

Research Article

도입 사일리지용 옥수수의 품종과 식물체 부위에 대한 사료가치와 생산성 비교

김종근^{1,2,*}, Li Yan Feng¹, Wei Sheng Nan¹, 정은찬¹, 김학진²

¹서울대학교 국제농업기술대학원, ²서울대학교 그린바이오과학기술연구원

Comparison of the Forage Quality and Productivity According to Varieties and Plant Parts of Imported Silage Corn (*Zea mays*, L)

Jong Geun Kim^{1,2,*}, Yan Feng Li¹, Sheng Nan Wei¹, Eun Chan Jeong¹ and Hak Jin Kim²

¹Graduate School of International Agricultural Technology, SNU, Pyeongchang, 25354, Korea

²Research Institute of Eco-friendly Livestock Science, GBST, SNU, Pyeongchang, 25354, Korea

ABSTRACT

This experiment was conducted to a comparison of the productivity according to variety and forage quality by plant parts of imported silage corn (*Zea mays*, L) in Pyeongchang. The corns evaluated in this experiment were 8 varieties (P1184, P1151, P1194, P1543, P1345, P1429, P1443, and P2105) introduced from the United States, Pioneer Hybrid Co. The harvested corn was divided into 5 plant parts (leaf, stem, cob, husk, and grain), and the ratio of each part was calculated using dry weight and the feed value was analyzed. The emergence rate of corn was generally good except for the P1151 and P2105 varieties. The average tasseling date was July 24th and the silking date was July 27th, but the P2105 variety was late to July 28th and August 1st, and the remaining varieties were similar. P1345 was the highest (289 and 123 cm), and P1151 varieties were the lowest (267 and 101 cm) in the plant and ear height. Disease resistance was low in P1184, P1443 and P1429, and P1197 and P1345 were high. In the case of stover, the dry matter (DM) content was the lowest at 19.6% in the P1151 and the highest at 24.9% in the P1429. DM content of ear was the highest in the P2105 (55.5%), and P1184 (54.2%) and P1345 (54.3%) were also significantly higher ($p < 0.05$). The DM yield of stover of P2105, P1429 and P1194 varieties was significantly higher ($p < 0.05$), and ear yield of P2105, P1345 and P1443 was higher. The proportions of each part of plants (leaf, stem, cob, husk, and grain) divided by 5 was high, with 50-60% of the ear (grain+cob) ratio. The ratio of husk and cob was roughly similar, and the leaf and stem part showed a ratio of about 20%. The crude protein (CP) content was highest in leaf, followed by grain. The CP content of the stem was the lowest, and the husk was not significantly different among the varieties ($p > 0.05$). The acid detergent fiber (ADF) content was similar to the rest parts except grain, but the leaf part tended to be lower, and other parts except the stem and leaf showed no significant difference between varieties ($p > 0.05$). There was no significant difference in NDF (neutral detergent fiber) content in husk, but there was a difference between varieties in other parts ($p < 0.05$). In addition, there was a special difference by plant parts for each variety, P2105 on the stem, P1197 on the leaf, P1151 on the cob, P1197 on the husk, and P1197 on the grains with high NDF content. IVDMD (*in vitro* dry matter digestibility) was not significantly different between stems and grains, but there was a difference between varieties in cobs and husks. According to the results, DM yield of P2105 variety was the best in the experiment, and the ratio of grain was excellent in P1543 and P1345. In addition, it was found that the feed value was higher in the leaves and grains, and the leaf and stem had higher feed values than husk or cob.

(Key words: Corn, Cob, Husk, Grain, Leaf, Stem, Productivity, Quality)

I. 서론

옥수수는 사료작물 중에서 단위면적당 TDN 생산성이 가장 높은 작물로 알려져 있다. 단위면적당 수량도 높고 당분함량이 높아 사일리지 조제에 적합하며, 파종에서 수확까지 기계화가 되어 있어 작업이 편리하기에 낙농 농가를 중심으로 재배가 되고 있다 (Kim, 1991). 농식품부의 자료 (MAFRA, 2019)에 의하면 2018년

도 사일리지용 옥수수의 재배 면적(총채벼 일부 포함)은 13,000ha로 약 228천톤이 생산되었다. 이는 재배면적으로 전체 하계 사료작물의 23.6%이며 생산량으로는 28.8%에 해당하는 양이다.

그러나 옥수수의 재배면적은 점차 줄어들어 최근에는 정채 상태로 머무르고 있다. 이는 가장 더운 시기에 수확작업을 하게 되어 작업 피로도가 높고 농촌에서의 일손 부족 등으로 파종 및 수확작업에 어려움이 있었기 때문에 이로 인해 원형곤포를 활용한 수수×

*Corresponding author: Jong Geun Kim, Graduate School of International Agricultural Technology and INSTITUTE of GREEN BIO SCIENCE & TECHNOLOGY, Seoul National University, Pyeongchang 25354, Korea. Tel: +82-33-339-5728, Fax: +82-33-339-5727, E-mail: forage@snu.ac.kr

수단그라스 교잡종의 재배가 확대되고 있다(Kim et al, 2017).

우리나라에서 재배되는 옥수수는 대부분 해외에서 도입된 품종이 이용이 되었으나, 최근 국립식량과학원에서 육성한 우수 품종들의 재배가 점차 늘어나고 있는 추세이다. 도입 품종의 경우는 농림축산식품부 주관으로 농협중앙회에서 업무를 이관받아 운영중인 “수입적응성 인증품종 심의회”에서 인증된 품종에 대하여 보급을 하게 되며, 현재 수입적응성 인증품종으로 등재된 옥수수 품종은 P3394등 36개 품종이 있다.

P1184 및 P1543 품종은 2011년 12월에 인증된 품종으로 증생 품종으로 암이삭 비율과 건물 및 TDN 수량이 높은 특징이 있다(NH, 2011). P1151(조생종), P1197(조생종), P1345(중생종), P1429(중만생종), P1443(중생종) 및 P2105(만생종) 품종은 2019년 3월에 등재된 품종으로, P1151은 조생품종으로 착수고가 낮아 도복에 강한 품종이며, P1197은 조중생 품종으로 역시 도복에 강한 품종이다. 증생품종인 P1345는 초장이 크며 흑조위축병에 강한 특징이 있으며, P1429는 도복에 강한 품종으로 다수성이다. P1143은 도복과 흑조위축병에 강한 품종이며, P2105는 만생품종으로 도복에 강하고 건물 및 TDN 수량이 많은 품종으로 알려져 있다(NH, 2019).

그 동안 사일리지용 옥수수에 대한 다양한 연구가 진행이 되어 왔으며 주로 재배기술과 가공에 대한 연구가 보고되었고, 최근에는 국립식량과학원을 중심으로 신품종에 대한 보고가 늘어나고 있다(Son et al., 2012; Son et al., 2013; Son et al., 2014). 또한 도입 옥수수는 수입적응성 인증품종의 강원지역의 평가연구(Kim et al., 2017), 수입적응성 인증품종 생산성과 특성 평가(Sung et al., 2002), 도입품종과 국내품종과의 생산성 비교(Lee et al., 2004) 등 수입 품종에 대한 다양한 연구가 보고되었다. 그러나 최근 등재된 수입적응성 인증품종에 대한 평가 연구는 수행되지 않았다.

따라서 본 시험은 최근 수입적응성 인증품종으로 등재된 사일리지용 옥수수 품종 중에서 Pioneer Hybrid Co.에서 보급중인 품종에 대하여 강원지역에서 생육특성 및 생산성을 평가하였으며 품종에 대한 더 많은 정보 제공을 위하여 공시된 품종의 식물체 부위별 비율과 영양소 함량에 대하여 조사하였다.

II. 재료 및 방법

1. 시험 옥수수 품종

본 연구에 이용된 옥수수 품종은 미국 Pioneer Hybrid Co.에서 수입적응성시험을 위해 의뢰한 품종과 기 선정된 품종을 선택하여 시험품종으로 사용하였다. 전체 8개 품종 중에서 P1184 및 P1543 품종은 2011년도에 수입적응성 인증품종으로 선정되었으며 P1151 외 5개 품종은 2019년에 선정되었다.

2. 포장시험

옥수수 재배를 위한 포장 시험은 Kim et al(2017)의 시험방법에 준하여 실시하였다. 시험 포장은 강원도 평창군에 위치한 서울대학교 평창캠퍼스내에 있는 시험포(북위 37°32'40", 동경 128°26'33", 해발 550m)를 이용하였으며 옥수수 재배 전 청보리를 파종하여 녹비로 이용하였다. 시험포장의 화학적 특성은 Table 1에서 보는 바와 같이 약산성이고 유기물 함량은 높았고 총 질소 및 유효인산의 함량은 낮은 편이었다.

옥수수 재배를 위해 토양내 유기물 보충을 목적으로 경운 전 재배되었던 청보리를 예취하여 녹비로 활용하였으며, 10톤/ha의 유기질 비료인 유박을 전면에 살포하였다. 옥수수 품종은 미국 Pioneer Hybrid Co.로부터 직접 도입한 옥수수 8개 품종(P1184, P1151, P1194, P1543, P1345, P1429, P1443 및 P2105)을 대상으로 8처리 난괴법 3반복으로 실시하였다. 사일리지용 옥수수의 파종은 2017년 4월 28일에 하였으며 시험구 크기는 15m(3m×5m)로 하였다. 재식밀도는 주간 및 휴폭을 75cm×19m로 하여 2립씩 점파하였고, 7~8엽기에 우량한 한 개체만 남기고 솎아 내었다.

시비량은 질소 200kg, 인산 150kg 및 칼리 150kg/ha로 하였으며, 인산과 칼리는 전량 기비로 사용하였고 질소질 비료는 파종 당일과 7~8엽기에 1/2씩 나누어 분시 하였다. 발아 전 처리 제조제는 파종당일 포장전면에 균일하게 살포하였고 새에 의한 피해 예방을 위해 방조망을 설치하였다.

옥수수의 수량조사를 위한 수확은 하여 9월 8일에 하였으며 품종별 4줄씩 재배된 옥수수 중 가운데 2줄을 수확하여 무게를 측정하였고 줄기 및 암이삭의 건물함량을 측정하기 위해 각 처리구에서 2줄씩을 선택하여 65℃ 순환식 송풍 건조기 내에서 72시

Table 1. Chemical properties of soil in experimental field.

pH (1:5)	OM (%)	TN (%)	Av. P ₂ O ₅ (mg/kg)	Exchangeable cation(mg/kg)				CEC (cmol/kg)
				K	Ca	Mg	Na	
6.48	23.18	0.16	109.57	5.18	3.27	1.18	0.15	28.26

* OM : Organic matter, TN : Total nitrogen, CEC : Cation exchange capacity

간 이상 건조한 후 건물함량을 구하였고 ha당 수량으로 환산하였다. TDN 수량은 Holland et al.(1990)이 제시한 방법으로 $TDN\ yield = (\text{경엽 건물수량} \times 0.582) + (\text{암이삭 건물수량} \times 0.85)$ 에 의하여 계산하였다.

3. 식물체 분리

옥수수 부위별 비율 및 사료가치 측정을 위하여 수확된 옥수수에서 각각 5개 개체를 선정하여 분리를 하였다. 전체 5개 부위로 분리를 하였는데 우선 암이삭을 제거하고 잎(leaf)과 줄기(stem)를 분리하였고 암이삭은 포엽(husk)을 벗기고 알곡(grain)과 속대(cob)를 분리하였다. 분리된 각각의 부위는 무게를 측정 한 후 65℃ 순환식 송풍 건조기 내에서 72시간 이상 건조한 후 건물함량을 구하였고 이를 통하여 식물체 각 부위별 비율을 측정하였다.

4. 사료가치 분석

사료가치 분석을 위한 시료는 건조 후 분쇄기를 이용하여 20 mesh mill로 분쇄한 후 이중마개가 있는 플라스틱 시료통에 넣고 직사광선이 들지 않는 곳에 보관하여 분석에 이용하였다.

조단백질 함량은 AOAC(1995)법에 의거하여 분석하였고 NDF(neutral detergent fiber) 및 ADF(acid detergent fiber) 함량은 Goering and Van Soest(1970)법에 따랐으며, *in vitro* 건물소화율(IVDMD)는 Tilley 및 Terry법(1963)을 Moore(1970)가 수정한 방법을 사용하였다. 시험에 쓰인 위액은 평소 조사료를 자유채식 한 한우에서 아침사료를 급여하기 전에 채취하여 이용하였다.

5. 통계처리

통계처리는 SAS Package program(Ver. 9.0)을 이용하여 분산 분석을 실시하였고, 처리 평균간 비교는 최소유의차검정(LSD)을 이용하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 품종별 생육 특성

재배된 8개 품종에 대한 생육특성은 Table 2에서 보는 바와 같다. 출현율은 P1151 및 P2105를 제외하고는 대체적으로 양호한 편이었으며 P1429품종이 가장 좋았다. P1151 및 P2015 품종은 유식물 활력에 있어서도 다른 초종에 비해 낮았으며 P2105 품종은 출수기와 출사기도 늦은 것으로 나타났다. 한편 NH(2011; 2019)에 의하면 P1151 및 P1197은 조생품종으로 분류가 되고 P2015를 제외한 나머지는 중생품종이라고 하였는데 본 시험에서 P2015 품종(만생종)을 제외하고는 출수 및 출사기가 비슷하여 조생종과 중생종의 구분은 명확하지 않았다.

작물생육은 다양한 요인에 의해 영향을 받지만 유효적산온도(growth day degree, GDD)를 이용하여 해석하기도 한다. 옥수수의 경우 상대속도가 약 120일 내외의 만생종 옥수수는 수확시까지 약 1,415-1,444℃의 유효적산온도가 필요하다고 하였다(Paul, 2017). 따라서 지역 및 작부체계에 따라 상대속기를 고려하여 품종을 선택해야 하며 많은 연구자들이 유효적산온도(GDD)를 이용하는 것이 더 바람직하다는 보고를 하였다(Coelho and Dale, 1980; Gilmore and Rogers, 1958. 본 시험에서도 품종에 따른 속기는 출수 및 출사기도 중요하지만 유효적산 온도를 분석하는 것

Table 2. Agronomic characteristics of silage corn varieties

Variety	Emergency (1~9)	Seedling vigor (1~9)	Tasseling date	Silking date	Plant height (cm)	Ear height (cm)
P1184	1.7	2.0	Jul 22	Jul 26	280	116
P1151	3.0	3.0	Jul 24	Jul 25	267	101
P1197	1.7	2.0	Jul 26	Jul 27	275	112
P1543	2.0	2.3	Jul 24	Jul 26	273	101
P1345	2.0	2.2	Jul 22	Jul 25	289	123
P1429	1.3	1.3	Jul 25	Jul 27	284	108
P1443	2.3	2.7	Jul 23	Jul 25	272	116
P2105	3.7	3.0	Jul 28	Aug 01	273	107
Average	2.2	2.3	Jul 24	Jul 27	277	110
LSD(0.05)	1.8	1.4	-	-	NS	14.5

* (1~9) : 1, good; 9, poor, NS : not significant

도 바람직한 방법이라 판단되었다.

초장 및 착수고에 있어서는 P1345 품종이 가장 컸으며(289 및 123 cm), P1151 품종이 가장 작았다(267 및 101 cm). 재배를 하는 당해연도 평창지역에서는 바람에 의한 피해가 발생하지 않았지만 우리나라는 옥수수 수확시기가 되면 태풍이 잦아 도복의 피해가 우려되기 때문에 무게 중심을 나타내는 착수고도 매우 중요하다(Kim et al., 2017). 본 시험에서는 P1151, P1543, P1429 및 P2105의 착수고가 낮은 편이었으며 P1184, P1443 및 P1345 품종은 착수고가 비교적 높아 바람에 의한 도복 발생이 높을 것으로 예상되었다.

2. 병해충 및 도복 저항성

작물재배시 다양한 병해과 해충으로 인한 피해가 발생한다. 옥수수의 경우는 특히 멸강충과 조명나방의 피해가 크며 병해로는 깨씨무늬병 그리고 그을음무늬병 등이 발생하기도 한다. 시험 기간중에 발생한 병해과 해충 그리고 도복에 대한 피해 정도는 Table 3에서 보는 바와 같다. 병해 저항성은 대체적으로 양호한 수준이었으며, 품종별로는 P1184, P1443 및 P1429에서 3.0 이상으로 낮은 편이었으며, P1197 및 P1345는 2.0으로 높았다. Kim et al.(2017)은 평창지역에서 8개의 수입적응성 인증품종중에서 32P75 품종과 국내육성품종인 광평옥에서 병해에 대한 저항성이 높았으며 발생한 병해의 대부분은 그을음무늬병 이었다고 하였다.

해충에 의한 피해도 병해와 마찬가지로 경미하였다. P1184 품종을 제외하고는 3.0 미만의 수치를 보여 대체적으로 해충에 의한 저항성이 강한 것을 알 수 있었다. Kim et al.(2013)도 대관령지역에서 옥수수를 재배할 때 병해 및 해충 피해는 거의 없었으나 DK

729 품종에서 미미한 병충해가 발생하였다고 보고한 바 있다.

평창지역의 재배에서는 흑조위축병과 도복은 발생을 하지 않았다. 흑조위축병은 평야지대 벼를 재배하는 곳 주변에서 주로 발생하는 질병으로 평창지역은 주변에 논이 많이 없어 발생빈도가 낮은 것으로 판단되었다. 또한 시험을 수행한 기간중에는 태풍도 발생하지 않아 도복에 의한 피해가 나타나지 않았다.

후기 녹체성의 경우 P1429에서 4.0으로 열은 색을 나타내었고, P1151 및 P1197 품종에서 후기 녹체성이 양호한 것으로 나타났다. Ji et al.(2011)은 국내 품종인 광평옥과 도입품종인 P3156 품종의 후기 녹체성이 높은 편이라고 보고하였으며, 평균이 2.6으로 나타나 본 시험의 3.0 보다 녹색도가 더 우수한 것으로 나타났다.

3. 생산성

공시된 품종의 건물함량 및 생산성은 Table 4에 제시하였다. 건물함량은 품종간에 경엽과 암이삭에서 유의성이 있었다($p < 0.05$). 경엽의 경우 P1151 품종에서 19.6%로 가장 낮았으며 P1429 품종에서 24.9%로 가장 높게 나타났다. 암이삭은 만생품종인 P2105 품종이 가장 높았고(55.5%) P1184(54.2%) 및 P1345(54.3%) 품종도 유의적으로 높게 나타났다. 전체 건물수량에 있어서도 P2105 품종이 가장 높았으며, P1151 품종이 가장 낮았다.

생초수량은 경엽과 전체수량에서는 유의적인 차이가 나타나지 않았으나($p > 0.05$), 암이삭에서는 P2105에서 유의적으로 높게 나타났다 나머지 품종들은 차이를 보이지 않았다. Kim et al. (2017)도 평창지역에서 수입적응성 인증품종에 대한 생산성 평가에서 생초수량 및 건물 수량에 있어 유의적인 차이를 보이지 않았다고 하였으며 평균 수량은 생초수량이 59,017 kg/ha로 나타났다고 하여 본 시험 보다는 약간 높은 결과를 보여 주었다.

Table 3. Resistance of disease, insect and lodging and stay green degree of silage corn variety

Variety	Resistance to disease(1~9)	Resistance to insect(1~9)	RBSDV (%)	Lodging tolerance(1~9)	Stay green (1~9)
P1184	3.3	3.3	0	1	3.0
P1151	2.3	2.3	0	1	2.3
P1197	2.0	2.0	0	1	2.7
P1543	2.3	2.0	0	1	3.7
P1345	2.0	2.0	0	1	3.0
P1429	3.3	2.3	0	1	4.0
P1443	3.0	2.0	0	1	3.7
P2105	2.3	2.3	0	1	3.0
Average	2.6	2.3	0	1	3.2

* (1~9) : 1, strong, dark; 9, weak, light

* RBSDV : Rice black-streaked dwarf virus

Table 4. Dry matter (DM) contents and fresh matter, DM and TDN(total digestible nutrient) yield of silage corn variety

Variety	DM (%)			Yield (kg/ha)					
	Stover	Ear	Total	Fresh matter			Dry matter		
				Stover	Ear	Total	Stover	Ear	Total
P1184	21.2	54.2	32.1	32,889	16,622	49,511	6,985	9,030	16,015
P1151	19.6	52.0	31.0	32,711	16,000	48,711	6,409	8,310	14,719
P1194	24.1	46.1	31.5	34,578	18,133	52,711	8,334	8,376	16,710
P1543	21.7	53.7	34.1	30,844	16,889	47,733	6,687	9,096	15,783
P1345	23.6	54.3	35.5	33,333	18,667	52,000	7,817	10,146	17,963
P1429	24.9	50.7	33.8	34,223	17,333	51,556	8,457	8,805	17,262
P1443	23.4	51.7	32.6	32,800	18,578	51,378	7,662	9,611	17,273
P2105	24.4	55.5	37.8	36,266	20,178	56,444	8,910	11,190	20,100
Mean	22.9	52.3	33.6	33,456	17,800	51,256	7,658	9,321	16,979
LSD(0.05)	3.70	5.74	3.92	NS	4,145	NS	2,407	2,709	4,788

* NS : not significant

건물수량은 경엽, 암이삭 그리고 전체에 있어서 유의적인 차이를 나타내었다($p < 0.05$). P2105, P1429 및 P1194 품종의 경엽 건물수량이 유의적으로 높게 나타났으며 P2105, P1345 및 P1443 품종의 암이삭 건물 수량이 높았다. P1197을 제외한 다른 품종들은 대체적으로 건물함량이 높아 수량 증가에 반영이 된 것으로 판단이 되었으며, P1197은 건물함량은 낮지만 생초수량이 높아 건물수량이 높았던 것으로 판단되었다.

한편 본 시험에서의 TDN 수량은 평균 12,379 kg/ha로 나타나 Kim et al.(2017)이 대관령지역에서 시험한 평균수량인 9,048 kg/ha보다 높았는데 이는 생초 수량은 대관령지역이 높았지만 건물율과 암이삭의 비율이 평창지역 옥수수가 월등히 높아 TDN 수량도 높게 나타난 것으로 판단되었다.

4. 식물체 부위별 비율

옥수수 8개 품종에 대한 수확시기의 식물체 부위별 비율은 Fig. 1.에서 보는 바와 같다. 5개의 부위로 분리된 식물체(leaf, stem, husk, cob 및 grain)의 각 부위별 비율을 살펴보면 대체적으로 암이삭에 해당하는 grain과 cob 합이 50~60%로 나타나 비교적 높은 비율을 보였으며 이로 인하여 앞서 언급하였듯이 TDN 수량이 대관령 지역에서 보다 더 높게 나타난 것으로 판단되었다. 한편 P2015 및 P1429는 시험품종들 중에서 암이삭(grain+cob)의 비율이 가장 낮게 나타났는데 이는 만생 품종으로 인해 알곡으로의 양분 이동이 부족했던 것으로 판단되었다.

Grain의 비율이 높은 P1345, P1543, P1151 및 P1184 품종들은 대체적으로 숙기가 빠른 품종으로 분류가 되어 암이삭으로의

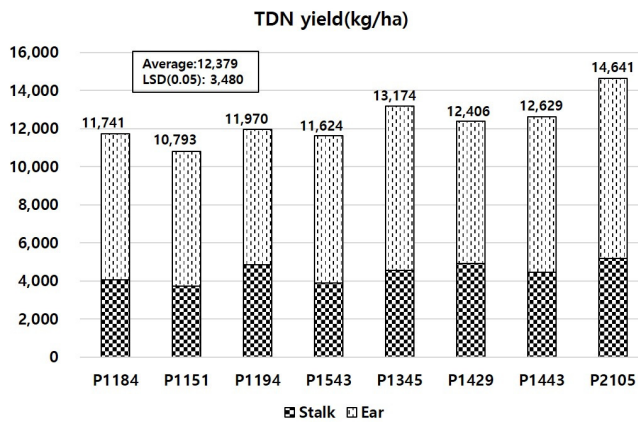


Fig. 1. TDN yield of silage corn varieties by plant part.

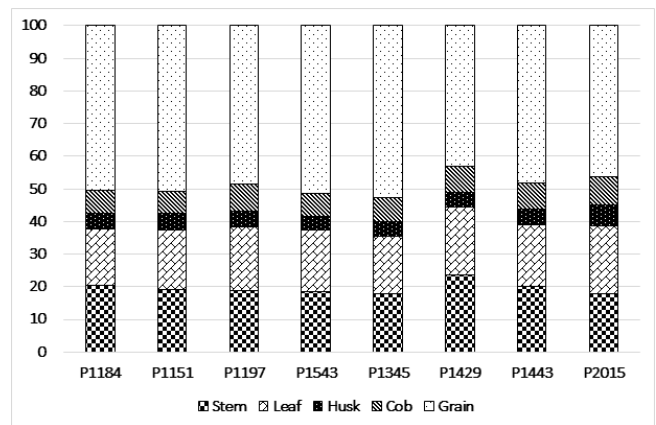


Fig. 2. Percentage of various plant parts of silage corn by dry matter ratio.

전분축적이 빨리 진행이 된 결과로 보여진다. 포엽(husk)과 속대(cob)의 비율은 대체적으로 비슷하였으며, 잎과 줄기는 약 20% 내외의 비율을 보여주었다.

5. 식물체 부위별 사료가치

분리된 5개의 부위별 사료가치는 Table 5에서 보는바와 같다. 조단백질 함량은 잎이 가장 높았고 그 다음이 grain이었다. 줄기의 조단백질 함량은 가장 낮았으며, 포엽(husk)은 품종간에 유의적인 차이가 없었다($p>0.05$). 옥수수는 생산성과 에너지가가 높은 사료작물이지만 화본과의 특성으로 인해 단백질 함량이 낮은 편이다. 본 시험의 결과 옥수수의 단백질 함량이 낮은 부위는 많은 비율을 차지하는 줄기(약 20% 내외)로 향후 육종의 방향을 줄기의 단백질 함량을 높일 수 있는 방향으로 진행되는 것이 바람직하다고 사료되었다.

ADF 함량은 곡실을 제외한 나머지 부분은 비슷하였지만 잎 부분이 더 낮은 경향을 나타내었으며 줄기와 잎을 제외한 다른 부위는 품종간에 유의적인 차이를 보이지 않았다($p>0.05$). NDF 함량

은 husk에서는 유의적인 차이가 없었으나 다른 부위는 품종간에 차이를 보였다. 또한 품종별로 부위에 따라 특별한 차이를 보였는데, 줄기는 P2015, 잎은 P1197, 속대는 P1151 포엽은 P1197 그리고 알곡은 P1197에서 NDF 함량이 높게 나타나 품종의 특성으로 인해 부위별로 NDF 함량에 변화가 나타난 것으로 보여졌다.

건물 소화율은 줄기와 알곡에서 유의적인 차이가 없었으나 잎과 암이삭을 구성하는 포엽과 속대에서는 품종간에 차이가 나타났다. 식물체 부위별 소화율은 P2015 품종에서 대체적으로 높게 나타났으며 알곡의 소화율은 평균 96.03%로 대부분의 곡실을 소화된다는 것을 알 수 있었다. 한편 속대의 소화율이 가장 낮았으며 포엽도 일반적인 잎보다는 소화율이 낮았다.

IV. 요약

본 시험은 도입되는 사일리지용 옥수수의 품종과 식물체 부위에 따른 사료가치와 생산성을 비교하기 위하여 수행하였다. 시험

Table 5. The content of crude protein(CP), acid detergent fiber(ADF), neutral detergent fiber(NDF) and *in vitro* dry matter digestibility(IVDMD) of various plant part of silage corn

Item	Corn variety								Mean	LSD (0.05)	
	P1184	P1151	P1197	P1543	P1345	P1492	P1443	P2015			
CP (%)	Stem	1.63	1.59	1.62	1.66	1.87	1.45	1.75	1.85	1.68	0.27
	Leaf	7.23	8.72	6.51	6.34	7.36	6.50	7.97	9.09	7.48	1.53
	Cob	2.07	1.74	2.08	2.16	2.25	2.52	2.44	2.99	2.82	0.58
	Husk	2.85	3.03	2.73	3.08	2.89	3.03	3.16	3.36	3.02	NS
	Grain	6.56	6.36	6.49	6.98	7.86	7.45	7.09	7.51	7.04	0.92
ADF (%)	Stem	35.02	31.45	34.18	34.42	34.69	32.96	32.28	37.79	34.10	3.28
	Leaf	30.32	27.75	30.36	31.10	28.83	29.96	29.14	30.34	29.73	2.14
	Cob	40.51	42.68	41.33	39.90	39.97	39.12	42.39	37.78	40.34	NS
	Husk	39.90	36.92	39.47	37.80	38.01	36.94	37.98	38.21	38.15	NS
	Grain	2.85	2.73	3.01	3.19	2.94	3.31	2.54	3.04	2.95	NS
NDF (%)	Stem	53.52	50.05	54.66	53.71	56.78	52.97	51.16	59.76	54.08	5.73
	Leaf	57.63	56.30	62.36	59.44	58.67	58.79	59.04	59.71	58.99	3.84
	Cob	76.18	83.22	81.21	76.25	78.94	76.00	80.70	75.77	78.53	5.16
	Husk	77.30	76.50	80.13	77.39	78.13	76.21	79.44	76.15	77.66	NS
	Grain	16.89	14.81	17.92	17.65	17.63	17.69	14.32	16.39	16.66	2.83
IVDMD (%)	Stem	62.06	65.07	62.16	62.54	62.66	63.27	66.47	63.82	63.50	NS
	Leaf	67.99	71.62	71.38	69.84	72.88	72.57	74.49	73.17	71.74	3.94
	Cob	51.60	47.68	55.73	58.36	50.35	50.40	51.25	57.23	52.83	6.21
	Husk	53.57	54.83	56.11	57.51	60.38	58.69	57.56	62.93	57.70	4.17
	Grain	94.50	95.28	96.27	95.23	97.99	96.16	97.20	95.62	96.03	NS

* NS : not significant

에 이용된 옥수수 품종은 미국 Pioneer Hybrid Co.에서 도입된 8개 품종(P1184, P1151, P1194, P1543, P1345, P1429, P1443 및 P2105)으로 강원도 평창군에 위치한 서울대학교 평창캠퍼스 내에 있는 시험포에서 수행하였다. 수확한 옥수수는 전체 5개 부위(leaf, stem, cob, husk 및 grain)로 분리하여 건조한 후 각 부위별 비율을 산정하였고 사료가치를 분석하였다. 옥수수의 출현율은 P1151 및 P2105 품종을 제외하고는 대체로 양호하였다. 출수기는 평균 7월 24일, 출사기는 7월 27일이었으나 P2105 품종은 7월 28일 및 8월 1일로 늦었고 나머지 품종은 비슷하였다. 초장 및 착수고에 있어서는 P1345 품종이 가장 컸으며(289 및 123 cm), P1151 품종이 가장 작았다(267 및 101 cm). 질병 저항성은 P1184, P1443 및 P1429에서 낮았고 P1197 및 P1345는 높았다. 건물함량은 경엽의 경우 P1151 품종에서 19.6%로 가장 낮았으며 P1429 품종에서 24.9%로 가장 높게 나타났다. 암이삭은 만생 품종인 P2105 품종이 가장 높았고(55.5%) P1184(54.2%) 및 P1345(54.3%) 품종도 유의적으로 높게 나타났다 ($p < 0.05$). P2105, P1429 및 P1194 품종의 경엽 건물수량이 유의적으로 높게 나타났으며 ($p < 0.05$), P2105, P1345 및 P1443 품종의 암이삭 건물 수량이 높았다. 5개의 부위로 분리된 식물체(Leaf, Stem, Husk, Cob 및 Grain)의 각 부위별 비율을 살펴보면 대체적으로 암이삭에 해당하는 grain과 cob 합계의 비율이 50~60%로 나타나 비교적 높은 비율을 보였다. 포엽(husk)과 속대(cob)의 비율은 대체적으로 비슷하였으며 잎과 줄기는 약 20% 내외의 비율을 보여 주었다. 조단백질 함량은 잎이 가장 높았고 그 다음이 grain이었다. 줄기의 조단백질 함량은 가장 낮았으며 포엽(husk)은 품종간에 유의적인 차이가 없었다($P > 0.05$). ADF 함량은 곡실을 제외한 나머지 부분은 비슷하였지만 잎 부분이 더 낮은 경향을 나타내었으며 줄기와 잎을 제외한 다른 부위는 품종간에 유의적인 차이를 보이지 않았다($p > 0.05$). NDF 함량은 husk에서는 유의적인 차이가 없었으나 다른 부위는 품종간에 차이를 보였다($p < 0.05$). 또한 품종별로 부위에 따라 특별한 차이를 보였는데, 줄기는 P2105, 잎은 P1197, 속대는 P1151 포엽은 P1197 그리고 알곡은 P1197에서 NDF 함량이 높게 나타났다. 건물 소화율은 줄기와 알곡에서 유의적인 차이가 없었으나 잎과 암이삭을 구성하는 포엽과 속대에서는 품종간에 차이가 나타났다. 이상의 결과를 종합하여 볼 때 시험에 P2105 품종의 건물수량이 가장 우수하였으며 알곡의 비율은 P1543 및 P1345에서 우수하였다. 또한 사료가치는 잎과 곡실 부분이 높았으며 잎과 줄기가 husk나 cob 보다는 사료가치가 높은 것을 알 수 있었다.

V. 사 사

본 논문은 Pioneer Overseas Corporation 및 한국축 대행사 (주) 오엠씨(OMC) 해외통상의 지원에 의해 이루어진 것이며, 이의 지원에 감사드립니다.

VI. References

- A.O.A.C. 1995. Official method of analysis(15th ed.). Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA. Washington D. C.
- Coelho, D.T. and Dale, R.F. 1980. An energy crop growth variable and temperature function for predicting corn growth and development: Planting to silking. *Agronomy Journal*. 72:503-510.
- George, J.R. 1981. Grain crop production in the North Central United States(3rd ed.). Iowa State University.
- Gilmore, E.C. and Rogers, J.S. 1958. Heat units as a method of measuring maturity in corn. *Agronomy Journal*. 50(10):611-615.
- Goering, H.K. and Van Soest, P.J. 1970. Forage fiber analysis. *Agric. Handbook 379*, U. S. Government Print Office, Washington, D. C.
- 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 International, Inc., Des Moines, Iowa, USA.
- Ji, H.J., Kim, W.H., Lee, S.H., Cho, J.H. and Kwon, O.D. 2011. Evaluation of agronomic characteristics, forage production and quality of corn hybrids for silage at paddy field in the middle region of Korea. *Journal of Korean Society of Grassland Science*. 31(2):127-134.
- Kim, D.A. 1991. Forage crops-Its characteristics and cultivation methods. Seonjimmunhwasa. Seoul.
- Kim, J.G., Li, Y.W., Park, H.S. and Kim, J.D. 2017. Comparative study on the productivity for silage corn (*Zea mays L.*) variety certified import adaptability in Pyeongchang area. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 37(2):161-167.
- Kim, M.J., Seo, S., Choi, K.C., Kim, J.G., Lee, S.H., Jeong, J.S., Yoon, S.H., Ji, H.J. and Kim, M.H. 2013. the studies on growth characteristics and dry matter yield of hybrid corn varieties in Daegwallyeong region. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 33(2):123-130.
- Lee, S.S., Yun, S.H., Seo, J.M., Yang, S.K., Min, H.K., Ryu, S.H., Park, J.Y. and Kim, S.K. 2004. Silage productivity of Korean imported and introduced Maize hybrid. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 24(4):323-334.
- MAFRA. 2019. The current situation of forage increase production and supplementation policy. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs.
- Moore, J.E. 1970. Procedure for the two-stage *in vitro* digestion of forage. University of Florida, Department of Animal Science.
- NH. 2011. Explanation of certified variety of import adaptability in 2011.

- NH NongHyup. <https://livestock.nonghyup.com/rough/rough2Detail.do#>
- NH. 2019. Explanation of certified variety of import adaptability in 2019. NH NongHyup. <https://livestock.nonghyup.com/rough/rough2Detail.do#>
- Paul, R.C. 2017. Selecting corn hybrids. University of Wisconsin-Extension, A3265. University of Wisconsin. <http://com.agronomy.wisc.edu/Management/pdfs/A3265.pdf>
- SAS Institute Inc. 2003. SAS/STAT user guide; Statics, Version 9.0(7th ed.). SAS Institute Inc. Cary, NC, USA.
- Son, B.Y., Baek, S.B., Kim, J.T., Lee, J.S., Hwang, J.J., Kim, S.L., Jung, G.H., Kwon, Y.U., Huh, C.S. and Park, J.Y. 2014. Growth characteristics and productivity of new single cross maize hybrid for grain, 'Singwangok'. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 34(1):21-25.
- 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 single 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., Ku, J.H., Kwon, Y.U., Huh, C.S. and Park, J.Y. 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.
- Sung, B.R., Rim, Y.W., Lim, Y.C., Kim, K.Y. and Lim, K.B. 2002. Characteristics and yield of recommended cultivars by imported forage crop yield regional trials in 2002. II. Mid-maturing, good quality and high yield of forage corn hybrid, "NC+4880", "Garst 8396 IT". Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 22(4):253-258.
- Tilley, J.M. and Terry, R.A. 1963. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. Journal of British Grassland Society. 18: 104-111.

(Received : June 5, 2020 | Revised : June 17, 2020 | Accepted : June 21, 2020)