

수확시기에 따른 사일리지용 옥수수의 생육특성 및 수량 비교

정의수¹ · 조무환² · 김종근¹ · 남덕우¹ · 진성주¹ · 장석윤¹ · 강희설¹

Agronomic and Silage Traits of Corn over Time

Eui-Soo Chung¹, Mu-Hwan Jo², Jong-Keun Kim¹, Deuk-Woo Nam¹, Sung-Joo Jin¹,
Suek-Yoon Jang¹ and Hee-Seol Kang¹

ABSTRACT

Pioneer 31N27 variety was planted on April 19 at Suwon to determine agronomic and silage traits over time. Ten harvest times was made at intervals of 10 days beginning July 1 to September 20, 2010. Stalk dry matter (DM) content increased with maturity, the highest by 58.5% on September 10 and then decreased ($p < 0.05$). Ear and whole-plant DM content increased linearly with maturity, and whole-plant DM reached by 30% on August 11. Ear DM to whole-plant DM increased with maturity and reached by 63.2% on September 20. Ear DM yield increased with maturity, and stalk, whole-plant and TDN yield were the highest on September 10 and then decreased ($p < 0.05$). A regression coefficient for DM yield with maturity were 0.57 for stalk, 0.92 for ear, 0.90 for whole-plant and 0.93 for TDN yield.

(**Key words**: Silage corn, Harvest date, DM content, Dry matter, TDN yield)

I. 서 론

옥수수는 단위면적당 에너지와 TDN 생산이 높고 저장이 잘되며 가축의 기호성과 영양가가 높고 단독 또는 TMR 형태로 급여하기 쉽기 때문에 재배가 가능한 조건이라면 우선적으로 선택할 수 있는 사료작물로 알려져 있으나 국내 재배면적은 크게 늘어나지 않고 있는 실정이다. 옥수수를 재배할 수 있는 충분한 토지를 구하기 어렵고, 파종, 수확에서 사일리지 제조에 이르기까지 고가의 기계장비가 필요하고 충분한 인력과 기술을 필요로 한다는 것도 옥수수 재배면적이 늘지 않는 요인이 되겠지만 보

다 근본적인 원인은 옥수수를 재배하여 사일리지로 이용하는 것이 다른 사료를 이용하는 것보다 가축 생산성이 월등히 높다는 확신이 없기 때문일 것이다. 이러한 성향은 2008년도 서울우유 목장 종합 실태조사 결과(서울우유, 2009)에서도 잘 나타나는데, 조사료 생산이 어려운 이유로 높은 토지자격(19.9%), 노동력 부족(16.4%) 다음으로 구입이 경제적(9.6%)이라는 인식이 축우농가들에게 널리 퍼져있음을 알 수 있다. 따라서 새로운 사료작물의 개발과 각 사료작물의 생산성 향상에 대한 연구도 필요하겠지만 보다 넓은 의미에서 농가 스스로가 풀 사료를 생산하고 자급사료 생산기반을 조성하

¹ 농촌진흥청 국립축산과학원 (National Institute Of Animal Science, RDA, Omockchun-Dong, Gwonseon-Gu, Suwon, 441-706, Korea.)

² 한국청소년육성재단 (Korea Youth Support Foundation)

Corresponding author: Eui-Soo Chung, National Institute Of Animal Science, RDA, Omockchun-Dong, Gwonseon-Gu, Suwon, 441-706, Korea. Tel: +82-31-290-1749, Fax: +82-31-290-1731, E-mail: chungs@Korea.kr

는 것이 장기적인 안목에서 보다 경제적이고 지속농업에 도움이 된다는 사실을 먼저 각인시키는 일이다.

옥수수를 비롯한 자가 생산 풀사료가 경제적이 못하다는 인식의 배경에는 구입사료에 비하여 파종-수확-저장-급여에 이르는 긴 과정마다 어려움이 있을 수 있고 추가 노력의 필요성이 요구되기 때문이다. 이러한 옥수수의 생산성을 최대 높이기 위해서는 재배기술도 중요하지만 적절한 시기에 수확하여 사일리지를 조제하고 최종평가는 건물수량이 아니라 발효된 사일리지 섭취에 의한 가축생산성으로 이루어진다는 사실을 인식하고 저장 손실이 적고 고품질의 사일리지 조제기술을 확보하는 일이다. 옥수수 재배에 있어 가장 중요한 것은 여전히 논란거리가 되는 품종의 선택과 수확시기 일 것이다. 옥수수 수확시기가 빠르면 수량과 사일리지의 품질이 떨어지고 늦어지면 가을장마와 겹쳐 장기간 수확기간이 길어져 다음 작물의 파종작업에까지 영향을 미치기 때문이다. 이러한 경험을 바탕으로 실제 농가에서는 옥수수의 숙기나 건물함량에 관계없이 8월 15일을 전후하여 수확하는 경향이 있으나 결코 바람직한 방법이라고 할 수 없다. 또 옥수수의 건물물이나 출사 후 건조 속도는 지역, 품종, 기상조건 등에 따라 달라진다(Nielsen, 2007 및 2008). 이와 관련하여 외국에서는 새로운 옥수수 품종이 육성될 때마다 옥수수 숙기 진행에 따른 생육특성 연구는 물론 기상자료를 바탕으로 수확시기를 예측하는 등 다양한 연구가 활발하게 진행되고 있으나 우리나라에서는 새로이 도입육성된 품종에 대하여 충분한 자료를 제공하고 있지 못한 형편이다.

따라서 본 논문은 우리나라 중북부지방에서 많이 이용하고 있는 중만생종 품종을 이용하여 농가와 같은 재배조건에서 옥수수의 생육이 진행됨에 따라 사일리지의 품질과 생산성에 영향을 미치는 특성들의 변화를 구명하여 옥수수 재배기술 확립의 기초 자료를 제공하고자 실시

하였다.

II. 재료 및 방법

본 시험은 2010년 국립축산과학원 생명환경부 수원청사 7.9 ha의 조사료 생산포에서 실시되었다. 시험포는 배수가 약간 불량한 식질토양으로 옥수수 파종 전에는 호밀을 녹비작물로 이용하였으며, 파종 직전 ha당 40톤의 퇴비를 살포하였다. 파종을 하기 위하여 트랙터로 경운하고 로터리를 친 다음 4월 19일 진공식 6조 옥수수파종기를 이용하여 줄파종하였다. 파종량은 ha당 24kg으로 이랑너비 75cm, 주간 15cm로 다소 과밀한 파종밀도로 보여지나, 일반 농가의 재배 수준에 맞추었으며 발아불량과 조류에 의한 피해나 병으로 결주가 발생하여도 이식과 재파종은 하지 않고 그대로 유지하였다. 공시품종은 Pioneer사의 31N27으로 숙기는 124일 정도로 중만생 품종이었다. 기비는 N-P₂O₅-K₂O을 성분량으로 ha당 120-97-97 kg 씩 주었으며, 재배초기에 비가 많아 포장에 접근하기 곤란하여 추비는 하지 않았으나 파종전 충분한 퇴비를 넣어 후기 생육에 큰 지장은 없었다.

옥수수의 생육특성 및 건물측정을 위하여 7월 1일부터 9월 20일까지 10일 간격으로 10주 (0.75m×2.70m=2.025m²)씩 3반복 채취하여 생초수량을 측정한 다음 평균적인 3주를 골라 잎과 줄기 및 암이삭으로 분리하여 각각 평량하고 강제송풍식 건조기 65℃에서 72시간 이상 건조한 후 건물물을 구하고 ha당 수량으로 환산하였다. TDN 건물수량은 Pioneer Hi-bred사가 제시한 TDN (Total Digestible Nutrients) = (경엽건물수량 × 0.582) + (암이삭 건물수량 × 0.85)에 의하여 계산하였으며 (Holland 등, 1990), 초장의 측정은 지상부를 줄자로, 줄기직경은 지상 2번째 마디 2cm 아래에서 캘리퍼스를 이용하여 측정하였다.

시험 기간 동안의 기상조건과 평년의 기상을 비교하면 그림 1과 같다. 평년에 비하여 최고

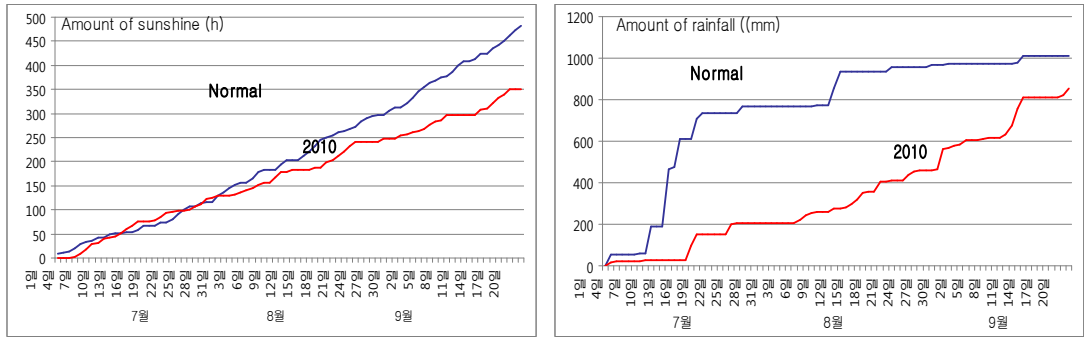


Fig. 1. Climatic condition of Suwon during the experimental period and normal year.

온도 및 최저온도는 낮았고 전체 강우량도 적었으나 비가 자주 내린 관계로 일조량은 매우 낮아 옥수수가 성장하는 데에는 불리한 조건이었다. 특히 9월 중순까지 이상적으로 강우일이 많고 일조량은 평년에 비하여 적었다.

III. 결과 및 고찰

1. 건물물의 변화

수원지방에서 4월 19일 과중한 31N27 품종의 출수기는 과중 후 79일째인 7월 7일 이었고 출사기는 3일 뒤인 7월 10일 이었다. 간장과 줄기저름을 수확시기별로 측정하였으나 수확시기에 관계없이 간장은 290cm 내외, 줄기저름은 26mm 내외로 통계적 유의성이 없었기 때문에 별도의 표나 그림으로 나타내지 않았다.

열흘 간격으로 수확한 옥수수의 건물함량은 표 1과 그림 2에서 보는 바와 같다. 잎과 줄기를 합한 경엽의 건물물은 수확시기가 늦어질수록 꾸준히 증가하다가 9월 10일 가장 높은 58.5%를 보였고 그 이후에는 감소하였다 ($p < 0.05$). 7월 30일과 8월 9일의 건물물이 7월 20일보다 일시적으로 낮은 경향을 보였는데 이러한 현상은 이 기간에 강수일수가 많고 일조량이 낮아 건물축적이 상대적으로 낮았거나 경엽에 축적되는 양분보다 암이삭으로 이동되는 양분이 더 많았기 때문인 것으로 생각할 수 있

다. Campbell (1964)도 출사 이후에는 암이삭의 중량과 줄기의 용해성물질 함량은 반비례한다고 보고한 바 있으나 시료채취 직전의 강우가 더 많은 영향을 미쳤을 것으로 생각된다.

암이삭의 건물물은 7월 20일부터, 전체 옥수수의 건물물은 조사 시작일인 7월 1일부터 조사를 종료한 9월 20일까지 거의 직선적으로 증가하였다 ($p < 0.05$). 암이삭 건물물의 직선적인 증가에 힘입어 옥수수 전체 건물물도 지속적인 증가를 보였으며 ($p < 0.05$) 8월 9일과 8월 19일 사이에 사일리지를 담기에 적합한 30%에 도달하였다. 그림 2에서 얻어진 회귀식 ($y = 0.0082x^2 + 0.224x + 14.7$ ($R^2=0.98$))에 의하면 출수 후 32일째인 8월 11일에 건물함량이 30%에 도달한 것으로 보여 이때부터 수확하는 것이 가능할 것으로 사료 되었다. 경엽의 건물물이 감소하였던 7월 20일과 7월 30일 간에는 경엽, 암이삭 및 전체 건물물에 있어서 모두 유의적인 차이를 보이지 않았다. 이러한 결과는 경엽의 건물물은 어느 시기가 지나면 감소하지만 암이삭과 전체 건물물은 계속해서 증가한다는 것을 의미한다.

그림 2는 경엽과 암이삭 및 전체 옥수수의 건물물 변화를 회귀식으로 나타낸 것으로 경엽과 전체 옥수수의 건물물은 2차식으로, 암이삭 비율은 직선적인 증가를 나타내고 있다. 부위별 1일 건물물 증가량을 보면 경엽은 0.16%, 암이삭은 1.13%, 총건물물은 0.23% 이었으며 암

Table 1. Changes of stalk, ear and whole-plant DM contents over times(%)

Date	Stalk DM	Ear DM	whole-plant DM
01-Jul	12.2 ^f	0.0 ^h	12.2 ^h
10-Jul	16.2 ^{ef}	0.0 ^h	16.2 ^g
20-Jul	19.6 ^e	16.0 ^g	19.4 ^f
30-Jul	17.3 ^e	38.7 ^e	21.4 ^f
09-Aug	19.1 ^e	48.8 ^e	26.1 ^e
19-Aug	31.7 ^d	58.0 ^d	38.8 ^d
29-Aug	37.5 ^c	63.1 ^c	43.5 ^c
10-Sep	58.5 ^a	76.3 ^b	65.3 ^b
20-Sep	52.8 ^b	88.1 ^a	70.7 ^a
LSD (P > 0.05)	2.66	3.27	2.61

a,b,c,d,e,f,g,h Means in the same row with different superscripts differ (p < 0.05).

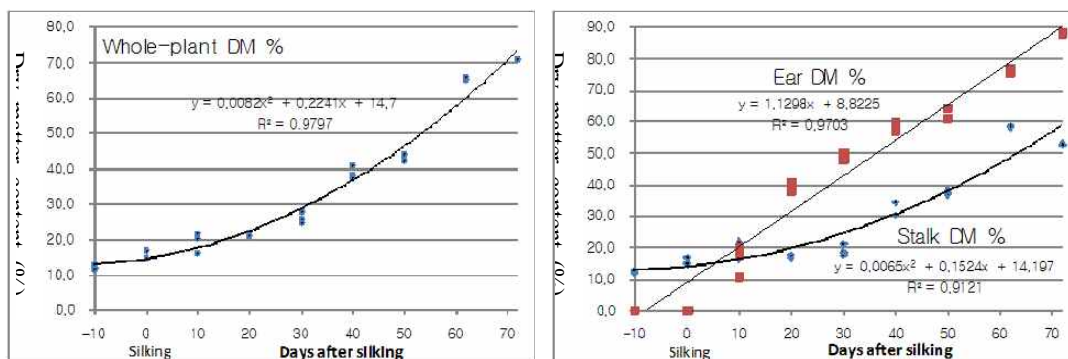


Fig. 2. Changes of stalk, ear and whole-plant DM contents over times.

이삭 건물물의 증가폭이 가장 높았다. 이러한 결과는 미국 아이오와 주에서도 옥수수 건조비율은 건조하고 기온이 높은 조건에서는 하루에 약 1.0%씩 감소하지만 습하고 서늘한 조건에서는 0.3% 이하로 감소한다는 보고 (Elmore 및 Abendroth, 2007)와 출수 이후 건조속도는 연도 (기상조건), 품종, 파종시기 등에 영향을 받는다는 Nielsen (2007 및 2008)의 보고로도 설명될 수 있으나 시험기간에 비가 많았기 때문에 평년의 건물물 증가는 이보다 높을 것으로 생각된다.

시험결과 8월 11일 경에 사일리지 조제에 적합한 건물함량인 30%에 도달하였다는 것은 일반적인 농가가 수확시기로 여기고 있는 8월 중순과 거의 일치되는 결과이다. 공시품종이 중만생종이고 시험기간 중 강우일수가 많아서 일조량이 다소 낮았다고는 하나 파종적기에 파종하면 8월 중순에 수확적기에 도달할 수 있는 것으로 나타나 품종선택은 적절하였다는 것을 의미한다. 만약 이 품종 보다 숙기가 빠른 품종은 수량이 감소하고, 숙기가 더욱 느린 만생종일 경우에는 8월 중순 이후에 사일리지

적기인 건물률 30%에 도달하게 되어 적절한 품종선택이라고 볼 수 없다. 수확시기의 건물함량이 사일리지의 영양가와 발효양상을 좌우하기 때문에 (Filya, 2004; Johnson 등, 1999) 수확기의 건물함량을 고려한 품종 선택이 무엇보다 중요하다. 우리나라 기후특성 상 8월 15일 이후에는 가을장마 또는 태풍이 올 가능성이 높고 이로 인하여 포장 작업이 지연되면 후작물의 월동 등 농가 작업상 문제가 발생하므로 옥수수의 수확은 8월 중중 이전에 마치는 것이 좋다고 보고 한 바 있다(김 등 1992; 김 등 1996). 김 등(1993)이 여주·이천 지역의 농가를 대상으로 사일리지 옥수수 수확시기를 조사한 결과에서도 보듯이 대부분의 농가에서는 적정 건물함량 보다 낮은 수준에서 수확하는 경향이 있다. 이는 만숙종일수록 초장이 크고 생초수량이 많아 보이며 녹색도가 오래 지속되는 외관적 특성 때문에 농가들의 선호도가 높은 것으로 생각된다.

사일리지용 옥수수의 최적 수확시기는 건물함량이 30~40%에 도달하였을 때라고 하는 데에는 여러 가지 이유가 있다. 건물 함량이 30% 이하인 재료로 사일리지를 조제하면 발효가 잘 일어나 저장성이 높아지고 고온으로 인한 열변성과 곰팡이 발생이 적어서 소화율이 높은 사일리지를 만들 수 있다. 그러나 박테리아의 활성이 높아 과잉발효가 일어나기 쉬워 발효손실이 커지고 사일리지의 산도가 낮아진다. 산도가 낮은 사일리지는 강한 산취로 인하여 가축의 기호성과 섭취량이 떨어져 가축생산성은 낮아진다. 또 건물함량이 낮을수록 누즙의 발생량도 많아지므로 건물의 손실은 물론 오염의 원인이 되기도 한다. 반대로 재료의 건물함량이 40% 이상으로 건조하게 되면 박테리아의 활성이 낮아지고 답압과 충전이 잘 안되어 불충분한 발효가 일어나 고온에 의한 열변성으로 단백질과 소화율 및 비타민 A와 E의 감소하는 경향이 있다. 또 저장 중에 곰팡이, 효모 등 잡균이 발생하기 쉽고 긴 발효기간과 포상손실로

인한 양분손실이 많아지는 경향이 있다(조, 2008, Lauer, 1994; 2000). 따라서 옥수수 수확시 건물함량을 30~38%로 유지하는 것이 가장 바람직하나 건물함량이 너무 낮은 것보다는 약간 높은 것이 좋다고 할 수 있다.

2. 암이삭 비율의 변화

지상부 전체 건물에 대한 암이삭 건물의 비율은 그림 3에서 보는 바와 같다. 암이삭의 건물율은 출수 이후부터 증가하여 ($p < 0.05$), 9월 20일에는 63.2%에 이르렀다. 7월 20일부터 7월 30일 사이에서 가장 급격히 증가한 반면 비가 많고 일조량이 적었던 8월에는 오히려 감소하는 경우도 있었으며 8월 29일 이후에는 9월 20일까지 급속한 증가추세를 보였다.

사일리지용 옥수수에 있어서 암이삭 비율이 중요한 것은 암이삭이 경엽에 비하여 양분함량이 높고 소화율이 높아서 가축생산성에 직접적인 영향을 미치기 때문이다(조, 2008). 일반적으로 암이삭의 비율은 품종뿐만 아니라 과중시기가 늦어질수록 낮아지는 경향이 있고 조숙종일수록 높아지는 경향이 있다(손 등, 2009).

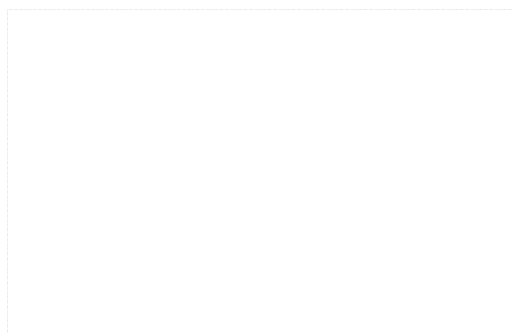


Fig. 3. Changes of ear to whole-plant DM content over times.

3. 건물 및 TDN 수량의 변화

수확시기에 따른 경엽, 암이삭 및 지상부 전체의 건물수량과 TDN 수량은 표 2와 그림 4에

Table 2. Changes of stalk DM, ear DM, whole-plant DM and TDN yields over times (kg/ha)

Date	Stalk DM yield	Ear DM yield	Total DM yield	TDN yield
01-Jul	5,138 ^f	0 ^f	5,138 ^g	2,980 ^g
10-Jul	7,768 ^e	0 ^f	7,768 ^f	4,505 ^f
20-Jul	11,493 ^c	600 ^f	12,093 ^e	7,176 ^e
30-Jul	9,997 ^d	5,279 ^e	15,276 ^d	10,285 ^d
09-Aug	9,106 ^{de}	7,183 ^d	16,289 ^d	11,387 ^d
19-Aug	11,929 ^c	8,032 ^c	19,961 ^c	13,746 ^c
29-Aug	14,118 ^b	7,207 ^d	21,324 ^c	14,314 ^c
10-Sep	17,339 ^a	14,123 ^b	31,462 ^a	22,061 ^a
20-Sep	8,933 ^{de}	15,335 ^a	24,268 ^b	18,216 ^b
LSD (p>0.05)	1,458	791	1,792	1,181

a,b,c,d,e,f Means in the same row with different superscripts differ (p < 0.05).

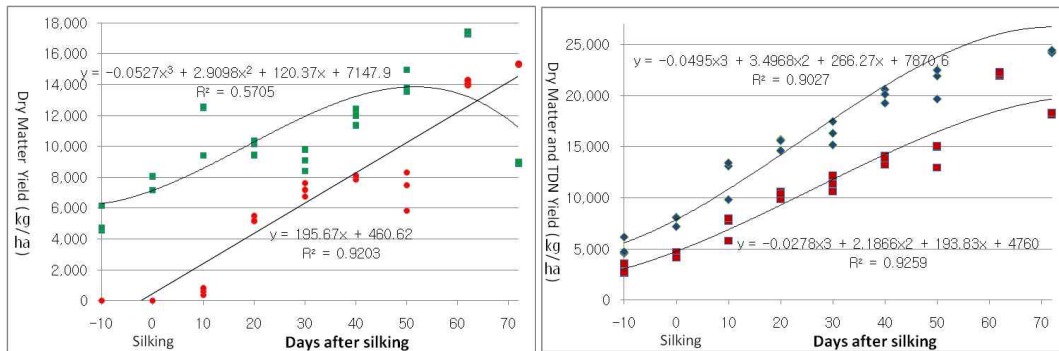


Fig. 4. Changes of stalk DM, ear DM, Whole-plant DM and TDN yields over times.

서 보는 바와 같다. 암이삭의 건물 수량은 수확시기가 늦어질수록 증가하였으나 경엽 및 전체의 건물수량과 TDN 수량은 9월 10일까지 유의적으로 증가하다가 그 이후에는 감소하였다 (p < 0.05). 암이삭의 경우에는 경엽으로부터 지속적인 양분공급을 받아 건물함량이 지속적인 증가추세를 보이고 있으나 전체 건물수량 및 TDN 수량은 감소하였는데 이는 9월 10일 이후 경엽의 건물수량 감소가 상대적으로 증가하여 전체적인 건물수량과 TDN 수량이 감소한 것으

로 생각된다.

그림 4는 수확시기에 따른 경엽, 암이삭 및 총 건물수량과 TDN 건물수량에 대한 회귀식을 나타낸 것이다. 먼저 경엽의 건물수량의 경우에는 연속적인 수확에도 불구하고 변동 폭이 심하여 결정계수 (R-square)가 0.57로 낮은 반면 암이삭의 상관계수는 0.92, 총 건물수량은 0.90, TDN 수량은 0.93으로 높게 나타났다. 본 실험의 결과로 볼 때 사일리지용 옥수수의 수확시기는 단순한 생초수량이나 건물수량보다는 암

이삭과 경엽의 건물수량을 따로 조사하여 TDN을 계산한 다음 TDN 수량으로 판단하는 것이 바람직할 것으로 생각된다. 본 실험 조건에서는 하루에 암이삭의 건물수량은 196g, 총건물수량은 279g, TDN 건물수량은 200g씩 증가됨을 알 수 있다. 건물 및 TDN 수량은 수확시기에 따라 계속 증가하여 9월 10일 경에 최고점에 도달 하였다가 이후 감소하는 경향을 보였다. 건물함량이 30%를 넘는 이후에도 TDN 수량은 증가하나 그 때까지 수확을 지연시킬 수는 없다. 건물함량이 너무 높으면 포장손실은 많아지고 세절과 답압이 어렵고 발효가 균일하게 일어나지 않기 때문이다 (Filya, 2004; Johnson 등, 1999).

이상의 결과에서 보듯이 비록 기상 조건이 평년과 다르다고 하더라도 중부지방에서 중만생종 옥수수 품종을 재배할 때 적기에 파종하면 수확한계점으로 인식되고 있는 8월 중순에 사일리지 조제에 적합한 건물함량 30% 내외의 재료를 얻을 수 있다. 또 기상자료를 적절히 이용한다면 품종 및 파종시기별 수량과 건물률을 바탕으로 생산량과 수확시기를 예측할 수 있는 자료로 활용할 수 있을 것으로 판단되어 보다 많은 연구의 필요성이 요구된다.

IV. 요약

본 연구는 수확시기에 따른 사일리지용 옥수수의 생육특성을 구명하고자 2010년 4월 19일 파이오니아 31N27 품종을 수원 지방에 파종하였다. 7월 10일부터 9월 20일까지 10일 간격으로 수확하여 건물률과 수량조사를 하였다. 경엽의 건물률은 수확시기가 늦어질수록 꾸준히 증가하다가 9월 10일 가장 높은 58.5%를 보였고 그 이후에는 감소하였고 ($p < 0.05$), 암이삭의 건물률은 직선적으로 증가하였으며 전체 건물률도 지속적인 증가를 보였으며 ($p < 0.05$) 8월 11일에 사일리지 조제에 적합한 건물률 30%에 도달 하였다. 총건물에 대한 암이삭의 건물함

량 비율은 출수 이후부터 증가하여 ($p < 0.05$) 9월 20일에는 63.2%에 이르렀다. 암이삭의 건물수량은 수확시기가 늦어질수록 증가하였으나 경엽 및 전체의 건물수량과 TDN 수량은 9월 10일까지 유의적으로 증가하다가 그 이후에는 감소하였다 ($p < 0.05$). 회귀식에 의한 결정계수 (R-square)는 경엽은 0.57로 낮은 반면 암이삭의 상관계수는 0.92, 총 건물수량은 0.90, TDN 수량은 0.93으로 높게 나타났다.

V. 인용 문헌

1. Campbell, C.M. 1964. Influence of seed formation of corn on accumulation of vegetative dry matter and stalk strength. *Crop Sci.* 4:31-34.
2. Elmore, R. and L. Abendroth. 2007. How fast can corn dry down? Iowa State Univ. Ext. Corn production. <http://www.agronext.iastate.edu/corn/howitem.hp?id=59>.
3. Filya, I. 2004. Nutritive value and aerobic stability of whole crop maize silage harvested at four stages of maturity. *Anim. Feed Sci. Tec.* 116: 141-150.
4. Holland, C., W. Kezar, W.P. Kautz, E.J. Lazowski, W.C. Mahanna and R. Reinhart. 1990. *The Pioneer Forage Manual-A Nutritional Guide.* Pioneer Hi-Bred Int. Inc., Des Moines, IA.
5. Johnson, L., J.H. Harrison, C. Hunt, K. Shinnors, C.G. Doggett and D. Sapienza, 1999. Nutritive value of corn silage as affected by maturity and mechanical processing: A contemporary review. *J. Dairy Sci.* 82: 2813-2825.
6. Lauer, J. 1994. Plant indicators for determining corn harvest date. *Wisconsin Crop Manager* 1(24): 161-162.
7. Lauer, J. 2000. Predicting Corn Silage Harvest Dates. *Wisconsin Crop Manager.* <http://ipcm.wisc.edu/WCMNews/tabid/53/EntryId/408/Predicting-Corn-Silage-Harvest-Dates.aspx>.
8. Nielsen, R.L. (Bob). 2007. Grain Fill Stages in Corn. *Corny News Network*, Purdue Univ. [On-line]. <http://www.kingcorn.org/news/timeless/Grain-Fill.html>[URL accessed 7/29/08].

9. Nielsen, R.L. (Bob). 2008. Field Drydown of Mature Corn Grain. Corny News Network, Purdue Univ. [On-line]. <http://www.kingcorn.org/news/timeless/GrainDrying.html>.
10. 김동암, 조무환, 권찬호, 한건준, 김종관. 1993. 여주 및 이천지역 낙농목장 옥수수의 생육특성과 사일리지의 품질. 한초지. 13(4):305-311.
11. 서울우유. 2009. 2008년 서울우유 목장 종합 실태조사 결과. pp. 110-115.
12. 손범영, 김정태, 송송이, 백성범, 김정곤, 김종덕. 2009. 파종시기에 따른 국내 육성 사일리지용 옥수수의 수량 및 사료가치의 품종간 비교. 한초지 29(3):179-186.
13. 조무환. 2008. 풀소사랑. 사료작물-사일리지 조제기술-사일리지 기본개념-사일리지 조제방법. <http://www.putso.com.ne.kr/haylage/silage1.html>. (접수일: 2010년 10월 29일, 수정일 1차: 2010년 11월 5일, 수정일 2차: 2010년 11월 13일, 게재확정일: 2010년 12월 5일)