

중부지역에서 청보리 뒷그루로 만파한 사일리지 옥수수 품종의 생육 및 수량

주정일 · 성열규 · 김충국¹ · 이희봉²

Planting Date and Hybrid Influence on Silage Corn Yield and Quality at Paddy Field in Middle Region

Jung Il Ju, Yeul Gue Seung, Chung Guk Kim¹ and Hee Bong Lee²

ABSTRACT

Few management studies have been conducted on late planting date for corn silage in paddy field as a barley-corn forage cropping system. Experiments were conducted during 2007 and 2008 at the Chungnam Agricultural Research & Extension Services. The objectives of this study were to determine relationships between planting date and corn forage yield and to determine the best hybrid at the delayed planting after whole crop barley's harvest. The treatments consisted of 2 planting dates and 7 hybrids. Delayed planting considerably reduced stem diameter, individual ear size and weight. The ratio of dried leaf and culm in aerial plants was increased and that of ear was decreased. The coefficient of variation in fresh, dry matter (DM) and total digestible nutrients (TDN) yield was higher at delayed planting date on cropping system with whole crop barley than that of planting at optimum season. So, fresh weight was reduced by 91.8%, dry matter by 72.6%, grain yield by 51.0% and TDN yield by 68.1%. The appropriate hybrid for delayed planting after whole crop barley harvest in middle region was 'Gangdaok' as lower in the reduction of ear size and weight compared to that of planting at optimum season. Reduction in grain yield caused to decrease the DM and TDN yields. Therefore, to gain stable dry matter in silage corn by delayed planting date on cropping system with whole crop barley was necessary to select corn hybrid on the minimum reduction in ear size and weight.

(Key words : Silage corn, Delayed planting, Hybrid, Ear size and weight, DM and TDN yield)

I. 서 론

최근 국제 곡물가 상승에 따른 배합사료 및 조사료 수입가격 상승으로 인하여 축산농가의 어려움이 가중되고 있다. 또한 소 사육두수가 2006년 2,484천두에서 2008년 2,876천두로 15.8% 증가하였고 (농림수산식품부, 2009), 농후사

료와 조사료의 급여비율 개선 등을 감안 할 때 국내산 양질 조사료의 생산 및 공급을 확대할 필요성이 강조되고 있다. 이에 부응하여 겨울철 유휴지를 이용한 청보리 등 사료용 맥류의 재배가 확대되고 있는데, 뒷그루로 재배한 사일리지 옥수수 등에서 생산성이 감소되어 청보리와의 작부체계를 기피하는 농가가 있는 실정

충남농업기술원 (Chungnam Provincial ARES, Yesan, 340-861, Korea)

¹ 국립식량과학원 작물환경과 (Crop Environment Research Div. NICS, RDA, Suwon, 441-857, Korea)

² 충남대학교 (Chungnam National Univ. Daejeon, 305-764, Korea)

Corresponding author : Hee Bong Lee, Chungnam National Univ. Daejeon, 305-764, Korea, Tel: +82-42-821-5727, E-mail: hblee@cnu.ac.kr

이다.

옥수수는 가축 기호성이 높을 뿐만 아니라 생산성과 사료가치가 높은 여름철 주요 사료작물이다. 그 동안 국내 육성 및 수입 옥수수 품종의 사일리지 생산성에 관한 비교(고 등, 1986; 김 등, 1998; 손 등, 2006; 이 등, 2004; 지 등, 2009), 동계작물인 호밀과 하계작물인 옥수수와의 작부조합(이와 이, 1989; 한 등, 1995), 중부지역에서 옥수수 파종적기에 관한 연구(강 등, 1985) 등 옥수수를 주 작물로 한 연구는 다수 이루어졌으나, 청보리가 조사료 작물로 대두되면서 이들 동계작물과 작부체계에 알맞은 사료용 옥수수 품종 및 작부체계의 재배기술에 관한 연구는 미진한 편이다.

따라서 본 시험은 청보리와 옥수수의 작부체계에서 청보리 수확 후에 만파되는 사일리지용 옥수수 품종에 대한 생육특성 및 수량을 비교하고, 적파와 비교하여 수량 감소 요인을 분석코자 하였다.

II. 재료 및 방법

본 시험은 중부지역에서 사료용 옥수수 7품종에 대하여 적기파종과 청보리 청보리 뒷그루로 만파 재배시 생육 및 수량을 비교하고자 충남농업기술원 논포장에서 2007과 2008년 2년 동안 수행하였다.

시험재료는 국내육성 품종인 ‘광평옥’, ‘강다옥’, ‘수원 19호’, ‘청안옥’, ‘장다옥’의 5품종과 수입품종인 ‘P3394’, ‘DK697’의 2품종을 공시하였다. 파종은 적파와 청보리 뒷그루의 만파로 하였는데, 적파는 4월 25일에 60×25 cm로 파종하였고, 만파는 청보리를 5월 25일 수확한 후인 6월 5일에 파종하였다. 시비량은 ha당 질소(N) 200 kg, 인산(P₂O₅) 150 kg, 칼리(K₂O) 150 kg를 사용하였고, 이중 질소비료는 50%를 파종전 기비로 사용하였으며, 나머지 50%는 옥수수 8엽기에 추비로 사용하였다. 시험구 배치는 파종기별 난괴법 3반복으로 하였다.

생육조사는 간장, 착수고, 경직경, 출사기, 도복, 생엽수 등을 조사하였다. 수확은 담근먹이 제조에 알맞은 황숙기에 실시하였는데 구당 4열 가운데 중앙 2열을 예취하여 조사하였다. 건물물은 3개체를 취하여 줄기와 잎 그리고 이삭으로 분리하고 80℃에서 4일간 건조한 후 측정하였고, TDN 수량은 (경엽 건물수량×0.582) + (암이삭 건물수량×0.85)의 계산식(Holland 등, 1990)으로 산출하였다. 이삭같이, 이삭직경, 이삭중 및 백립중은 완전히 성숙된 이삭을 별도로 수확하여 조사하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 사일리지용 옥수수의 생육 특성

사일리지 옥수수 7품종을 시험재료로 하여 적파와 청보리 뒷그루로 파종한 만파재배시 생육특성은 Table 1과 같다.

출사일수는 적파 평균 76일, 청보리 뒷그루 재배 평균 60일로서, 적파에 비하여 청보리 뒷그루 재배시 16일 단축되었다. 품종간에는 5~7일의 차이가 있었고, 품종별로는 장다옥, P3394 품종이 상대적으로 생육기간이 짧았고, 광평옥, 강다옥, 청안옥이 긴 품종에 속하였다. 이와 관련하여 김 등(1999)은 파종시기가 늦을수록 품종간 출사일수의 차이가 적어졌고, 강 등(1985)은 파종기가 늦어질수록 출사일수는 짧아졌으나 출사에서 생리적 성숙기까지의 소요일수는 파종기에 따른 차이가 없었다고 하였으며, Kamara 등(2009)은 파종시기를 늦추면 개화 기간이 길어지고, 응수의 개화와 암이삭의 출사와의 간격이 늘어나 수정되지 않는 개체가 증가한다고 하였다.

간장은 적파 재배시 평균 244 cm, 청보리 뒷그루 재배시 평균 263 cm로서 적파보다 청보리 뒷그루 재배에서 컸는데, 이는 생육에 지장을 초래하는 기상재해가 없었을 뿐만 아니라 만파에 의한 수량감소를 우려하여 적파에 비하여

Table 1. Comparisons of agronomic characteristics of corn hybrids as affected by delayed planting at paddy field in middle region

Hybrid	Days to tasseling (Days)		Stem height (cm)		Stem diameter (mm)		No. of green leaf at harvesting		Lodging ¹⁾ (1~9)	
	25 April	5 June	25 April	5 June	25 April	5 June	25 April	5 June	25 April	5 June
Kwangpyeongok	72	59	263	284	26.1	24.1	13	9	1	1
Gangdaok	78	61	259	272	28.3	24.4	12	10	1	1
Suwon 19	72	56	229	252	25.9	23.6	7	5	1	1
Cheonganok	74	59	229	248	26.8	21.4	10	8	1	1
Jangdaok	75	53	237	273	24.5	23.0	8	9	1	1
P3394	71	55	250	259	23.5	21.6	11	7	1	1
DK697	74	58	243	253	26.9	22.7	13	10	1	1
Mean	74	57	244	263	26.0	23.0	11	8	1	1

¹⁾ Lodging : 1 = strong, 9 = poor.

재식밀도를 높인 결과로 사료되었다. 일반적으로 간장은 파종시기가 늦을수록 짧아지지만(이 등, 1981), 증가되었거나 비슷하였다는 보고(이 등, 2004; 조 등, 1983)도 있는 것으로 볼 때 간장은 재배환경의 영향을 많이 받는 것으로 판단되었다. 품종별로는 청보리 뒷그루 재배시 광평옥이 크고 청안옥과 수원 19호가 작았는데 그 차이는 약 32~36 cm 이었다. 경직경은 4월 25일 파종시 평균 26.0 mm, 만파시 평균 23.0 mm로서 만파에 의하여 경직경은 감소되었고, 이러한 결과는 만파한 옥수수에서 흔히 관찰되는 현상으로서 파종시기가 늦어질수록 줄기의 굵기가 가늘어지는 등의 현상은 고온에서 식물의 성장과 발달이 촉진되기 때문으로 사료되었다. 한편 임 등(1991)은 사료용 옥수수의 2기작 재배 또는 작부체계에 유리한 품종은 단기다수성이면서 만파적응성이 높아야 하는데 조숙품종이 만파에 따른 간장과 착수고의 변화가 적었다고 하였고, Alessi와 Power(1975), Howell 등(1998)은 단기성 품종을 이용하여 기상조건이 불리한 지역에서 재배적응성을 검토하기도

하였다.

사일리지용 옥수수는 종실용에 비하여 밀식할 뿐만 아니라 식물체 전체를 이용하기 때문에 후기녹체성과 도복 저항성은 품종을 선정하는데 중요한 지표가 된다. 파종시기에 따른 품종별 후기녹체성을 비교하기 위하여 황숙기에 녹색을 유지한 생엽수를 조사한 결과 적파 평균 11매, 청보리 뒷그루 재배 8매로서 청보리 뒷그루 재배시 후기녹체성이 상대적으로 저하되었고, 품종별로는 강다옥, DK697 등이 양호하였으며, 수원 19호, P3394 등이 낮았다. 도복은 적파나 청보리 뒷그루 재배 모두 발생하지 않았는데 이는 시험지역인 충남에 2007년과 2008년 동안 큰 태풍이나 강우가 발생하지 않았기 때문이었다. 일반적으로 사일리지용 옥수수는 서리 피해가 없는 조건에서 파종시기가 빠르면 빠를수록 수량이 높을 뿐만 아니라 8월 중 태풍의 피해가 발생하기 전에 수확할 수 있다(김 등, 1999; 이 등, 1981). 그러나 일반적으로 청보리 뒷그루로 재배한 옥수수는 대개 9월 상순에 황숙기에 도달함으로써 생육중 태풍이나

강우 등을 고려하여 도복저항성이 큰 품종을 선발할 필요가 있었다.

2. 파종시기에 따른 부위별 구성비율 변화

국내 육성 및 수입종 사일리지용 옥수수 7품종에 대하여 지상부에서 줄기와 이삭으로 각각 분리하고 건물중을 조사한 후 부위별 구성비율을 계산한 결과는 Fig. 1과 같다.

사일리지용 옥수수는 가소화양분총량의 61.2%가 암이삭에서 유래하므로 암이삭의 비율이 높고 후기녹체성이 높게 유지되는 품종이 유리하다 (Phipps와 Wilkinson, 1985). 파종기별로 보면 4월 25일 적기 파종은 잎과 줄기의 비율 평균 44.3%, 이삭 55.6%이었으나, 6월 5일 파종은 잎과 줄기 비율 평균 46.5%, 이삭 53.5%로서 만파시 이삭비율이 줄어들고 잎과 줄기 비율은 증가되었다. 품종별로 보면 4월 25일 파종에서 장다옥과 P3394는 이삭비율이 높았고, 강다옥은 낮은 품종에 속하였다. 6월 5일 파종에서 이삭비율이 높았던 품종은 청안옥, P3394, DK697 등이었고, 강다옥은 줄기와 잎의 비율이 높았다. 적파 대비 만파에서 이삭비율의 변화가 적었던 품종은 강다옥과 청안옥 이었고, 장다옥은 만파시 이삭의 비율이 크게 낮아져 다른 품종에 비하여 만파 적응성이 매우 낮았다. 이와 관련하여 손 등 (2006)은 외국 도입품

종에 비하여 국내육성 품종들은 이삭비율이 낮았음을 지적하였고, 김 등 (1999)은 사일리지용 옥수수 7품종에 대하여 적기와 만기 파종에서 암이삭의 비율이 높은 품종이 건물수량과 TDN 수량이 높다고 하였으며, 임 등 (1991)은 만파 적응성 품종의 주요특성으로 이삭비율의 차이를 예로 들었다.

3. 사일리지 옥수수의 수량

국내 육성 및 도입종 사일리지용 옥수수 7품종에 대하여 적파와 만파 두 파종시기에 비교한 청예수량, 건물수량 및 TDN 수량은 Table 2와 같다.

수확시기는 생리적 성숙기인 황숙기로서 4월 25일 파종은 8월 18일, 6월 5일 파종은 9월 9일에 수확되었다. 청예수량, 건물수량 및 TDN 수량은 적파 또는 청보리 뒷그루 만파에서 품종간 차이가 인정되는 경향이었고, 적파에 비하여 청보리 뒷그루 만파에서 변이계수 (C.V.)가 높은 경향이였다. 즉 시험에 공시된 품종들은 적기파종 조건에서 선발된 품종이므로 이들 품종을 적파하면 품종간 변이가 크지 않았지만 만파하면 품종간 차이가 크게 나타났다. 청예수량은 4월 24일 파종시 평균 67,729 kg/ha, 6월 5일 파종시 62,170 kg/ha로서 청보리 뒷그루 재배시 약 8.2% 감소되었고, 품종별로 보면 적파

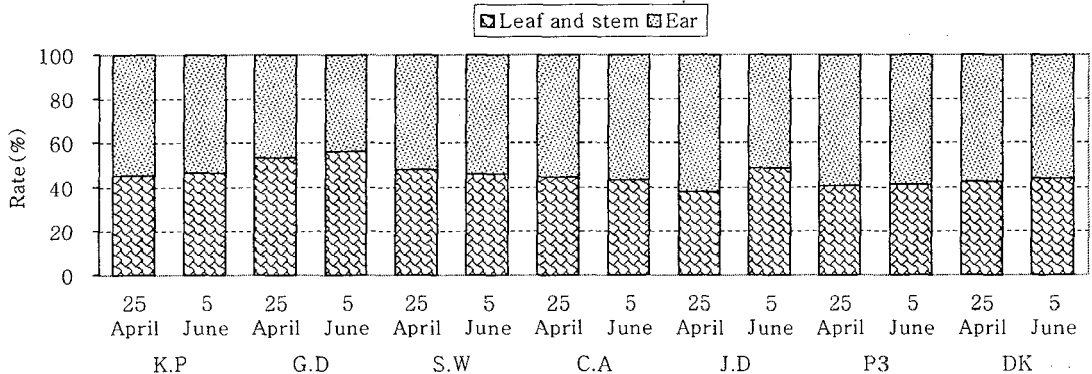


Fig. 1. Comparison of plant composition of corn hybrids as affected by planting dates at paddy field in middle region. K.P = Kwangpyeongok, G.D = Gangdaok, S.W = Suwon 19, C.A = Cheonganok, J.D = Jangdaok, P3 = P3394, DK = DK697.

Table 2. Comparisons of yield of corn hybrids as affected by planting dates at paddy field in middle region

Hybrid	Fresh yield(kg/ha)		Dry matter(kg/ha)		TDN(kg/ha)	
	25 April	5 June	25 April	5 June	25 April	5 June
Kwangpyeongok	69,880 ^{ab}	65,670 ^{ab}	21,950 ^{ab}	16,310 ^{ab}	15,250 ^a	10,610 ^{ab}
Gangdaok	74,970 ^a	70,850 ^a	23,680 ^a	18,350 ^a	15,930 ^a	11,720 ^a
Suwon 19	63,480 ^b	61,410 ^{ab}	22,310 ^{ab}	16,740 ^{ab}	15,490 ^a	10,970 ^a
Cheonganok	65,430 ^{ab}	55,750 ^b	19,720 ^b	14,560 ^{ab}	13,790 ^a	9,730 ^{ab}
Jangdaok	70,050 ^{ab}	66,170 ^{ab}	20,950 ^{ab}	13,760 ^b	14,710 ^a	8,770 ^b
P3394	61,320 ^b	58,310 ^{ab}	20,550 ^{ab}	15,700 ^{ab}	14,880 ^a	10,680 ^{ab}
DK697	68,970 ^{ab}	57,030 ^b	22,950 ^a	14,940 ^{ab}	16,160 ^a	9,800 ^{ab}
Mean	67,729	62,170	21,730	15,766	15,173	10,326
Year (Y)	**	ns	ns	ns	**	ns
Hybrid (H)	**	**	*	*	ns	**
Y × H	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	7.4	10.5	8.7	13.0	9.0	10.3

ns : not significant, * and ** : significant at 5% and 1% level, respectively.

재배시 강다옥, 광평옥, 장다옥, 청보리 뒷그루 재배시 강다옥, 광평옥 등에서 수량이 높았다. 건물수량은 적과 평균 21,730 kg/ha, 맥후작 평균 15,766 kg/ha로서 청보리 뒷그루 재배시 약 27.4% 감소되었고, 품종별로 보면 적과 재배시 강다옥과 DK697, 청보리 뒷그루 재배시 강다옥과 수원 19호 등에서 수량이 높았다. TDN 수량은 적과 재배 평균 15,173 kg/ha, 만파 10,326 kg/ha로서 청보리 뒷그루 재배에 의하여 31.9% 감소되었고, 품종별로 보면 적과 재배시 강다옥, DK697, 청보리 뒷그루 재배시 강다옥에서 수량이 높았다.

적과재배의 수량을 대비로 하여 청보리 뒷그루로 만파했을 때 수량의 감소를 백분율로 나타낸 것은 Table 3과 같다.

청보리 뒷그루로 만파하면 적과에 비하여 청예수량은 평균 91.8%, 총건물수량 72.6%, 경엽 건물수량 89.7%, 종실수량 51.0%, TDN 수량은 68.0% 수준으로서 감소되었는데, 청예수량과 경엽 건물수량은 감소율이 상대적으로 적은 경향이었고, 종실수량의 감소 폭이 가장 컸으며,

TDN 수량도 감소 폭도 큰 편이었다. 품종별로 청예수량은 청안옥과 DK697에서 감소 폭이 컸고, 건물수량은 장다옥과 DK697, 경엽 건물수량은 청안옥과 DK697, 종실수량과 TDN 수량은 장다옥과 DK697에서 감소 폭이 컸다. 따라서 적과재배를 기준으로 볼 때 청보리 뒷그루로 만파시 수량변화가 적었던 품종은 종실수량에서는 청안옥이었고, 건물수량과 TDN 수량에서는 강다옥과 P3394이었다. 강다옥은 반경립종 품종으로서 다른 품종에 비하여 줄기의 비율이 높고 이삭의 비율이 낮은 품종이었는데 이것이 만파에 의하여 종실수량의 감소 폭이 적었던 이유로 판단되었다. 만파에 의하여 수량감소가 큰 품종은 장다옥으로서 종실수량이 큰 폭으로 감소하여 결과적으로 건물수량과 TDN 수량의 감소가 매우 컸다. 따라서 사일리지 옥수수는 파종기가 늦어질수록 종실수량이 큰 폭으로 감소되고(조 등, 1983), 파종이 지연될수록 암이삭이 형성되지 못하는 개체의 증가와 이삭당 립수의 감소가 종실수량의 감소 원인이므로(이 등, 1981), 종실수량의 감소가 적

Table 3. Reduction rate of yield of corn hybrids as affected by the delayed planting compared to the planting at optimum season at paddy field in middle region

Hybrid	Fresh	Dry matter	Stover	Grain	TDN
..... %					
Kwangpyeongok	94.0	74.3	88.0	53.8	69.6
Gangdaok	94.5	77.5	92.4	55.1	73.6
Suwon 19	96.7	75.1	92.1	52.8	70.8
Cheonganok	85.2	73.8	82.7	60.7	70.6
Jangdaok	94.5	65.7	97.6	30.8	59.6
P3394	95.1	76.4	93.7	57.8	71.7
DK697	82.7	65.1	81.4	45.7	60.6
Mean	93.3	73.8	91.1	51.8	69.3

은 품종을 선발하는 것이 청보리 뒷그루 재배 품종으로 유리할 것으로 판단되었다.

사일리지용 옥수수에서 만파시 종실수량의 감소가 가장 큰 문제요인이므로 이를 이삭의 크기와 무게에서 분석코자 하였는데, 적파 대비 만파시 감소비율을 나타낸 것은 Table 4와 같다.

이삭은 청보리 뒷그루로 만파하면 적파에 비하여 이삭길이 평균 89.2%, 이삭직경 92.7%, 100립중 79.9%, 이삭중 75.9%, 이삭당 립수 84.4% 수준으로 감소되었다. 즉 옥수수 이삭과

관련된 수량구성요소는 파종기가 늦어질수록 감소되었는데 그 정도는 무게와 관련된 형질이 길이와 관련된 형질보다 상대적으로 크게 나타났다고, 이는 상대적으로 짧아진 생육기간과 고온기 생장에 기인하는 것으로 판단되었다. 이와 관련하여 Cirilo와 Andrade (1996)는 만파하면 이삭당 배유의 세포수는 파종기에 따른 차이가 없었지만 종실의 비대일수와 효율이 감소되고, 종실 비대기간중 작물생장률이 낮아져 이삭무게가 낮아진다고 하였고, Cirilo와 Andrade (1994)는 파종시기에 따른 이삭의 자성소수

Table 4. Decreased percentage of ear characteristics of corn hybrids as affected by late planting compared to the planting at optimum season on paddy field in middle region

Hybrid	Ear length	Ear diameter	100 grain wt.	Ear wt.	No. of grain per a ear
..... %					
Kwangpyeongok	85.8	91.6	74.8	76.4	84.3
Gangdaok	90.0	98.3	87.4	90.8	92.1
Suwon 19	90.5	90.4	81.1	74.1	83.7
Cheonganok	96.3	92.2	77.8	77.0	87.4
Jangdaok	83.9	89.1	79.8	64.4	79.6
P3394	87.4	97.1	79.7	80.3	93.6
DK697	90.4	90.4	78.5	68.0	85.7
Mean	76.3	93.1	80.1	77.2	81.4

(spikelets)의 수는 유의적인 차이가 없고, 만파에 의하여 종실의 발육부전이 이삭의 종실수를 결정짓는 주요인이라고 하였다. 만파에 의하여 이삭관련 형질에서 감소비율이 적었던 품종은 이삭길이는 청안옥, 이삭직경은 강다옥과 P3394, 100립중은 광평옥, 이삭중은 강다옥, 이삭당 립수는 강다옥과 P3394 등이었다. 따라서 적파에 비하여 청보리 뒷그루로 만파하면 강다옥과 P3395 품종이 다른 품종에 비하여 이삭직경, 100립중 및 이삭중, 이삭당 립수 등 수량구성 요소의 감소비율이 상대적으로 낮은 품종에 속하였다.

IV. 요약

청보리와 사료용 옥수수 작부체계에서 청보리 수확 후 만파한 사일리지 옥수수 7품종에 대하여 생육 및 수량을 적파재배와 비교하고자 2007년과 2008년 충남농업기술원에서 수행하였다. 청보리 뒷그루로 옥수수를 만파하면 생육기간의 단축과 고온기 생육으로 인하여 경직경과 이삭의 크기와 무게가 크게 감소되었다. 적파에 비하여 만파시 지상부 전체 건물중에서 잎과 줄기의 구성비율이 증가되고 압이삭의 비율이 감소되었는데, 그 정도는 품종간 차이가 있었다. 청예수량, 건물수량 및 TDN 수량은 적파에 비하여 청보리 뒷그루로 만파시 변이계수가 높았다. 적파를 대비로 할 때 만파재배시 청예수량 91.8%, 건물수량 72.6%, 종실수량 51.0%, TDN 수량 68.1% 수준으로서 종실수량의 감소폭이 가장 컸고, 이로 인하여 TDN 수량이 크게 감소되었으며, 청예수량은 감소폭이 가장 적었다. 청보리 뒷그루로 만파 재배시 건물수량과 TDN 수량이 높은 품종은 강다옥으로서 다른 품종에 비하여 이삭의 크기와 무게의 감소폭이 적었다. 따라서 청보리 뒷그루로 만파하면 경엽 건물수량에 비하여 종실수량의 감소폭이 크므로 총 건물수량을 확보하기 위해서는 파종기 이동에 의하여 이삭의 크기와 무게에서

변화가 적은 품종을 선정할 필요가 있었다.

V. 인용문헌

1. 강정훈, 이호진, 박병훈. 1985. 파종기 이동에 따른 Silage 옥수수의 생장해석. 한초지 5(3):212-219.
2. 고영두, 문영식, 최낙민. 1986. 국산 및 도입 옥수수의 특성과 생산성에 관한 연구. 한초지 6(1):14-18.
3. 김종덕, 김동암, 박형수, 김수근. 1999. 파종시기 및 품종이 사일리지용 옥수수의 수량과 사료가치에 미치는 영향. I. 옥수수의 생육특성 및 사초수량. 한초지 19(3):211-220.
4. 김창호, 박상철, 이효원, 강희경. 1998. Silage용 옥수수의 생육특성, 수량 및 생장해석의 품종간 비교. 한초지 18(2):79-88.
5. 농림수산식품부. 2009. 농림수산물주요통계. p. 334.
6. 손범영, 문현귀, 정태욱, 김시주, 김종덕. 2006. 국내육성 사일리지 옥수수의 일반 생육특성 및 사료가치의 품종간 차이. 한작지 51(3):233-238.
7. 이석순, 박근용, 정승근. 1981. 파종기가 종실 및 싸일레이지 옥수수의 생육기간 및 수량에 미치는 영향. 한작지 26(4):337-343.
8. 이석순, 윤상희, 서정문, 양승규, 민황기, 류시환, 박종렬, 김순권. 2004. 국내 육성 및 수입 옥수수 품종의 사일리지 생산성. 한초지 24(4):323-334.
9. 이석순, 이진모. 1989. 흑조위축병이 심한 남부지역에서 옥수수를 중심으로 한 사료작물 작부체계. 한작지 34(1):30-39.
10. 이종경, 박형수, 김영근, 정종원, 나기준, 김문철, 이성철, 육완방. 2004. 고랭지에서 파종시기 및 수확시기가 사일리지용 옥수수의 생육특성, 건물수량 및 사료가치에 미치는 영향. 한초지 24(2):115-122.
11. 임근발, 양종성, 한홍전, 최영원. 1991. 조숙 옥수수에 의한 사료작물 작부체계 구성. I. 조숙 옥수수 품종의 만파적응성. 한초지 11(2):137-142.
12. 조재영, 권혁지, 강영길, 정승근. 1983. 파종기와 재식밀도가 단교잡종 옥수수의 생육 및 종실수량에 미치는 영향. 한작지 28(2):227-232.
13. 지희정, 이종경, 김기용, 윤세형, 임영철, 권오도, 이희봉. 2009. 남부지역 논에서 사일리지용 옥수수 품종의 생육특성, 생산성 및 품질 비교. 초지

- 사료지 29(1):13-18.
14. 한인규, 김동압, 조무환, 한건준. 1995. 최대 사일리지 생산을 위한 옥수수 및 추파 사료작물의 작부조합. *한축지* 37(6):669-676.
 15. Alessi, J. and J.F. Power. 1975. Response of early-maturing corn hybrid to planting date and population in northern plains. *Agron. J.* 67:762-765.
 16. Cirilo, A.G. and F.H. Andrade. 1994. Sowing date and maize productivity: II. Kernel number determination. *Crop Sci.* 34(4):1044-1046.
 17. Cirilo, A.G. and F.H. Andrade. 1996. Sowing date and kernel weight in maize. *Crop Sci.* 36(2):325-331.
 18. 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., Des Moines, IA.
 19. Howell, T.A., J.A. Tolk, A.D. Schneider and S.R. Evett. 1998. Evapotranspiration, yield, and water use efficiency of corn hybrids differing in maturity. *Agron. J.* 90(1):3-9.
 20. Kamara, A.Y., F. Ekeleme, D. Chikoye and L.O. Omoigui. 2009. Planting date and cultivar effects on grain yield in dryland corn production. *Agron. J.* 101(1):91-98.
 21. Phipps, R. and M. Wilkinson. 1985. *Maize silage.* Chalcombe Publications, Bucks SL7 3PU.
- (접수일: 2009년 12월 4일, 수정일 1차: 2009년 12월 17일, 수정일 2차: 2010년 1월 27일, 게재확정일: 2010년 2월 8일)