

논 토양에서 사일리지용 옥수수 재배시 배토시기가 생육특성 및 영양성분에 미치는 영향

이 상 무

Effects of Ridging Times on Agronomic Characteristics, Yield and Feed Value of Corn Hybrid for Silage in Paddy Field Cultivation

Sang Moo Lee

ABSTRACT

This study was carried out to investigate the growth characteristics, yield and chemical compositions of corn hybrids for silage according to ridging times in the paddy field cultivation. The experimental design was arranged in a randomized block design with five treatments and three replication. The ridging times of five treatments were untreated (C), 7 leaves (T1: 31 days), 8 leaves (T2: 37 days), 9 leaves (T3: 42 days) and 10 leaves stage (T4: 48 days after sowing) of silage corn. The ridging treatments (T1, T2, T3, T4) were higher ($p<0.01$) dry matter yield and TDN yield than the unridging treatment (C). However, there were no significant differences among T1, T2, T3 and T4 treatments. The Crude protein content of unridging treatment was decreased ($p<0.01$), while NDF content was increased ($p<0.01$) compared to ridging treatments. The contents of mineral and amino acid in ridging treatments were higher than unridging treatment ($p<0.05$, $p<0.01$). In particular, mineral and amino acid contents were the highest in T4 and T1, respectively ($p<0.01$). Based on the above results, ridging work is to be increased the yield quantity and nutritional value of silage corn. And the best result was obtained in T4 treatment of ridging treatments.

(**Key words** : Silage corn, Riding, Yield, Nutritional components)

I. 서 론

조사료 및 사료용 곡류의 생산이 부족하고 경지면적이 협소한 우리나라 현실 속에서는 수량성, 이용성 및 TDN 함량이 높고 파종에서 수확까지 기계화를 통하여 노동력을 줄일 수 있는 사료용 작물 중 가장 권장할 만한 작물은 사일리지용 옥수수이다 (Lee et al., 2004; Son et al., 2009). 사일리지용 옥수수 재배는 대부분 밭 토양에서 생산되어 왔으나 최근 들어서 밭

토양은 고소득 작물 재배를 선호하고 있어서 사일리지용 옥수수의 재배면적을 확대하기가 어렵지만, 벼 재배 중심 논은 쌀값 하락으로 휴경농지가 증가하고 있어서 이를 활용하는 방안으로 국가 보조 사업을 통하여 사료작물 재배지로 전환하는 것을 적극 권장하고 있는 실정이다. 이러한 원인으로 국내에서는 많은 연구자들 논토양에서 생산성 및 수량성에 관한 연구를 진행하였다 (Lee and Lee, 2010; Kim et al., 2012b; Ji et al., 2009a, b). 그리고 국내 조

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

사료가 부족한 현실을 감안 할 때, 옥수수 재배 시 가장 중요한 요인 중 하나가 수량성을 높이는 것이다. 수량성을 높이기 위한 방법으로는 지역 적응성에 잘 맞는 다수확 품종 선발과 이에 따른 재배관리를 들 수 있다. 일반적으로 작물 재배관리는 파종시기, 시비관리, 재식밀도, 수확시기, 병충해 예방, 배토작업 등이 있다. 특히 배토작업은 일반농작물 관리에서는 많은 농가들이 실시하고 있으나 사료작물에는 배토작업을 거의 실시하지 않고 있다. 또한 이에 대한 국내 연구 보고도 전무한 실정이다. 그러나 배토작업은 토양의 개량효과 (Robert, 2007), 보수력 증진 (Kim and Lee, 2010), 도복 방지와 양분흡수 증가 등의 (Tsuchida and Arima, 1993) 기능으로 인하여 증수효과가 있는 것으로 보고되고 있다. 그리고 Igarashi 등(2009)은 배토시기에 추비를 하면 토양중의 무기태 질소농도를 높여주고, 안정된 농도로 성숙기까지 지속하는 것이 가능하기 때문에 생육후기에 식물체의 영양 개선으로 증수효과를 얻을 수 있다고 보고하였다. Takahashi 등 (2007)은 옥수수 재배 시 특히 잡초피해에 의한 수량저하를 피하기 위하여 제초작업은 필수지만 시간과 인력이 많이 들기 때문에 대부분 제초제를 사용하고 있으며 초기 제초작업 후 다시 재생하는 잡초는 인력제초 및 그냥 두는 경우가 많다고 한다. 그러나 번거로움이 있

지만 이시기에 배토작업을 실시함으로써 잡초제거는 물론 배토작업을 통하여 수량을 증대시킬 수 있는 방안이기도 하다. 따라서 본 연구는 사일리지용 옥수수 재배 시 배토시기가 생육특성, 건물수량, 영양성분에 미치는 영향을 검토하고 배토작업을 통하여 사료작물 생산량을 높이기 위한 기초자료를 제공하고자 실시하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험포장

본 실험포장은 경북 서북쪽 내륙에 소재한 논토양에서 수행하였다. 특히 실험 논토양은 저지대로서 장마철 침수를 방지하기 위하여 실험포장 둘레로 배수로를 50 cm로 확보한 상태였다. 그리고 실험포장 조건은 Table 1에서 보는 바와 같이 일반적인 밭 토양에 비하여 유기물 및 질소 함량은 높고 인산함량은 떨어지는 논토양 이었다.

2. 실험설계

실험설계는 중만생종 품종인 P32W86을 무배토 (C), 7엽기 (T1), 8엽기 (T2), 9엽기 (T3), 10엽기 (T4)에 각각 배토를 실시 한, 5처리 3반복 난괴법으로 배치를 하였으며 (Table 2, 참조),

Table 1. Chemical properties of the soil before experiment

pH (1:5)	OM (%)	T-N (%)	Av. P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ex. cation (cmol ⁺ kg)				CEC (cmol ⁺ kg)
				K	Na	Ca	Mg	
6.45	2.42	0.15	82.58	0.54	0.12	3.74	0.99	11.8

Table 2. Experimental design

Items	Treatments				
	C	T1	T2	T3	T4
Maturity stages	—	7 leaves	8 leaves	9 leaves	10 leaves
Ridging date	—	June 1	June 7	June 12	June 18
Days after sowing	—	31 days	37 days	42 days	48 days

과종일은 5월 1일, 수확 시기는 8월 24일에 실시하였다.

과종 시 재식거리는 75 cm × 20 cm로 시험구 당 면적은 3 m × 5 m = 15 m²으로 하고 2립 집과 후 4~5엽기에 1주 만 남겨 두고 수확하였다. 그리고 배토는 팽이호미를 이용하여 각 처리시기에 따라 이랑사이의 흙을 긁어서 약 15 cm 높이로 제조작업을 겸한 중경배토를 하였다.

3. 시비방법

시비량은 질소, 인산, 가리를 각각 200, 150, 200 kg/ha 사용하였으며, 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 PR-101 당도계를 경경도는 KM 스프링 경도계를 이용하여 예취 된 부위로부터 10 cm 지점을 측정하였다. 수량조사는 중앙 2열을 예취하여 생초수량을 조사한 후 각 구마다 2주씩 선발하여 55℃ 통풍건조기 속에서 5일간 건조 후 평량하여 건물율을 구하고 분쇄하여 분석시료로 사용하였다. 그리고 TDN 수량은 Pioneer Hi-Bred사가 제시한 공식 $TDN \text{ 건물수량} = (\text{경엽 건물수량} \times 0.582) + (\text{암이삭 건물수량} \times 0.85)$ 에 의하여 계산하였다(Holland et al, 1990). 일반분석은 AOAC법(1995)에 의하여 분석하였으며 ADF와 NDF는 Goering과 Van Soest(1970)의 방법으로 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) A393.366, A228.616,

A324.754, A259.940, A766.491, A285.213, A257.610, A202.030, A588.995, A213.856, A189.042, A226.502, A283.563, A231.604, A220.353에서 각각 분석하였다. 분석조건은 approximate RF power가 1,150 w이며, analysis pump rate는 100 rpm, nebulizer pressure와 observation height는 각각 30 psi 및 15 mm로 하였다. 구성 아미노산의 분석은 분쇄한 시료 1 g을 정밀히 취하여 시험관에 넣고 6N-HCl 10 mL를 가하여 감압 밀봉한 후 110℃의 dry oven에서 24시간 이상 동안 가수분해 시킨 후, Glass filter로 분해액을 여과하고 얻은 여액을 55℃에서 감압 농축하여 염산과 물을 완전히 증발시킨 다음, 농축된 시료를 sodium citrate buffer (pH 2.20)로 25 mL 정용플라스크에 정용하여 0.45 μm membrane filter로 여과한 시료액을 아미노산 자동 분석기(Biochrom 30, Biochrom Ltd., Cambridge, England)로 분석하였다. 이때 분석 조건은 Cation separation column(oxidised feedstuff column, 4.6 mm × 200 mm)을 사용하였고, 0.2 M sodium citrate buffer (pH 3.20, 4.25)와 1.2 M sodium citrate buffer (pH 6.45) 및 0.4 M sodium hydroxide solution을 이동상으로 사용하였다. 이동상의 유속은 0.42 mL/min, ninhydrin 용액의 유속은 0.33 mL/min, column 온도는 48~95℃, 반응온도는 135℃로 하였다.

5. 통계처리

실험결과와 평균값 및 표준오차는 SAS (Statistics analytical System, USA) Program (2002)을 사용하여 구하였고 Duncan의 다중검정 방법으로 5% 및 1% 수준에서 유의성 검정을 실시하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 생육특성 및 건물수량

배토시기가 사일리지용 옥수수의 생육특성 및 수량성에 미치는 영향은 Table 3에서 보는

Table 3. Effects of ridging times on agronomic characteristics and yield of silage corn hybrid in the paddy field cultivation

Items	Treatments				
	C	T1	T2	T3	T4
Plant length (cm)	325.0±6.7 ^a	330.2±2.3 ^a	331.4±6.7 ^a	321.4±6.9 ^{ab}	312.2±6.7 ^b
Leaf length (cm)	96.3±1.3 ^B	101.3±1.4 ^A	92.8±1.8 ^{BC}	96.8±4.5 ^{AB}	90.8±1.8 ^C
Leaf width (cm)	11.3±0.3 ^c	12.2±0.4 ^{ab}	12.5±0.6 ^a	11.5±0.1 ^{bc}	11.8±0.1 ^{abc}
Ear height (cm)	148.5±1.1 ^B	153.2±2.2 ^A	154.1±2.1 ^A	154.5±0.3 ^A	154.5±1.4 ^A
Dead leaf (No.)	1.8±0.5 ^{ns}	2.8±0.4	2.5±0.4	2.6±0.2	1.9±0.5
Green degree (1-9)*	7.3±0.3 ^{ns}	7.0±0.3	7.7±0.4	8.0±0.6	8.3±0.6
Tip filling degree (1-9)*	8.7±0.4 ^{ns}	8.9±0.2	8.9±0.2	9.0±0.0	9.0±0.0
Ear length (cm)	21.7±0.9 ^B	23.6±0.4 ^A	24.5±0.6 ^A	23.7±0.5 ^A	23.7±0.5 ^A
Ear circle (cm)	18.7±0.3 ^{ns}	19.7±0.5	19.7±0.2	19.3±0.6	19.5±0.6
Stem diameter (mm)	24.1±0.7 ^B	26.4±0.8 ^A	26.1±0.8 ^A	25.3±0.4 ^{AB}	24.6±0.8 ^B
Stem hardness (kg/cm ²)	2.6±0.2 ^{ns}	2.4±0.2	2.4±0.1	2.2±0.1	2.4±0.1
Number of root system	2.7±0.3 ^A	2.1±0.1 ^B	2.1±0.1 ^B	2.2±0.0 ^B	2.3±0.1 ^B
Brix (B°)	8.9±0.1 ^A	5.4±0.2 ^{BC}	6.5±0.4 ^B	5.5±1.4 ^{BC}	4.5±0.3 ^C
Fresh yield (kg/ha)	65,968±4,035 ^B	87,965±5,003 ^A	90,465±3,933 ^A	89,060±2,880 ^A	87,608±3,375 ^A
Dry matter yield (kg/ha)	19,414±1,187 ^B	24,389±1,501 ^A	26,034±1,215 ^A	25,608±892 ^A	25,953±1,080 ^A
TDN yield (kg/ha)	14,282±874 ^B	17,665±1,098 ^A	18,900±884 ^A	18,981±662 ^A	19,292±801 ^A

*: 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} Means in a row with different superscripts are significantly different (p<0.01).

바와 같다. 초장 및 엽폭은 T2구가 다른 처리구에 비하여 높은 수치를 보였으며 (p<0.05), 엽장에 있어서는 T1구가 높게 나타났다 (p<0.01). 착수고는 C구에 비하여 배토를 실시한 구들 (T1, T2, T3 및 T4)이 모두 높게 나타났으며 (p<0.01), 배토시기에 따라서는 차이가 없는 것으로 나타났다. 고사엽은 C구에 비하여 배토를 실시한 구에서 높게 나타났지만 유의적인 차이는 나타내지 않았다. 특히 T1구에서 높은 고사엽이 발생한 것은 배토 시 초장 및 엽장이 작아서 배토한 토양이 식물체 하단의 엽을 덮는 원인에 의한 것으로 생각된다. 녹색도에 있어서도 처리구간에 큰 차이가 나타나지 않았다.

알곡 충실도는 무배토구 (C)와 배토처리구들 (T1, T2, T3 및 T4) 사이에는 유의적 차이는 없었지만 배토처리구들이 무배토구에 비하여 높은 경향치를 보였다. 암이삭 길이는 C구에 비하여 T1, T2, T3 및 T4구들이 유의적으로 길게 나타났으나 (p<0.01), 배토시기에 따라서는 유의적인 차이가 없었다. 암이삭 둘레 (굵기)는 배토를 실시한 구들이 무배토구에 비하여 굵게 나타났지만 상호 처리 간 유의적인 차이는 보이지 않았다. 따라서 암이삭에 대한 결과를 볼 때, Eguchi와 Aihoshi (1992)가 배토 처리는 무배토에 비하여 자실의 비대 (중대)해 진다고 보고한 결과와 유사하였다.

또한 Sato 등 (1970)도 청예용 옥수수 재배 시 배토 높이를 0, 10 cm, 15 cm로 처리한 결과 배토처리구가 무배토 처리구에 비하여 암이삭 무게가 증가하여 식물전체에 차지하는 비율이 증가한다고 보고 하였다. 경의 굵기는 T1구가 가장 높게 C구가 가장 낮게 나타난 반면 ($p<0.01$), 경경도에 있어서는 배토와 무배토 처리구들 간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 근계 수는 C구가 2.7개, T1, T2, T3 및 T4구는 2.1~2.3개로 무배토 처리구가 배토처리구에 비하여 유의적으로 높게 나타났지만 ($p<0.01$), 배토시기에 따라서는 유의적인 차이를 나타내지 않았다. Sato 등 (1970)은 배토를 실시하면 지주기근(지하에 현존하는 뿌리)이 발달하고 배토를 하지 않으면 지상부에서 2, 3차 근이 발달하여 근계가 차지하는 비율이 증가함에 따라 알곡 및 경엽 생산량에 영향을 미친다고 보고 하였다. 이와 같은 결과는 배토를 실시하지 않을 경우에는 광합성에 의하여 생성된 에너지가 경, 엽 및 암이삭으로 이동되는 것이 뿌리 발달로 많이 전이되기 때문이라고 사료된다 (Sato et al, 1970). 당도 (Brix)에 있어서는 $C > T2 > T3 > T1 > T4$ 구 순으로 높게 나타났다 ($p<0.01$). 생초수량과 건물수량은 8엽기에 배토작업을 실시한 T2구가 가장 많은 수확량을 보였고, 배토를 하지 않은 C구가 가장 낮게 나타났다. T2구와 T4구는 C구에 비하여 건물수량이 약 34% 증가한 6,500 kg/ha 이상의 증수 효과를 나타내었으며, T1구와 T3구에 있어서도 C구에 비하여 각각 약 27%, 32%의 증수효과를 나타내었다 ($p<0.01$). TDN 수량에 있어서도 C구에 비하여 배토를 실시한 구들이 높게 나타났다 ($p<0.01$). 그러나 생초수량, 건물수량 및 TDN 수량에 있어서 배토를 실시한 구들(T1, T2, T3 및 T4) 간에는 유의적인 차이를 보이지 않았다. Takahashi 등 (2007)은 배토작업은 잡초를 90% 이상 억압하기 때문에 잡초로부터 수량저하 현상을 막아주는 원인에 의하여 증수효과가 크다고 하였다. 또한, 배토가 무배토에 비하여

증수효과가 있었다는 원인에 대한 연구 보고를 보면, Bae 등 (2012)은 배토작업은 토양을 알칼리화 시키고, 유기물 및 전질소 함량을 증가시켜 식물체의 수량을 증가시킨다고 하였다. Tsuchida와 Arima (1993)는 배토는 도복 방지, 양분 및 수분 흡수량을 증가시켜 줌으로서 식물체 수량이 증가한다고 하였다. 이상과 같이 생육특성에 관하여 종합해 보면 무배토 처리구는 배토를 실시한 구에 비하여 근계수와 당도는 높게 나타나지만 나머지 조사한 생육특성은 떨어지는 것으로 나타났으나 배토시기(T1, T2, T3 및 T4)에 따라서는 생육특성과 수량성(건물 및 TDN)의 큰 차이가 없는 것으로 나타났다.

2. 일반성분

배토시기가 사일리지용 옥수수의 일반성분에 미치는 영향은 Table 4에서 보는 바와 같다. 조단백질함량은 C구에 비하여 T1 및 T4구는 유의적으로 높게 ($p<0.01$) 나타난 반면 T2구와 T3구는 높은 경향치를 보였지만 유의적인 차이는 없었다. Sato 등 (1970)은 배토구 보다 무배토구가 N 함량이 저하되고 서당 등의 탄수화물의 축적은 빨라지는 경향이 있다고 하였다. 또한 Yoshida (1980)는 배토를 하면 배토 토양으로부터 더 많은 질소를 흡수할 수 있기 때문에 식물체 전체에 질소함량이 증가한다고 하였다. Tsuchida와 Arima (1993)는 배토를 실시하면 지상부의 엽이 발달하여 광합성량을 증가시켜 식물체내에 질소가 축적되어 있다가 생육후기에 자실 쪽으로 질소를 전류시키기 때문에 배토처리구가 무배토구에 비하여 질소함량이 증가한다고 보고하였다. 조지방 함량에 있어서는 배토처리구(T1, T2, T4 및 T4)와 무배토처리구(C)에 따른 유의적인 차이는 없었다. 조회분 함량은 C구와 10엽기에 배토를 실시한 T4구에서 높게 나타났으며 ($p<0.01$), T1, T2 및 T3구 사이에는 유의적인 차이를 보이지 않았다. NDF 함량은 C구가 48.3%로 가장 높게 T4가 40.4%

Table 4. Effects of ridging times on chemical compositions of silage corn hybrid in the paddy field cultivation (DM. %)

Items	Treatments				
	C	T1	T2	T3	T4
Crude protein	7.1±0.3 ^B	8.4±0.1 ^A	7.5±0.3 ^B	7.5±0.2 ^B	8.0±0.3 ^A
Crude fat	2.7±0.3 ^{ns}	2.9±0.2	3.2±0.3	2.9±0.1	2.7±0.1
Crude ash	4.1±0.1 ^A	3.8±0.1 ^B	3.7±0.1 ^B	3.9±0.1 ^B	4.1±0.1 ^A
NDF	48.3±1.4 ^A	45.5±1.1 ^B	42.9±0.1 ^C	43.1±0.4 ^C	40.4±0.8 ^D
ADF	24.2±2.1 ^{ns}	25.3±0.7	24.3±0.2	23.8±0.8	24.3±0.2
Crude fiber	22.1±0.6 ^{ns}	20.9±0.9	20.4±1.2	21.2±0.1	20.7±0.2

ns : not significant

^{A, B, C, D} Means in a row with different superscripts are significantly different (p<0.01).

가장 낮게 나타났으며, 배토시기 별로 보면 배토시기가 빠른 T1구가 NDF 함량이 높게 배토시기가 늦은 T4구가 낮은 수치를 보였다 (p<0.01). 이와 같은 결과는 Table 2에서 보는 바와 같이 배토 처리구에 비하여 무배토구는 녹색도, 알곡충실도, 암이삭 길이 및 암이삭 둘레가 다른 구에 비하여 상대적으로 낮고, 경이 딱딱한 것에 원인이 있는 것으로 사료된다. 그러나 ADF 및 조섬유 함량에 있어서는 무배토와 배토구간에 유의적인 차이를 보이지 않았다.

3. 무기물성분

배토시기가 사일리지용 옥수수의 무기물 성분에 미치는 영향은 Table 5에서 보는 바와 같다. 배토 유무 및 배토시기에 관계없이 옥수수의 무기물함량은 K>Ca>Mg 순으로 높게 나타났으며 이들 세 성분이 전체 무기물 함량의 98% 이상을 차지하는 것으로 나타났다. B, Fe 및 Ni 함량은 무배토구(C)와 배토를 실시한 구(T1, T2, T3 및 T4) 사이에 유의적인 차이를 보였지만 모든 처리구에서 5 mg/100g 이하의 낮은 함량을 나타냈다. 또한 미량요소인 Cr, Cu 및 Se 성분은 무배토와 배토를 실시한 구

와 유의적인 차이는 없었다. Ca 함량은 C구에 비하여 T1, T2, T3 및 T4구가 유의적으로 높게 나타났으며 특히, 7엽기에 배토를 실시한 T1구가 가장 높은 함량치를 보였다. 사일리지용 옥수수에서 가장 높은 함량을 나타낸 K 성분은 배토시기에 따라서는 유의적인 차이를 보이지 않았지만 무배토구인 C구와는 유의적인 차이를 보였다. Mg 함량은 C구에 비하여 배토 처리구들이 모두 높게 나타났으며, 특히 10엽기에 배토를 실시한 T4구가 가장 높은 함량을 나타냈다 (p<0.01). 이와 같은 결과는 Bae 등 (2012)과 Fermanian 등 (1985)이 무배토에 비하여 배토 처리한 구가 K⁺, Na⁺, Ca²⁺, Mg 농도가 토양 뿐 아니라 식물체의 줄기와 뿌리에도 증가하였다는 보고와 같은 결과를 나타냈다. Mn과 Na 함량은 처리구에 따라 유의적인 차이를 보이지 않았다. Zn 함량은 C구가 가장 낮게 T2구가 가장 높게 나타났다 (p<0.05). 총무기물 함량은 C구에 비하여 배토를 실시한 구가 유의적으로 높게 나타났으며, 배토시기 (T1, T2, T3 및 T4)에 따른 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 무배토에 비하여 배토를 실시하면 배토시기에 따라 8.7~11.3%의 무기물 함량 증가 효과가 있는 것으로 나타났다.

Table 5. Effects of ridging dates on mineral contents of silage corn hybrid in the paddy field cultivation (mg/100g)

Items	Treatments									
	C		T1		T2		T3		T4	
B	3.0±	0.1 ^D	3.5±	0.0 ^C	4.5±	0.1 ^A	3.5±	0.0 ^C	3.8±	0.1 ^B
Ca	1,262.4±	61.5 ^c	1,420.2±	22.3 ^a	1,361.9±	17.5 ^{ab}	1,334.6±	5.4 ^{bc}	1,400.5±	4.7 ^{ab}
Cr	3.3±	0.4 ^{ns}	2.9±	0.3	3.7±	0.2	3.3±	0.2	3.3±	0.2
Cu	3.8±	0.2 ^{ns}	4.9±	0.3	4.8±	0.4	4.1±	0.2	4.1±	0.4
Fe	1.2±	0.2 ^c	2.6±	0.2 ^a	2.8±	0.2 ^a	2.3±	0.1 ^{ab}	1.8±	0.3 ^{bc}
K	5,278.7±	134.4 ^B	5,734.5±	101.0 ^{AB}	5,834.5±	150.1 ^A	5,826.9±	167.7 ^A	5,861.9±	155.8 ^A
Mg	848.8±	12.9 ^B	865.9±	4.8 ^B	933.1±	11.64 ^A	927.9±	22.3 ^A	965.8±	21.7 ^A
Mn	26.0±	3.0 ^{ns}	37.8±	5.4	28.8±	2.0	27.7±	0.2	29.4±	3.3
Na	17.1±	1.6 ^{ns}	18.9±	1.3	18.9±	0.3	16.1±	0.2	12.9±	1.8
Ni	1.7±	0.0 ^A	1.0±	0.0 ^B	1.4±	0.4 ^{AB}	1.6±	0.3 ^A	1.2±	0.1 ^{AB}
Se	0.3±	0.0 ^{ns}	0.3±	0.0	0.3±	0.0	0.3±	0.0	0.3±	0.0
Zn	12.1±	1.0 ^b	16.4±	0.8 ^a	17.3±	0.4 ^a	16.5±	0.8 ^a	16.6±	2.1 ^a
Total	7,458.4±	141.4 ^b	8,108.9±	175.4 ^a	8,212.0±	199.4 ^a	8,164.8±	217.1 ^a	8,301.6±	229.8 ^a
RI ¹⁾ (%)	100.0		108.7		110.1		109.5		111.3	

RI : relative index, ns : not significant

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

^{A, B, C, D} Means in a row with different superscripts are significantly different (p<0.01).

4. 구성아미노산 함량

배토시기가 사일리지용 옥수수의 구성아미노산 성분에 미치는 영향은 Table 6에서 보는 바와 같다. 무배토구와 시기별로 배토 처리한 구들의 사일리지용 옥수수의 구성아미노산 중 필수아미노산은 leucine 함량이 가장 많이 함유하고 있고, methionine 함량이 매우 낮은 것으로 나타났다. 총 필수아미노산의 함량은 T1 > T4 > T3 > T2 > C구 순으로 높게 나타났으며 (p<0.01), 무배토구에 비하여 배토를 실시한 구에서 모두 높게 나타났다. 배토 시기별로 보면 T1구와 T4구에서 높게 나타났으며 T2구가 낮게 나타났다. 비필수아미노산에 있어서는 모든 구에서 glutamic acid가 가장 높은 함량을 보였던 반면 tyrosine이 가장 낮은 함량치를 보였다. 총 비필

수아미노산 함량은 무배토 처리구인 C구가 2,363.2 mg/100g로 가장 낮았던 반면 7엽기에 배토작업을 실시한 T1구가 3,060.7 mg/100g으로 가장 높게 나타났다(p<0.01). 총 구성아미노산(필수 + 비필수아미노산) 함량은 필수아미노산과 비필수 아미노산의 함량이 높았던 T1구가 높게 나타났으며, 무배토구인 C구가 가장 낮게 나타났다. Kim 등(2012a)은 청보리 종류별, 대두박, 옥수수의 구성아미노산을 분석한 결과 단백질 함량이 높은 것이 아미노산 함량이 높게 나타났고 하였으며, Chiang 등(1972)도 옥수수 등 농후사료 수종의 아미노산 함량을 분석한 결과에서도 조단백질함량이 높은 것이 아미노산함량이 높게 나타났다는 연구 보고와 비교 시 본 연구에서도 조단백질함량이 가장 높았던 T1구가 높게 나타난 것은 이들의 보고와 같은

Table 6. Effects of ridging dates on amino acid contents of silage corn hybrid in the paddy field cultivation (mg/100g)

Items	Treatments				
	C	T1	T2	T3	T4
Threonine	154.7± 19.7	176.6±14.2	152.3± 15.4	154.6± 11.0	168.2± 7.0
Valine	283.5± 17.8	311.3±15.8	273.1± 11.3	287.2± 28.3	288.4±11.4
Methionine	17.9± 1.4	16.1± 0.5	15.4± 0.4	14.4± 1.2	27.4± 0.4
Isoleucine	131.7± 4.1	168.5±18.3	137.6± 9.7	176.1± 22.6	166.6±15.1
Leucine	515.7± 35.1	598.8±28.9	525.4± 8.1	554.2± 8.3	603.5±28.0
Phenylalanine	288.3± 28.4	327.5± 5.7	299.3± 47.2	307.3± 24.0	331.6±29.7
Histidine	133.7± 23.9	152.6±20.9	135.7± 3.7	139.5± 22.5	154.7±15.6
Lysine	290.3± 12.8	308.6±11.0	289.2± 19.9	294.6± 25.0	294.4±10.1
Arginine	178.2± 15.6	202.5±12.7	171.3± 6.7	176.4± 9.9	199.5±23.5
Sum of EAA	1,990.0± 85.3^B	2,262.5±76.3^A	1,999.3± 76.9^B	2,104.3± 87.1^{AB}	2,234.3±38.4^A
Serine	234.9± 19.8	269.2±19.7	237.5± 15.1	252.1± 7.2	234.6± 9.8
Glutamic acid	825.6± 21.3	1,022.3±98.9	905.6± 42.4	870.7± 21.1	947.3±21.2
Proline	217.4± 15.8	497.3±29.8	427.5± 29.7	449.4± 32.5	403.7±14.1
Glycine	237.6± 17.5	273.4±18.6	231.4± 17.0	237.5± 25.4	267.6±24.2
Alanine	385.7± 24.0	451.3±26.9	404.4± 27.9	401.4± 28.0	453.7±32.3
Tyrosine	34.8± 4.2	42.1± 2.8	36.2± 4.1	30.5± 3.4	39.2± 5.7
Aspartic acid	427.2± 21.1	505.1±14.1	442.1± 28.4	487.3± 31.8	508.6±27.0
Sum of NEAA	2,363.2± 47.6^D	3,060.7±29.9^A	2,684.7± 27.5^C	2,728.9± 70.6^C	2,854.7±14.9^B
Total (EAA + NEAA)	4,353.2±132.6^D	5,323.2±46.3^A	4,684.0±104.4^C	4,833.2±157.8^{BC}	5,089.0±53.3^{AB}

^{A, B, C, D} Means in a row with different superscripts are significantly different (p<0.01).

경향이였다.

IV. 요약

본 연구는 사일리지용 옥수수를 파종 한 후 7엽기, 8엽기, 9엽기 및 10엽기에 각각 배토작업을 실시하여 무배토 처리구와 생육특성, 수량성 및 화학적 특성을 비교 검토하여 배토 효과 및 배토처리 시기에 따른 증수 효과를 구명하기 위하여 실시하였다. 배토처리구들 (T1, T2,

T3 및 T4)은 무배토구 (C)에 비하여 건물수량, TDN 수량이 증수되는 것으로 나타났으나 (p<0.01), 배토시기 (T1, T2, T3 및 T4)에 따라서는 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 그리고 배토구들은 무배토구에 비하여 조단백질 함량은 증가하고 NDF 함량은 떨어지는 것으로 나타났다 (p<0.01). 무기물 및 구성아미노산 함량에 있어서도 무배토구에 비하여 배토를 실시한 구에서 높게 나타났다 (p<0.05, p<0.01). 그러나 무기물에 있어서는 배토시기에 따른 유의

적인 차이를 보이지 않았지만, 구성아미노산에 있어서는 7엽기에 배토를 실시한 T1구에서 높게 나타났다. 건물수량, TDN수량, 단백질함량, 무기물함량 및 구성아미노산 함량을 종합해 볼 때, 무배토에 비하여 배토처리가 증수효과가 있는 것으로 나타났으며, 특히 배토시기에 있어서는 10엽기에 배토를 실시한 T4구가 가장 좋은 것으로 나타났다.

V. 사 사

이 논문은 2012년도 경북대학교 학술연구비 지원에 의하여 연구되었음.

V. 인 용 문 헌

1. AOAC. 1995. Official Methods of analysis. 16th ed. Association of analytical chemist, Washington, DC., USA.
2. Bae, E.j., K.S. Lee, N.C. Park and M. R. Huh. 2012. Effect of topdressing height on the growth of Zoysiagrass (*Zoysia japonica*). Kor. J. Agriculture and Life Sci. 46(2):83-89.
3. Eguchi, H.S. and K.M. Aihoshi. 1992. Effects of mulching, planting density and ridging times on growth and yield. Japan. kyushu Agri. Res. 54: 212.
4. Chiang, Y.H., C.Y. Lee, S.C. Kim, C.W. Lee, K. S. Kim and C.Y. Yoon. Studies on amino acids in feedstuffs. I. Amino acids contents in several concentrates including yellow corn. Korean. J. Ani. Sci. 14(3):224-229.
5. Fermanian, T.W., J.E. Haley and R.E. Burns. 1985. The effects of sand topdressing on heavily thatched creeping bentgrass turf. Proceeding of the fifth international turfgrass research conference. 5: 439-448.
6. Goering, H.K. and Van Soest, P.J. 1970. Forage fiber analysis. Agic. 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. Igarashi, M. H., S. Konno, Miura, K. Z and K. H. Aoki. 2009. Effect of topdressing at ridging on yield and quality of garden type soybean. Japan. Yamagata pref. Agri. Res. 1:73-85
9. 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.
10. 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.
11. Kato, I.R., M.S. Kawhara, Y.S. Naito and R. S. Taniguchi. 1957. On the study of soil heaping at lower part of stem of soybean. (II) On the rooting of adventitious roots and varietal difference. Bulletin of the division of plant breeding and cultivation. Japan. Tokai-kinki national agricultural experiment station. 4:69-73.
12. Kim, H.G. and S.J. Lee. 2010. Turfgrass and golf course. Sunjin culture press. p.179-192.
13. Kim, H.Y., G.M. Chu, S.C. Kim, J.H. Ha, J.H. Kim, S. D. Lee and Y. M. Song. 2012a. The nutritive of grains from barley cultivars (Wooho, Youngyang, Yuyeon). Korea. J. agriculture and life science. 46(3):69-78.
14. Kim, W.S., J.H. Hwang, J.H. Lee, E.J. Kim, B. T. Jeon, S.H. Moon and S.M. Lee. 2012b. A comparative study on the growth characteristics and nutritional components of corn hybrids for silage at paddy field cultivation. J. Kor. Grassl. Forage Sci. 32(1):15-18.
15. 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. 2004. 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.
16. 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. Kor. J. Anim. Sci. & Techno. 52(5):441-448.
17. 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.
 18. Robert, D.E. 2007. Turfgrass science and management, fourth edition. thomson delmar learning. p. 405-410.
 19. SAS. 2002. SAS user's guide; Statistics. SAS Inst. Inc. NC.
 20. Sato. T.K., H. Sakai and K.M. Fujiwara. 1970. Productivity and root growth of indian corn (*Zea mays* L. Choko No. 227 variety). II. Influence of plant density and ridging height. J. Jap. Grassl. Sci. 16(2):94-97.
 21. 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.
 22. Takahasi, A.Y., K.G. Ogiuchi, M.O. Orisaka and O. Takhashi. 2007. A mechanical weeding system for foxtail millet cultivation by early ridging. Japan. Tohoku Agric. Res. 60:57-58.
 23. Tsuchida, T. and Y.H. Arima. 1993. Effect of soil molding on the growth and root nodule nitrogen fixation of *Glycine max* L. Japan. J. Soil Sci. Plant Nutr. 64:20-26.
 24. Yoshida, S.K. 1980. Acomment on the effect of soil molding at hypocotyl of soybean. Japan. J. Crop Sci. 49(2):385-386.
- (Received September 3, 2012/Accepted September 20, 2012)