

고랭지에서 파종시기 및 수확시기가 사일리지용 옥수수의 생육특성, 건물수량 및 사료가치에 미치는 영향

이종경 · 박형수 · 김영근 · 정종원 · 나기준 · 김문철* · 이성철** · 육완방***

Effect of the Seeding and Harvesting Dates on the Growth Characteristics, Dry Matter Yield and Quality of Corn for Silage in Alpine Areas

Jong Kyung Lee, Hyung Soo Park, Yong Geun Kim, Jong Won Chung, Ki Joon Na,
Moon Chul Kim*, Sung Chul Lee** and Wan Bang Yook***

ABSTRACT

This study was conducted to investigate the effect of the seeding and harvesting dates on the growth characteristics, dry matter yield and quality of corn for silage in alpine area (altitude 800m a.s.l.) of National Livestock Research Institute from 2001 to 2002. The experiment was arranged in a split plot design with three replications. Main plots consisted of three seeding dates, 10 May, 20 May and 30 May. Sub plots consisted of harvesting dates, 15 September, 25 September and 5 October. Tassel height of corn was decreased with seeding dates, 30 May, 10 May and 20 May in order, and harvesting date of 5 October was apt to be high. Ear height of corn was decreased with seeding dates, 20 May, 30 May, and 10 May in order, and harvesting date of 15 September was the lowest of all treatments. Ear rate of corn was decreased with late seeding dates, and it was the highest with harvesting date of 5 October. Dry matter yield was decreased with late seeding dates ($P < 0.05$), and it was increased with late harvesting regardless of seeding dates ($P < 0.05$). Crude protein content of corn stover was increased with late seeding dates, and that of corn ear was the highest with seeding date of 20 May. And crude protein contents of corn stover and ear were the highest with harvesting date of 15 September. NDF contents of corn stover and ear were the highest with seeding date of 10 May and 20 May, respectively, and NDF content of corn stover was the highest with seeding date of 10 May and there was no difference among treatments in NDF content of ear. ADF content of corn stover was 42.1 to 42.6% regardless of seeding dates, and that of corn ear was the highest with seeding date of 30 May. ADF content of corn stover and ear was increased with early harvesting date excepting for harvesting date of 20 May.

These results indicate that 20 May and 25 September would be the optimum seeding date and harvesting date, respectively, for dry matter yield and nutritive value of silage corn in alpine area.

(Key words : Corn silage, Seeding date, Harvest date, Dry matter yield, Quality)

축산연구소(Hanwoo Experiment Station, National Livestock Research Institute, RDA, Pyeongchang 232-952, Korea)

* 제주대학교(Cheju National University, jeju 690-756, Korea)

** 우석대학교(Woosuk University, Wanju 565-701, Korea)

*** 건국대학교(Kon-Kuk University, Seoul 143-701, Korea)

Corresponding author : Jong-Kyong Lee, Hanwoo Experiment Station, National Livestock Research Institute, RDA, Pyeongchang 232-952, Korea E-mail : leejk58@rda.go.kr

I. 서 론

사일리지용 옥수수는 양질조사료 생산면적이 협소한 우리나라의 낙농 여건 하에서 사일리지 조제에 가장 적합한 사료작물이다. 사일리지용 옥수수는 파종에서 수확까지 기계화를 통하여 노동력을 줄일 수 있으며, 노동시간 당 생산 효율이 다른 어떤 작물보다 높고(Aldrich 등, 1986), 사일리지로 조제, 이용하기 쉽고 품질이 우수하다고 하였다(Crowley 등, 1979).

Aldrich 등(1986)은 옥수수의 수량을 추가로 높일 수 있는 유일한 방법은 옥수수의 적기 파종이라고 하였다. 옥수수의 파종시기를 결정할 때는 그 지역의 일평균 기온이 10℃가 되는 시기가 옥수수의 파종적기라고 보고 있다(김, 1997). 일평균 기온을 기준으로 중북부 지역의 옥수수 파종적기는 4월 15일에서 4월 25일 사이라고 할 수 있으며 수확시기는 8월 중순경에 수확하는 것이 바람직하다고 보고하였다(김, 1995). 지금까지는 사일리지용 옥수수에 관한 시험을 낙농 중심지역인 중북부 내륙지역, 중북부 서해안지역 및 중남부 서해안지역의 3곳에서 주로 수행되었다(김 등, 1992). 본 시험이 수행된 대관령지역의 기후 특성은 해발 800m가 되는 고원지대로서 서쪽으로부터 한냉한 북서풍과 동해쪽에서 올라오는 해양성 기류가 어우러져서 상습적인 안개와 강우가 많으며 적산온도와 일조량이 부족하다. 대관령지역은 만상일이 5월 16일이고 초상일은 9월 28일경으로 옥수수의 파종적기는 5월 중순이고(임 등, 2001) 수확은 초상일 이전에 하는 것이 바람직하다고 하였다.

따라서 본 시험은 고랭지에서 사일리지용 옥수수 적정 파종시기와 수확시기를 제시하여 경제적인 재배체계를 확립하고자 수행하였다.

II. 재료 및 방법

본 시험은 옥수수 파종시기 5월 10일, 5월 20일 및 5월 30일을 주구로, 옥수수 수확시기 9월 15일, 9월 25일 및 10월 5일을 세구로 하여 분할구배치법 3반복으로 축산연구소 한우시험장(표고 800m)에서 수행하였다. 공시품종은 중생종(상대속도 119일)이며 내병성, 내서성, 내한성이 우수한 DK689으로 하였으며 파종방법은 휴폭을 75cm, 주간을 20cm로 하여 점파하였으며 두 개씩을 파종한 다음 옥수수가 정착이 된 후 생육이 불량한 개체를 제거하여 1개체를 남겼다. 시비량은 질소, 인산 및 가리를 ha당 각각 200, 150 및 150kg을 파종시 인산과 가리는 전량 사용하였으며, 질소비료는 파종시와 옥수수 잎이 7~8매 나왔을 때 각각 1/2로 분시 하였다.

파종하기 전에 토양의 비옥도를 증가시키기 위하여 ha 당 완숙퇴비 30톤을 골고루 살포하였다. 수확시 간장, 착수고 및 엽수를 조사하였는데 간장은 지면에서 웅수목까지의 길이를 조사하였으며, 착수고는 지면에서 최상단 이삭이 달린 마디까지의 길이를 조사하였다. 수량조사는 각 수확날짜에 맞추어 실시하였는데 구당 4줄 중 2줄을 수확하여 총 생체중으로 하였으며 이삭의 포엽을 제거한 무게를 이삭 생체중으로 하여 각각 3개체 이상을 골라 80℃의 순환식 송풍건조기(dry oven) 내에서 72시간 이상 충분히 건조시킨 후 건물수량을 계산하였고, 종실비율은 전식물체의 건물 함량에서 종실이 차지하는 비율을 계산하였다. 사료가치 분석을 위해 시료를 Wiley mill로 분쇄하여 ADF와 NDF 함량은 Goering 및 Van Soest법(1970)에 따랐으며, AOAC법(1984)으로 조단백질 함량을 조사하였다. 시험포장의 토양특성은 중성에 가까운 토양으로 유기물 함량은 낮았으나 인산 함량은 양호하였다(Table 1).

Table 1. Characteristics of soil before experiment in Daegwallyeong

pH (1:5)	EC (uS/cm)	O.M (%)	Av. P ₂ O ₅ (mg/kg)	NH ₄ ⁺ -N (mg/kg)	NO ₃ ⁻ -N (mg/kg)	Ex.cation(cmol ⁺ /kg)		
						Ca	Mg	K
5.69	107	3.79	538	53.6	4.6	3.70	1.96	3.73

Ⅲ. 결과 및 고찰

고랭지에서 파종시기와 수확시기에 따른 사 일리지용 옥수수의 생육 특성은 Table 2에서 보는 바와 같다. 옥수수의 간장은 수확시기와 관계없이 파종시기가 지연됨에 따라 커지는 경향을 보였으며, 특히 조기파종(5월 10일)과 만기파종(5월 30일)의 차이가 16cm로 가장 큰 차

이를 보였다. 옥수수의 초장과 착수고는 도복과 상관관계가 높고 초장과 착수고가 높을수록 도복되기 쉽고 그로 인해 수량손실과 발효에 나쁜 영향을 받을 수 있기 때문에(Aldrich, 1986) 생육기간 중 태풍이 한 두 차례 지나가는 기상환경으로 볼 때 초장과 착수고가 낮은 품종을 선택하는 것과 아울러 같은 품종에 있어서도 가능한 한 일찍 파종하는 것이 수량은

Table 2. Growth characteristics of corn to seeding and harvesting dates in Daegwallyeong

Seeding dates	Harvesting dates	Tassel height(cm)			Ear height(cm)		
		2001	2002	Ave.	2001	2002	Ave.
May 10	15 Sept.	248	244	246	105	112	108
	25 Sept.	247	250	249	107	112	108
	5 Oct.	243	252	248	104	115	109
	Ave.	246	249	248	105	113	108
May 20	15 Sept.	246	258	252	104	117	111
	25 Sept.	256	255	256	104	124	114
	5 Oct.	261	248	255	110	127	119
	Ave.	254	254	254	106	123	115
May 30	15 Sept.	263	267	265	109	110	109
	25 Sept.	260	258	259	107	117	112
	5 Oct.	278	254	266	105	118	111
	Ave.	267	260	264	107	115	111
Mean	15 Sept.	252	256	254	106	113	109
	25 Sept.	254	254	255	106	118	111
	5 Oct.	261	251	256	106	120	113

물론 도복에도 유리할 것으로 생각된다. 옥수수 수의 착수고는 5월 10일에 파종한 처리구가 108cm로 가장 작았으며, 5월 20일에 파종한 처리구가 115cm로 가장 크게 나타났다. 김 등(1996)은 수원지방에서 조기 파종과 만기 파종 시 착수고의 차이가 146cm 및 131cm로 만기 파종이 낮았다고 보고하였는데 고랭지지역에서는 조기 파종이 착수고가 더 낮은 것으로 나타났

다. George(1981)는 파종시기가 지연됨에 따라 초장이 높아지는 경향이 있다고 하였으며, 김 등(1996)은 5월 이전의 파종시기간의 착수고는 만기파종이 낮았으나 5월 이후에는 파종이 늦어짐에 따라 착수고도 낮아진다고 하였다.

파종기와 수확기에 따른 옥수수 암이삭 비율과 건물률은 Table 3에서 보는 바와 같다. 소화율과 에너지 가치가 다른 부위에 비해 상대적

Table 3. Ear rate and dry matter(DM) content of corn to seeding and harvesting dates in Daegwallyeong

Seeding dates	Harvesting dates	Ear rate(%)			DM (%)		
		2001	2002	Ave.	2001	2002	Ave.
May 10	15 Sept.	54.6	44.4	49.5	29.1	30.6	29.9
	25 Sept.	56.6	52.3	54.5	32.9	32.2	32.6
	5 Oct.	56.5	53.9	55.2	35.1	34.6	34.9
	Ave.	55.9	50.2	53.1	32.4	32.5	32.5
May 20	15 Sept.	51.5	41.5	46.5	26.3	33.9	30.1
	25 Sept.	52.6	47.2	50.0	29.3	35.7	32.5
	5 Oct.	55.9	53.2	54.6	33.0	38.5	35.8
	Ave.	53.3	47.3	50.3	30.0	36.0	32.8
May 30	15 Sept.	41.2	33.1	37.2	23.6	21.9	22.8
	25 Sept.	48.6	33.9	41.3	25.9	23.3	24.6
	5 Oct.	49.5	41.4	45.5	27.0	30.8	28.9
	Ave.	46.4	36.1	41.3	25.5	25.3	25.4
Mean	15 Sept.	49.1	39.7	44.4	26.3	28.8	
	25 Sept.	52.6	44.5	48.6	29.4	30.4	
	5 Oct.	53.9	49.5	51.7	31.7	34.6	
LSD(0.05)							
Seeding date(S)		4.6	4.7		2.1	3.6	
Harvest date(H)		2.6	2.8		1.0	1.0	
S × H		NS	NS		NS	*	

NS = not significant

* = Significant at the 0.05 probability level.

으로 높아서 옥수수 사일리지의 품질에 많은 영향을 미치는 암이삭 비율은 각각 53.1, 50.3 과 41.3%로 파종시기가 늦어질수록 낮아졌으며 (Giardini 등, 1976)($P<0.05$), 수확시기에 따른 암이삭 비율은 44.4, 48.6 및 51.7%로 10월 5일 수확기가 가장 높게 나타났다($P<0.05$). Phipps 및 Wilkinson(1985)도 사료가치 증진에 유리하다고 하여 암이삭 비율의 중요성을 강조하였고 또한 김 등(1999)은 중부지방의 시험결과로는 암이삭 비율이 50% 이상이라고 하여 대관령지역에서는 5월 20일까지 파종을 해야 50% 이상

의 암이삭 비율을 달성할 수 있을 것으로 생각된다.

사일리지용 옥수수의 건물물은 수확시기를 결정짓는 주요 요인으로 Vetter 및 Von Glan (1978)은 사일리지의 건물률이 너무 낮으면 이상발효와 침출액이 많으며, 건물률이 너무 높으면 열과 곰팡이가 발생하기 쉽기 때문에 건물률이 30~40%에 도달하는 적당한 시기에 사일리지를 수확하는 것이 좋다고 하여 수확시 건물물의 중요성을 강조하였다. 본 시험에서는 5월 30일 파종구에서 25.4%로 가장 낮게 나타

Table 4. Dry matter yield of corn to seeding and harvesting dates in Daekwanryong

Seeding dates	Harvesting dates	Dry matter yield(kg/ha)		
		2001	2002	Ave.
May 10	15 Sept.	15,747	12,377	14,062
	25 Sept.	17,637	13,243	15,440
	5 Oct.	17,129	13,637	15,383
	Ave.	16,838	13,086	14,962
May 20	15 Sept.	13,445	15,857	14,651
	25 Sept.	15,064	16,141	15,603
	5 Oct.	16,728	18,245	17,487
	Ave.	15,079	16,748	15,914
May 30	15 Sept.	12,097	11,233	11,665
	25 Sept.	13,935	12,028	12,982
	5 Oct.	14,359	16,467	15,413
	Ave.	13,464	13,243	13,354
Mean	15 Sept.	13,763	13,156	
	25 Sept.	15,545	13,804	
	5 Oct.	16,072	16,117	
LSD(0.05)				
Seeding date(S)		1,346	2,685	
Harvest date(H)		910	1,612	
S × H		NS	NS	

NS = not significant.

났으며($P<0.05$), 5월 10일과 20일 파종기에서는 32% 이상으로 수확하기 적당한 건물물에 도달하였다. 수확시기에 따라서는 수확시기가 지연됨에 따라 건물 함량이 각각 28.8, 30.4 및 34.6%로 증가하였다($P<0.05$).

파종기와 수확기에 따른 옥수수의 건물수량을 보면 Table 4에서 보는 바와 같다. 사일리지용 옥수수의 건물수량은 파종기가 지연됨에 따라 14,962, 15,914 및 13,354 kg/ha로 감소하였으며, 수확시기는 파종시기에 관계없이 10월 5일로 늦게 수확할수록 건물수량이 높아졌다($P<0.05$). 강 등(1985)도 옥수수의 개체당 건물수량이 파종기가 빠를수록 많고 최대 건물량에 도달되는 소요일수는 파종기가 늦을수록 단축

된다고 하여 본 결과를 뒷받침하고 있다. 그리고 임과 김(1996)은 수확기가 늦어질수록 옥수수의 건물수량과 건물률은 유의적으로 증가하였으며, 특히 암이삭의 비율이 높았다고 하였다. 하지만 5월 10일 파종기에서 2001년과 2002년 건물수량이 각각 16,838과 13,806kg/ha로 차이는 대관령과 같은 고령지에서 너무 이른 파종은 늦추위로 인한 초기생육의 부진으로 수량 감소를 초래 할 수 있음을 보여주고 있다.

파종기와 수확기에 따른 옥수수의 사료가치를 보면 Table 5와 같다. 파종시기에 따른 옥수수 경엽의 조단백질 함량은 5월 10일보다는 5월 20일과 30일이 높은 경향을 보였고, 이삭은

Table 5. Crude protein, NDF and ADF of corn to seeding and harvesting dates in Daegwallyeong

Seeding dates	Harvesting dates	CP(%)		NDF(%)		ADF(%)	
		Stover	Ear	Stover	Ear	Stover	Ear
May 10	15 Sept.	7.6	9.1	63.8	28.3	40.7	10.9
	25 Sept.	7.4	8.5	65.8	40.1	42.8	10.1
	5 Oct.	6.1	7.8	70.1	31.4	44.3	14.0
	Ave.	7.0	8.5	66.5	33.3	42.6	11.7
May 20	15 Sept.	8.2	8.9	63.6	37.4	39.2	13.1
	25 Sept.	7.8	8.9	67.2	37.4	44.4	12.5
	5 Oct.	6.8	8.8	68.2	41.6	43.6	16.7
	Ave.	7.6	8.9	66.3	38.8	42.4	14.1
May 30	15 Sept.	8.2	9.5	64.1	25.9	41.3	13.5
	25 Sept.	7.6	8.4	66.7	30.2	42.3	15.9
	5 Oct.	7.1	7.6	65.5	31.7	42.6	18.1
	Ave.	7.6	8.5	65.4	29.3	42.1	15.8
Mean	15 Sept.	8.0	9.2	63.8	30.5	40.4	12.5
	25 Sept.	7.6	8.6	66.6	35.9	43.2	12.8
	5 Oct.	6.7	8.0	67.9	34.9	43.5	16.3

CP: Crude protein, NDF: Neutral detergent fiber, ADF: Acid detergent fiber.

5월 20일이 5월 10일이나 30일보다 높은 경향을 보였다. 수확시기에 따른 경엽의 조단백질 함량은 파종시기에 관계없이 9월 15일이 가장 높은 경향을 보였고 9월 25일과 10월 5일 순으로 낮아지는 경향을 보였다. 이삭의 경우도 경엽과 비슷한 경향을 보였다. 수확시기에 따른 경엽의 NDF 함량은 수확시기가 지연됨에 따라 높은 경향을 보였으며 이삭은 수확시기에 따라 큰 차이를 보이지 않았다. 수확시기에 따른 경엽의 ADF 함량은 40.3~43.5%로 수확시기가 지연됨에 따라 증가하는 경향을 보였다. 김 등(1996)의 파종기 시험에서도 경엽의 ADF 및 NDF 함량이 만기파종보다 적기 파종이 낮았다. Van Soest 및 Robertson(1979)은 ADF 값은 소화율과 -0.75의 높은 상관관계가 있으며 NDF 값은 섭취량과 -0.76의 높은 상관관계가 있다고 하여 본 시험의 NDF 함량은 모두 이 기준을 넘어 섭취량은 감소할 것으로 생각되며 ADF 함량은 모두 이 기준 내에 머물러 높은 소화율을 가지고 있으리라고 생각된다. 그리고 이 등(1981) 및 임과 김(1996)은 숙기가 진행됨에 따라 조단백질, NDF 및 ADF 함량은 증가하였다고 하였다. 따라서 옥수수 육종기술과 재배기술의 발달로 새로운 품종이 매년 육성되므로 이에 대한 연구도 지속적으로 실시되어 농가의 재배조건이나 지역별로 품종이 결정되어야 할 것으로 생각된다(Cardwell, 1982).

IV. 요 약

본 시험은 옥수수 파종시기 5월 10일, 5월 20일 및 5월 30일을 주구로, 옥수수 수확시기 9월 15일, 9월 25일 및 10월 5일을 세 구로 하여 분할구 배치법 3반복으로 2년간 축산연구소 한우시험장에서 수행하였다.

옥수수의 간장은 파종기가 5월 30일, 5월 10일 및 5월 20일순으로 작아졌으며, 수확기는 각 파종기 공히 10월 5일이 큰 경향이었다. 옥수수의 착수고는 파종기가 5월 20일, 5월 30일,

5월 10일순으로 작았고 파종기는 5월 10일, 5월 20일, 5월 30일순으로 낮아졌다. 파종기에 따른 옥수수 암이삭 비율은 파종기 5월 10일이 가장 높았다. 옥수수의 건물수량은 파종기가 늦추어짐에 따라 적어졌으며, 수확시기가 늦추어짐에 따라 높아졌다. 파종시기에 따른 옥수수 경엽의 조단백질 함량은 5월 10일보다는 5월 20일과 30일이 높았고, 이삭은 5월 20일이 5월 10일이나 30일보다 높았다. 수확시기에 따른 경엽의 조단백질 함량은 파종시기에 관계없이 9월 15일이 가장 높았고 9월 25일과 10월 5일순으로 낮았으며, 이삭의 경우도 경엽과 비슷한 경향을 보였다. 경엽의 NDF와 ADF 함량은 수확시기가 지연됨에 따라 높은 경향을 보였다.

이상의 결과를 종합하여 볼 때 건물수량과 사료가치를 고려하면 파종시기는 가능하면 빨리 파종하는 것이 유리하나 고랭지에서는 너무 일찍 파종하면 늦추위에 냉해의 위험이 있기 때문에 5월 20일경에 파종하는 것이 안전하고, 수확시기는 너무 늦게 수확하는 것은 건물수량은 높아지나 사료가치가 감소되므로 대관령과 같은 고랭지에서는 만상일이 9월 28일인 점을 감안하면 9월 25일 이전에 수확하는 것이 적당할 것으로 생각된다.

V. 인 용 문 헌

1. 강정훈, 이호진, 박명훈. 1985. 파종기 이동에 따른 사일리지 옥수수의 생장 해석. 한초지 5(3): 212-219.
2. 김동암. 1995. 제 8회 양축농가를 위한 축산 기술 세미나 자료. 서울대학교 부설 축산과학기술연구소.
3. 김동암. 1997. 제 10회 양축농가를 위한 축산 기술 세미나 자료. 서울대학교 부설 축산과학기술연구소.
4. 김동암, 이광녕, 신동은, 김종덕, 한건준. 1996. 숙기가 다른 사일리지용 옥수수의 파종기가 사초의 수량과 사료가치에 미치는 영향. 한초지

- 16(4):327-337.
5. 김동암, 조무환, 권찬호, 한건준, 김종관. 1992. 도입 사일리지용 옥수수의 생육 특성 및 생산성 비교. I. 지역별 생육 특성 및 생산성. 한초지 12(3):161-172.
 6. 김종덕, 김동암, 박형수, 김수곤. 1999. 파종시기 및 품종이 사일리지용 옥수수의 수량과 사료가치에 미치는 영향. I. 옥수수의 생육특성 및 사초 수량. 한초지 19(3):211-220.
 7. 이석순, 박찬호, 배동호. 1981. 수확기에 따른 옥수수의 부위별 건물중과 사료가치의 변화. 월당 박찬호박사 회갑기념 논문집. 40-45.
 8. 임상훈, 김동암. 1996. 옥수수의 수확시기가 사초의 생산성과 품질에 미치는 영향. 한초지 16(1): 75-80.
 9. 임영철, 정종원, 한성윤, 최기준, 임용우. 2001. 대관령지역에서 사료용 옥수수 품종별 생육 특성과 수량성. 한초지 21(1):39-44.
 10. Aldrich, S.R., W.O. Scott and R.G. Hoeft. 1986. Modern corn production. 3rd ed. A. & L. Publications Inc. Station. Illinois.
 11. A. O. A. C. 1984. Official Methods of Analysis (14th ed.) AOAC. Washington, DC.
 12. Cardwell, V. B. 1982. Fifty years of Minnesota corn production : Sources of yield increase. Agron. J. 74:984-990.
 13. Crowley, J.W., N.A. Jorgensen, and G. P. Barrington. 1979. Corn silage for the dairy ration. Wisconsin Univ. Ext. Wisconsin.
 14. George, J.R. 1981. Grain crop production in the North Central United States. 3rd. print.
 15. Giardini, A., F. Gaspari, M. Vecchietini and P. Schenoni. 1976. Effect of maize silage harvest stage on yield, plant composition and fermentation losses. Ani. Feed & Sci. Tech. 1:313-326.
 16. Goering, H.K. and P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis. Agric. Handbook 379, U.S. Gov. print. Office, Washington, DC.
 17. Phipps, R. and M. Wilkinson. 1985. Maize silage. Chalcombe publications, Bucks SL7 3PU.
 18. Van Soest, P.J. and J.B. Robertson. 1979. Systems of analysis for evaluating fibrous feeds. Proc. of a workshop held in Ottawa. Canada.
 19. Vetter, R.L. and K.N. Von Glan. 1978. Abnormal silages and silage related disease problems. p. 291-293. In M. E. McCullough(ed) Fermentation of silage-A review. Nat. Feed Ingr. Assoc., Des Moines, IA.