}	208.4 ^{CD}	181.5 ^E	
Glutamic acid	837.5 ^{CD}	727.9 ^E	905.6 ^{BC}	970.5 ^{AB}	1,014.3 ^A	843.6 ^{CD}	864.9 ^{CD}	793.6 ^{DE}	779.9 ^{DE}	732.2 ^E	621.7 ^F	
Proline	272.0 ^{CD}	198.6 ^D	353.6 ^B	262.3 ^{CD}	494.3 ^A	313.1 ^{BC}	355.4 ^B	305.2 ^{BC}	359.4 ^B	368.7 ^B	330.6 ^{BC}	
Glycine	248.3 ^{ABC}	252.7 ^{ABC}	253.5 ^{ABC}	273.0 ^A	281.6 ^A	228.2 ^{CD}	246.8 ^{ABC}	266.6 ^{AB}	226.8 ^{CD}	231.4 ^{CD}	195.4 ^D	
Alanine	397.5 ^{BC}	342.9 ^E	414.9 ^{AB}	447.6 ^A	452.4 ^A	381.3 ^{CDE}	394.6 ^{CDE}	354.3 ^{DE}	361.9 ^{CDE}	370.7 ^{CDE}	296.2 ^F	
Tyrosine	22.6 ^{DE}	29.3 ^C	40.8 ^B	47.2 ^A	13.4 ^F	26.4 ^{CDE}	31.6 ^C	28.5 ^{CD}	22.7 ^E	21.1 ^E	30.4 ^C	
Aspartic acid	439.3 ^A	370.4 ^C	480.3 ^A	464.3 ^A	471.5 ^A	427.4 ^{AB}	448.3 ^A	365.3 ^C	391.6 ^{BC}	429.6 ^{AB}	351.1 ^C	
Sum of NEAA	3,943.4 ^{BC}	3,471.9	4,204.5	7,624.5	4,811.9	3,834.3 ^{0C}	4,026.7	10,799.4	7,077.3	3,806.5	3,196.6	
Total (EAA+NEAA)	4,550.2 ^{CD}	3,995.0 ^{EF}	4,846.2 ^{BC}	5,142.3 ^{AB}	5,433.1 ^A	4,404.3 ^{DE}	4,637.3 ^{CD}	4,198.9 ^{DE}	4,237.8 ^{DE}	4,373.2 ^{DE}	3,653.0 ^F	
EAA / NEAA	0.85	0.87	0.79	0.90	0.81	0.80	0.80	0.80	0.79	0.85	0.82	

KPO¹⁾: Kwangpyongok, KIO²⁾: Kangilok, RI³⁾: Relative index
 A, B, C, D, E, F Means in a row with different superscripts are significantly different ($P < 0.01$).

났다 (P<0.01). 총 필수아미노산은 P3156과 P32K61이 각각 2440.4 mg/100 g, 2,434.1 mg/100 g로서 높았던 반면 P32T83이 1,646.1 mg/100 g으로 가장 낮은 것으로 나타났다 (P<0.01). 그리고 총 비필수아미노산 함량과 총 구성아미노산 함량 (필수+비필수아미노산) 에서도 P3156과 P32K61이 높았던 반면 P32T83 품종이 가장 낮은 함량치를 보였다 (P<0.01). 필수아미노산/비필수아미노산 비율은 P3156 > KIO > P31P41 > P32T83 > P32K61 순으로 높게 나타났다. Table 6은 옥수수 품종별 지방산 함량을 나타낸 것으로서 지방산 조성은 Linoleic acid > r-linolenic acid > Oleic acid > Palmitic acid 순으로 높게 나타났다. Lee와 Lee (2010)의 보고에서도 사일리지용 옥수수의 지방산 함량은 같은 결과를 보였고, Ahn과 Ha (1987)의 보고서에서도 Linoleic acid 함량이 가장 높다고 보고하였다. 품종별로 총 불포화지방산 함량은 KIO > KPO > P32W86 > P3156 품종 순으로 높게 나타났으며 (P<0.01), 총 포화지방산 함량은 KIO > P32W86 > P3156 > KPO 순으로 높게 나타났다 (P<0.01).

총지방산 함량은 KIO가 261.7 mg/100 g으로

서 가장 높았던 반면, NC⁺7117은 125.5 mg/100 g으로서 가장 낮게 나타났다 (P<0.01). 총 불포화지방산/총 포화지방산의 비율은 4.4~5.3 범위를 나타냈으며, 이중 NC⁺7117 품종이 5.3으로 가장 높게, KIO 품종이 4.4로 가장 낮게 나타났다. 이와 같은 결과는 NC⁺7117 품종이 포화지방산 함량에 비하여 불포화지방산 함량이 높았기 때문이며, KIO 품종은 이와 대조적인 함량을 나타냈기 때문이다. Lee와 Lee (2010)는 사일리지용 옥수수의 불포화지방산/포화지방산 비율은 재배기간에 따라 4.40~5.39라고 보고한 내용과 비교해 볼 때 본 실험과 비슷한 경향을 나타냈다.

5. 영양수량

옥수수 품종별 단백질 수량을 보면 P3156 > NC⁺7117 > P31N27 > P32K61 > P32W86 > KPO > P32P75 순으로 높게 나타났다 (P<0.01). 시험 품종 중 조단백질 수량이 가장 높았던 P3156은 조단백질 함량이 다른 품종에 비하여 다소 떨어지지만 건물수량이 매우 높았던 원인 (Table 2 참조)에 의한 것으로 생각된다. 또한

Table 6. Fatty acid contents of silage corns (DM, mg/100g)

Items	Varieties											
	KPO	KIO	P32W86	P3156	P32K61	P31N27	P32P75	NC ⁺ 7117	P3394	P31P41	P32T83	
Palmitoleic	19.5 ^D	24.7 ^A	21.5 ^B	20.5 ^C	20.7 ^C	17.7 ^E	20.2 ^C	12.1 ^H	16.3 ^F	15.3 ^G	17.6 ^E	
Oleic	35.4 ^E	54.4 ^A	39.6 ^B	37.7 ^C	35.6 ^E	28.4 ^H	33.5 ^F	22.2 ^J	27.6 ^I	29.6 ^G	36.2 ^D	
r-linolenic	52.4 ^A	48.3 ^B	46.1 ^C	46.2 ^C	41.6 ^D	37.8 ^F	39.5 ^E	26.4 ^I	33.2 ^G	32.5 ^H	37.4 ^F	
Linolenic	2.8 ^{CD}	3.6 ^A	3.0 ^{BC}	2.4 ^D	3.3 ^{AB}	3.3 ^{AB}	3.0 ^{CD}	2.7 ^D	-	-	2.4 ^D	
Linoleic	57.5 ^A	53.3 ^B	52.2 ^C	50.6 ^D	47.3 ^E	42.4 ^G	44.5 ^F	31.7 ^J	38.1 ^H	37.2 ^I	42.3 ^G	
Elaidic	18.5 ^D	28.6 ^A	20.6 ^B	19.6 ^C	18.5 ^D	14.3 ^G	17.5 ^E	10.6 ^I	13.8 ^H	14.7 ^F	18.5 ^D	
Palmitic	29.1 ^F	37.3 ^A	32.2 ^B	31.5 ^C	30.6 ^D	27.0 ^G	29.7 ^E	16.7 ^J	23.2 ^H	21.3 ^I	26.5 ^G	
Stearic	9.1 ^B	11.6 ^A	8.2 ^C	7.6 ^D	5.6 ^E	5.0 ^F	5.3 ^{EF}	3.1 ^H	4.1 ^G	4.2 ^G	5.2 ^{EF}	
TUFA	186.1 ^B	212.8 ^A	183.0 ^C	177.0 ^D	167.0 ^E	143.9 ^H	158.2 ^F	105.7 ^J	129.0 ^I	129.3 ^I	154.4 ^G	
TSFA	38.2 ^C	48.9 ^A	40.4 ^B	39.1 ^C	36.2 ^D	32.0 ^F	35.0 ^E	19.8 ^I	27.3 ^G	25.5 ^H	31.7 ^F	
Total	224.3 ^B	261.7 ^A	223.4 ^B	216.1 ^C	203.2 ^D	175.9 ^G	193.2 ^E	125.5 ^I	156.3 ^H	154.8 ^H	186.1 ^F	
TUFA/TSFA	4.9	4.4	4.5	4.5	4.6	4.5	4.5	5.3	4.7	5.1	4.9	

TUFA: Total unsaturated fatty acid

TSFA : total saturated fatty acid

A, B, C, D, E, F Means in a row with different superscripts are significantly different (P<0.01).

조단백질 수량이 가장 낮게 나타난 KIO는 엽장, 암이삭 길이, 암이삭 둘레가 다른 품종에 비하여 유의적으로 작고 (Table 1 참조) 건물수량이 매우 낮았던 것에 기인된 것으로 판단된다. 그리고 품종별 조단백질 수량은 970 kg/ha~1,385 kg/ha 범위를 나타냈다. Lee 등 (2005)은 재식밀도에 따라 67,000립/ha, 89,000립/ha, 95,000립/ha 파종 시 각각 조단백질 평균수량이 1,824 kg/ha, 1,675 kg/ha, 1,625 kg/ha 생산 되었다고 보고하였으며, Kim과 Kim (1993)은 크림손클로버 후작 옥수수재배에서 1,036 kg/ha, 이탈리아 라이그라스 후작재배 옥수수에서 518 kg/ha 생산하였다고 보고하였다. 이러한 결과로 볼 때 옥수수 조단백질 수량은 토양조건, 전작물 종류, 재식밀도 등에 따라서도 영향을 받는 것으로 나타났다. 조지방 수량은 P31P41 > KPO > P3156 > P32T83 > P32K61 순으로 나타났다(P<0.01). 가장 높은 조지방 생산량을 보인 P31P41 품종은 건물수량이 다소 떨어지지만 (Table 1 참조) 조지방 함량이 높았던 (Table 3 참조) 것에 기인된 것으로 생각된다. 광물질 수량은 KPO가 174 kg/ha로서 가장 높았으며 P3394는 110 kg/ha로 가장 낮게 나타났다 P<0.01). 특히 광물질 수량이 낮았던 P3394는 다

른 품종에 비하여 건물수량과 광물질 함량이 낮았던 것이 기인된 것으로 판단된다. 지방산 생산량은 P3156 품종이 42 kg/ha으로서 가장 높게 나타난 반면 NC⁺7117이 24 kg/ha로서 가장 낮은 생산량을 보였다 (P<0.01).

그리고 아미노산 생산량에 있어서는 P3156이 1,017 kg/ha으로 가장 높게 KIO가 538 kg/ha로서 가장 낮게 나타났다 (P<0.01). TDN 수량에 있어서는 P3156 > NC⁺7117 > P31N27 > KPO 순으로 높게 나타났다 (P<0.01).

TDN 수량이 높은 품종들은 건물수량이 높고 암이삭 비율이 많은 것에서 높게 나타났다. TDN 수량이 가장 낮은 KIO는 TDN 수량이 높은 품종과는 대조적으로 건물수량, 조단백질, 조지방, 암이삭 비율이 낮은 것으로 나타났다. Kim과 Kim (1993)은 전작물의 종류에 따라 옥수수의 TDN 수량은 7,231~14,414 kg/ha, Ju 등 (2010)은 논 포장 재배 시 옥수수 품종별 파종 시기가 4월 25일 경우에는 13,790~16,160 kg/ha 이었으며 6월 5일 파종 시에는 8,770~11,720 kg/ha 였다고 보고하였다. Ji 등 (2009a)은 옥수수 품종별 논토양 재배 시 TDN 수량은 6,205~9,560 kg/ha 였다고 하였다. 또한 Sung 등 (2002)은 DK537과 DK501의 TDN 수량은 각각

Table 7. Nutrition yield of silage corns (DM, mg/100g)

Variety	Nutrition yield (kg/ha)					
	Crude protein	Crude fat	Mineral	Fatty acid	Amino acid	TDN
KPO	1,244 ^{AB}	409 ^{AB}	174 ^A	40 ^A	808 ^{BC}	13,129 ^{ABC}
KIO	970 ^D	283 ^{EF}	118 ^{CD}	35 ^B	538 ^E	9,904 ^D
P32W86	1,290 ^{AB}	355 ^{BC}	134 ^B	36 ^{AB}	782 ^{BCD}	11,876 ^C
P3156	1,385 ^A	396 ^{AB}	150 ^B	42 ^A	1,017 ^A	14,567 ^A
P32K61	1,324 ^A	388 ^{AB}	149 ^B	35 ^B	959 ^{AB}	13,113 ^{ABC}
P31N27	1,339 ^A	326 ^{CD}	145 ^B	32 ^{BCD}	797 ^{BC}	13,457 ^{AB}
P32P75	1,242 ^{ABC}	248 ^F	132 ^{BCD}	32 ^{BCD}	768 ^{CD}	12,476 ^{BC}
NC ⁺ 7117	1,366 ^A	299 ^{DE}	149 ^B	24 ^E	786 ^{BCD}	13,872 ^{AB}
P3394	1,061 ^{CD}	282 ^{EF}	110 ^D	26 ^{CDE}	703 ^D	12,381 ^{BC}
P31P41	1,166 ^{BC}	422 ^A	115 ^{CD}	26 ^{CDE}	739 ^{CD}	12,424 ^{BC}
P32T83	1,153 ^{BC}	390 ^{AB}	132 ^{BC}	32 ^{BCD}	620 ^D	12,575 ^{BC}

KPO¹⁾: Kwangpyongok, KIO²⁾: Kangilok

A, B, C, D, E, F Means in a column with different superscripts are significantly different (P<0.01).

11,392, 11507 kg/ha 였다고 하였다. 본 실험 결과 나타난 옥수수 품종별 TDN 수량은 각 연구자들이 보고한 내용과는 다소 차이가 있지만 Kim과 Kim(1993)이 보고한 수량과는 비슷한 경향을 보였다.

IV. 요약

본 연구는 벼 대체 사료작물인 사일리지용 옥수수를 논토양에 파종하여 조사료를 생산하는데 있어서 생육특성, 화학적 특성, 무기물함량 및 영양수량을 검토하여 논토양에 적합한 사일리지용 옥수수 품종을 선발하기 위하여 실시하였다. 실험설계는 11품종을 3반복으로 하여 5월 1일 파종하고 8월 24일 수확하였다. 그 결과를 보면 초장과 엽수에 있어서는 KPO가 다른 품종에 비하여 유의적으로 높게 나타났지만 ($P<0.01$) 암이삭 길이와 둘레는 P32W86이 높게 나타났다. 경경도와 암이삭 수는 P32P75가, 착수고 및 녹색도에 있어서는 NC⁺7117이 높게 나타났다 ($P<0.01$). 근계수와 당도에 있어서는 P3394가 높게, 엽장과 엽폭은 각각 P31P41과 P32T83이 높게 나타났다. 건물수량에 있어서는 P3156 (19,782 kg) > NC⁺7117 (18,708 kg) > P31N27 (18,093 kg) > KPO (17,772 kg) > P32K61 (17,649 kg/ha) 순으로 높게 나타났다 ($P<0.01$). 영양성분 중 조단백질과 조지방은 각각 P32W86과 P31P41에서 높게 나타났다 ($P<0.01$). NDF와 ADF 함량은 각각 KPO와 KIO에서 높은 경향치를 보였지만 다른 품종과 비교 시 유의적인 차이는 나타내지 않았다. 조섬유 함량은 KIO > KPO > P31P41 > P32W86 > P3156 순으로 높게 나타났다 ($P<0.01$). 총광물질 함량은 KPO가 9,775 mg/kg으로서 다른 품종에 비하여 가장 높게 P3394는 6,651 mg/kg으로서 가장 낮게 나타났다 ($P<0.01$). 총 구성아미노산 함량 및 지방산 함량은 각각 P32K61 및 KIO가 각각 높게 나타났다 ($P<0.01$). 영양수량 중 ha 당 조단백질, 지방산, 구성아미노산

및 TDN 생산량은 각각 P3156이 유의적으로 높게 나타났다 ($P<0.01$). 그러나 조지방 및 광물질 수량은 각각 P31P41 및 KPO가 각각 높게 나타났다 ($P<0.01$). 이상의 결과로 볼 때 사일리지용 옥수수를 논토양에서 재배 시 생육특성, 사초생산량 및 영양수량을 고려하면 P3156, NC⁺7117 및 P31N27 품종이 우수한 것으로 생각된다.

V. 사 사

본 연구는 2009년도 상주시 신활력사업 지원 사업에 의하여 이루어진 것이며, 이의 지원에 감사드립니다.

VI. 인용 문헌

1. Ahn, D.H. and B.S. Ha. 1987. Comparative studies on the lipid composition in varieties of dent corn. J. Kor. Soc. Food Nutr. 16(4):350-363.
2. Aldrich, S.R., W.O. Scott and R.G. Hoefl. 1986. Modern corn production. 3rd ed. A. and L. Publication Inc. station. Illinois.
3. AOAC. 1995. Official Methods of analysis. 16th ed. Association of analytical chemist, Washington, DC., USA.
4. Bressani, R. and E.T. Mertz. 1958. Studies on corn proteins. IV. Protein and amino acid content of different corn varieties. Cereal Chem. 35:227-235.
5. Folch, J., M. Lee and G.H.S. Stanly. 1957. Simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. J. Biol. Chem. 226:497-509.
6. Goering, H.K. and Van Soest, P.J. 1970. Forage fiber analysis. Ag. Handbook. No. 379. ARS. USDA. washington DC.
7. Holland, C., Kezar, W., Kautz, W.P., Lazowski, E.J., Mahanna, W.C. and Reinhart, R. 1990. The pioneer forage manual; A nutritional guide. pioneer Hi-Bred., Des Moines, IA.
8. Hunt, C.W., W. Kezar and R. Vinande. 1992. Yield chemical composition, and ruminal ferment

- ability of corn whole plant, ear and stover as affected by hybrid. *J. Prod. Agric.* 5:286-290.
9. Hwang, K.J., H.S. Park, N.G. Park, H.Y. Jeong, M.S. Ko, M.C. Kim, S.T. Song and D.W. Kim. 2009. Effect of cattle manure application on mineral contents of grazing pasture. *J. Kor. Grassl. Forage Sci.* 29(1):37-42.
 10. Jeon, B.T., S.H. Moon and S.M. Lee. 1989. Studies on the productivity and adaptability of foreign or domestic corn silage in Chungju areas. *J. Kor. Jungwoon Res. Kon Kuk. Uni.* 8:3-12
 11. Ji, B.J., G.L. Jin, J. Shinekuu, W.Z. Qin, Y.K. Oh, Y.S. Sohn, S.S. Seo and M.K. Song. 2010. Estimation of availability and TDN of various silages by cattle. *J. Kor. Grassl. Forage Sci.* 30(2):169-178.
 12. Ji, H.C., C.S. Kim, B.Y. Hong and H.B. Lee. 2006. Agronomic characteristics of waxy hybrid corn on the paddy soil conditions. *J. Kor. Agri. Sci. Chungnam Nat'l Univ., Kor.* 33(2):123-127.
 13. Ji, H.C., J.K. Lee, K.Y. Kim, S.H. Yoon, Y.C. Lim, O.D. Kwon and H.B. Lee. 2009a. Evaluation of agronomic characteristics, forage production and quality of corn hybrids for silage at paddy field in southern region of Korea. *J. Kor. Grassl. Forage Sci.* 29(1):13-18.
 14. Ji, H.C., W.H. Kim, K.Y. Kim, S.H. Lee, S.H. Yoon and Y.C. Lim. 2009b. Effect of different drained conditions on growth, forage production and quality of silage corn at paddy field. *J. Kor. Grassl. Forage Sci.* 29(4):329-336.
 15. Ju, J.I., Y.G. Seung, C.G. Kim and H.B. Lee. 2010. Planting date and hybrid influence on silage corn yield and quality at paddy field in middle region. *J. Kor. Grassl. Forage Sci.* 30(1):1-8.
 16. Jung, Y.K. 2002. comparisons of the forage productivity and mineral contents between the newly reclaimed and arable pasture soils. II. changes in the soil properties, vigour at early growth, yields, and mineral nutrients of forages as affected by lime application. *J. Kor. Grassl. Sci.* 22(4):279-286.
 17. Kang, B.K., Y.M. Park and Y.K. Kang. 2001. Nutrient uptake and leaching under different fertilizer treatment for corn and potato growth in volcanic ash soil. *Kor. J. Crop Sci.* 46(3):253-259.
 18. Kang, J.H., H.J. Lee and B.H. Park. 1985. Growth analysis of silage corn in response to seeding time. *J. Kor. Grassl. Sci.* 5(3):212-219.
 19. Kim, C.H., S.C. Park, H.W. Lee and H.K. Kang. 1998a. Comparison of growth characteristics, forage yield and growth analysis in corn hybrids for silage production. *J. Kor. Grassl. Sci.* 18(2):79-88.
 20. Kim, D.A., K.N. Lee, D.E. Shin, J.D. Kim and K.J. Han. 1996a. Effect of planting date on forage yield and quality of corn hybrids of four maturity groups. *J. Kor. Grassl. Sci.* 16(4):327-337.
 21. Kim, D.A., S.B. Koh, C.H. Kwon, M.C. Kim, K. J. Han, J.D. Kim, K.N. Lee, D.U. Shin and J. K. Kim. 1997. Evaluation of early maturing and superior performance corn hybrids for silage in the central north and Cheju regions. 1997. *J. Kor. Grassl. Sci.* 17(4):323-328.
 22. Kim, D.A. and W.H. Kim. 1993. Effects of winter annual forage crops on growth, yield and quality of silage corn. *J. Kor. Grassl. Sci.* 13(2):122-131.
 23. Kim, J.D., C.H. Kwon, S.G. Kim, H.S. Park, H. J. Ko and J.K. Kim. 2002. Effect of harvest stage on forage yield and quality of silage corn at late planting. *J. Kor. Anim. Sci. & Technol.* 44(2):251-260.
 24. Kim, J.G., E.S. Chung, S. Seo, W.S. Kang, J.S. Yang and Y.M. Cho. 1998b. Effects of plant density on forage yield and quality of corn. *J. Kor. Grassl. Sci.* 18(1):49-54.
 25. Kim, J.G., G.J. Park, G.Y. Kim and M.S. Han. 1996b. Growth and yield performance of selected forage crops cultivated on imperfectly drained paddy field under subsurface drainage by PVC pipes. *J. Kor. Grassl. Sci.* 16(3):219-224.
 26. Kim, M.C. 1991. Effects of nitrogen and potassium application on pasture of Cheju volcanic soil. I. Dry matter yield and mineral concentration (N, P, K, Ca, Mg, Na) of Orchardgrass. *Kor. J. Anim. Sci.* 33(9):683-691.
 27. Kim, W.H., J.S. Shin, Y.C. Lim, S. Seo, K.Y. Kim and J.K. Lee. 2005. study on the promising double cropping system of summer and winter forage crop in paddy field. *J. Kor. Grassl. Sci.* 25(4):233-238.
 28. Lee, J.K., H.S. Park, J.W. Chung, J.G. Kim, Y. C. Lim, Y.G. Kim, S.C. Lee, J.R. Jung and K. I.

- Sung. 2005. Effect of the planting densities and nitrogen levels on the growth characteristics, dry matter yield and nutritive value of corn for silage in alpine areas. *J. Kor. Grassl. Sci.* 25(4):239-244.
29. Lee, J.K., H.S. Park, Y.G. Kim, J.W. Chung, K. J. Na, M.C. Kim, S.C. Lee and W.B. Yook. 2004a. Effect of the seeding and harvesting dates on the growth characteristics, dry matter yield and quality of corn for silage in alpine areas. *J. Kor. Grassl. Sci.* 24(2):115-122.
30. Lee, S.M., B.T. Kim, J.H. Hwang, B.T. Jeon and S.H. Moon. 2007. Effect of plowing frequency and sowing dates on the agronomic characteristics, feed value, weed yield and palatability of silage corn. *J. Kor. Grassl. Sci.* 27(3):209-218.
31. Lee, S.M. and J.H. Lee. 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. *J. Kor. Anim. Sci. & Techno.* 52(5):441-448.
32. Lee, S.S., K.Y. Park and S.K. Jung. 1981. Growth duration and grain and silage yields of maize at different planting dates. *Kor. J. Crop Sci.* 26(4):337-343.
33. Lee, S.S., S.H. Yun, J.M. Seo, S.K. Yang, H.K. Kim, S.H. Ryu, J.Y. Park and S.K. Kim. 2004b. Silage productivity of Korean improved and introduced maize hybrids. *J. Kor. Grassl. Sci.* 24(4):323-334.
34. Lim, S.H. and D.A. Kim. 1996. Effect of different harvest dates on dry matter yield and forage quality of corn (*Zea Mays* L.). *J. Kor. Grassl. Sci.* 16(1):75-80.
35. Nuttall, W.F. 1985. Effect of N, P and S fertilizers on alfalfa grown on three soil types in Northeastern Saskatchewan. II. Nitrogen, P, and S uptake and concentration in herbage. *Agron. J.* 77:224-228.
36. Park, K.Y., Y.h. Son, S.K. Jeong, K.J. Choi, S. U. Park and B.H. Choe. 1990. Variation of protein content and amino acid composition of maize germplasms. *Kor. J. Crop Sci.* 35(5):413-423.
37. Pendleton, J.W. and D.B. Egli. 1969. Potential yield of corn as affected by planting date. *Agron. J.* 61:70-71.
38. Reid, R.L., A.J. Post and G.A. Jung. 1970. Mineral composition of forage. *W. Va. Agr. Exp. Sta. Bull.* P 589.
39. Reith, J.W.S. 1965. Mineral composition of crop. *N. A. A. S. Q. Rev.* 68:150-156.
40. SAS. 2002. SAS user's guide; Statistics. SAS Inst. Inc. NC.
41. Seo, I.J., M.H. Kim, D.S. Kim, S.R. Lee and W. J. Maeng. 2005. Effects of fiber sources on ruminal pH, buffering capacity and digestibility in sheep. *J. Kor. Grassl. Sci.* 25(3):177-184.
42. Shin, D.E., D.a. Kim, H.L. Choi, K.C. Song, H. H. Lee, W.H. Kim and E.S. Chung. 1999. Studies on the liquid manure application for silage corn. *J. Kor. Soc. Soil Sci.* 32(1):22-30.
43. Shin, J.S., J.G. Jeon, S.B. Lee, W.H. Kim, S.H. Yoon, J.K. Lee, J.G. Kim, M.W. Jung, S. Seo and Y.C. Lim. 2008. Effect of drainage culvert spacing on forage crops production in poorly drained paddy field converted to upland crop cultivation. *J. Kor. Grassl. Forage Sci.* 28(4):301-306.
44. Smith, A.E. 1972. A method for quantifying carbohydrate fraction in forage plants. *Agric. Food Chem.* 20:238-239.
45. Son, B.Y., H.G. Moon, T.W. Jung, S.J. Kim and J.D. Kim. 2006. comparison of agronomic characteristics, yield and feed value of different corn hybrids for silage. *J. Kor. Crop Sci.* 51(3):233-238.
46. 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 at different planting dates. *J. Kor. Grassl. Forage Sci.* 29(3):179-186.
47. Sung, B.R., G.J. Choi, Y.W. Lim and K.J. Park. 2002. Characteristics and yield of recommended cultivars by imported forage crop regional yield trials in 2002. I. Early maturing, good quality, and high yield of forage corn hybrid, "DK 537". 2002. *J. Kor. Grassl. Sci.* 22(4):247-252.
48. Sung, K.I., G.S. Kim, J.W. Lee, B.W. Kim and S.R. Kim. 2005. Chemical composition and fermentation characteristics of the corn silage during feedout at Yonchon of Gyeonggi-do. *J. Kor. Grassl. Sci.* 25(1):43-50.
49. 原田 勇. 1975. 牧草栽培土壌のミホラル含量と乳牛疾病とくにグラスラタニの関係. 畜産の研究. 29:29-34.

(Received January 13, 2012/Accepted February 29, 2012)