

중 · 북부 및 제주지역에 적합한 사일리지용 옥수수의 우량품종 평가

김동암 · 고서봉* · 권찬호** · 김문철*** · 한건준 · 김종덕 · 이광녕 · 신동은 · 김종근

Evaluation of Early Maturing and Superior Performance Corn Hybrids for Silage in the Central North and Cheju Regions

D. A. Kim, S. B. Koh*, C. H. Kwon**, M. C. Kim***, K. J. Han, J. D. Kim, K. N. Lee,

D. U. Shin and J. K. Kim

Summary

Corn (*Zea mays* L.) hybrid is recognized as the principal crop in a double-cropping system. Rye (*Secale cereale* L.), seeded after corn hybrid harvest, is the second crop in the system. Under this forage production system, corn planting is mostly delayed beyond mid-May due to delayed rye harvest on May, but the corn should be harvested until mid-August before the autumn rain started. It is for this reason that early maturing corn hybrids are preferred for silage crops in this system.

Twenty eight cultivars of early maturing corn hybrids evaluated in this experiment at three locations (Suweon, Sunghwan and Cheju) for 3 yr(1994-1996) were compared for agronomic characteristics, forage yield and quality. Among the corn hybrids tested, DK501 and GL499 were recommended as the government superior corn hybrids due to their promising agronomic traits, such as short plant and ear heights, adequate dry matter percentage for silage on mid-August, good staygreen along with good lodging and disease resistance, better ear retention, similar yield compared to the control hybrid, Suweon 19 and above average stover quality.

I. 서 론

낙농가들은 사일리지 제조용으로 옥수수를 4월 중에 파종하여 가을장마와 태풍이 시작되기 전인 8월 중순경에 수확하고 있으며 이 때에 농가들이 재배하는 옥수수는 주로 중생에서 만생의 숙기를 가진 품종들이다(김, 1996).

그러나 옥수수를 4월 중에 일찍 파종할 수 없을

때, 즉 옥수수가 호밀과 조합된 연간 2모작의 조사료 생산체계 하에서는 옥수수의 파종은 호밀의 수확 때문에 5월 중~하순으로 지연된다. 그런데 이때에 기존의 옥수수 품종을 5월 중~하순에 심어 8월 중순에 사일리지로 제조하는 것은 숙기가 늦은 옥수수의 특성 때문에 불가능하다(김 등, 1996). 따라서 본 시험은 호밀 수확후 후작으로 옥수수를 5월 중순에 늦게 심을 때에도 8월 중순에 사일리지 제조가 가능한

“이 논문은 1994년도 한국학술진흥재단의 공모과제 연구비에 의하여 연구되었음.”

서울대 농업생명과학대학 (College of Agric. & Life Sciences, SNU, Suweon 441-744, Korea)

* 제주농시, ** 연암축산전문대, *** 제주대

숙기를 가진 조생품종의 옥수수를 선발하여 낙농가에게 보급할 목적으로 지역수와 기간을 증가시키는데 초점을 맞추어(Bradley 등, 1988) 3개 지역에서 3년간에 걸쳐 수행되었다.

II. 재료 및 방법

본 시험은 임 등(1988)의 작부체계 기후지대 구분 에 따라 중북부 서해안지대에 속한 경기 수원과 중남부 서해안지대에 속한 충남 성환 그리고 남부 해안지대에 속한 제주에서 1994년부터 1996년까지 3개년간에 걸쳐 수행되었다. 본 시험에서 공시된 옥수수 품종은 상대숙도가 70~105일 범위내에 있는 조생종의 옥수수였다. 시험 1차년도에는 수원19호 옥수수를 대조품종으로 하여 미국과 유럽에서 도입된 28종의 조생종 옥수수가 비교되었고 이 중에서 적응성과 생산능력이 높은 5개 품종이 선발되었다. 그러나 2차년도에는 1년차 시험결과 선발된 5개 품종과 8개의 신품종이 추가되어 총 14개 품종이 다시 비교

되었다. 최종년도인 3년차에는 1년차에 선발된 5개 품종과 2년차에 선발된 3개 품종 그리고 3개의 신품종이 추가되어 총 12개 품종이 비교되었다. 시험은 품종을 하나의 처리로 한 난괴법으로 설계되었으며 각 시험구는 3반복, 옥수수의 재식밀도는 1994년에는 ha당 66,000주(60cm×25cm)였으며, 1995년과 1996년에는 75,000주(75cm×22cm)였다.

각 시험구의 길이는 5m로 2줄을 심었다. 옥수수는 표 1에서 보는 바와 같이 매년 5월 중순에서 하순 사이에 파종하였으나 제주에서만 예외적으로 2~3차년도에 4월 중순과 하순에 심어 주었다. 이와 같이 제주도에서 2~3년째에 예외적으로 4월 중에 옥수수를 파종하게 된 것은 해당 지역의 낮은 일사량 때문에 8월 중순에 옥수수를 수확하기 위해서는 4월 중순~하순의 파종이 불가피했다(김, 1995).

한편 옥수수의 수확은 대체적으로 8월 20일 장마 시작 전에 하였으나 충남 성환에서 계속된 장마와 제주에서의 일사량 부족 때문에 예외적으로 9월 초순에 수확한 경우도 있었다(표 1).

Table 1. Planting and harvest dates of corn hybrids for three years at three locations.

Location	Planting date			Harvest date		
	1994	1995	1996	1994	1995	1996
	..... day in May .....			..... day in Aug.		
Suweon	20	15	16	18	18	20
Sunghwan	24	24	14	19	5 Sep.	13
Cheju	23	17 Apr.	24 Apr.	3 Sep.	11	13

본 시험에서 옥수수에 대한 ha당 시비량은 기비로서 질소 90kg, 인산 180kg, 칼리 150kg, 구비 20,000kg을 주었고 옥수수가 무릎위로 자랐을 때 질소 90kg을 추비로서 주었으며 소정량의 제조제를 옥수수 파종후에 처리하였다.

옥수수의 생육특성은 서울대 초지학연구실의 관행조사방법에 의해서 조사하였으며 생초수량은 품종별 2줄의 옥수수를 수확한 다음 암이삭과 경엽을 분리하여 조사하였고 건물수량을 얻기 위하여 시험구당 각 반복별로 2주의 옥수수를 시료로 사용하여 65℃의 순환식 열풍건조기에서 5일간 건조하였다. 옥수수 경엽에 대한 ADF 및 NDF 함량은 Van Soest

법(1965)에 의하여 분석하였고 경엽의 RFV는 계산 공식(Linn 및 Martin, 1989)에 의하여 산출하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 각 지역별 생육특성 및 수량

(1) 수원지역

경기도 수원시 소재 서울대 농생대 부설 실험목장의 시험포장에서 3년간에 걸쳐 선발된 옥수수 품종의 생육특성과 사초수량을 비교해 보면 표 2와 같다.

Table 2. Forage performance of early maturing corn hybrids selected at Suweon, three year average (1994~1996).

Hybrid	Days to 50% silk	Height		Resistance		Stay green	RBS DV	%		Forage yield	
		Plant	Ear	Lodging	Disease			Ear	DM	DM	
										kg/ha	
		..... cm .....					%		..... kg/ha		
S-19	66	277	114	7	7	7	2.6	40.5	26.0	15,418	10,644
GL499	62	243	102	8	7	7	1.8	50.3	28.8	15,187	10,893
3845	60	268	91	9	7	7	1.5	53.5	33.2	14,052	10,175
DK501	62	248	81	9	8	8	1.5	49.1	30.2	15,426	11,014
GL559	65	265	115	9	7	7	2.7	49.5	27.7	15,982	11,415
3723	62	283	117	8	7	7	1.5	48.4	31.7	16,229	11,543

Ratings: 9 = Outstanding, 1 = Poor, RBSDV = Rice black streaked dwarf virus.

본 시험에서 새로이 공시된 37 품종중 3년간에 상대적으로 우량하다고 평가되어 선발된 품종은 5개 품종으로 중생종인 수원19호(대조품종) 옥수수와 비교할 때 생육특성과 수량에 있어서 우수한 편이었다. 즉, 숙기는 공시품종이 모두 조생종의 옥수수였기 때문에 출사 소요일이 빨랐고 3723 및 GL559 품종을 제외하고는 초장과 착수고도 낮았으며, 특히 DK501, 3845 및 GL499 품종은 착수고가 낮아 안정감을 보여 주었다. 또한 DK501은 내도복성, 내병성 및 녹색성이 상대적으로 높았으며 암이삭 비율에 있어서 선발된 품종은 48.4~53.5%로 대조품종인 수원19호의 40.5%에 비하여 7.9~13.0%나 더 높았다.

한편 수확시 옥수수의 사일리지 적기와 관계가 깊은 옥수수 식물체의 건물함량은 대조품종인 수원19호가 26%로 사일리지 적기에 도달되지 못한데 비하여 새로 선발된 조생품종은 27.7~33.2%로 사일리지 적기에 도달되었다. Phipps 및 Wilkinson(1985)은 벵커사일로에 저장시 옥수수 사일리지 재료의 건물함량은 27~32%가 적합하다고 하였으며 파이어나 회사 사일리지 관리지침(1987)에 따르면 벵커사일로에 저장시 재료의 건물 함량은 28~32%가 가장 적합하다고 하였다. 또한 옥수수의 TDN 수량은 상대숙도가 90일로 숙기가 빠른 3845 품종을 제외하고는 선발된 모든 품종은 대조품종인 수원19호 보다 2~8%가 더 증수되어 조생품종이지만 높은 수량을 보여 주었다.

(2) 성환지역

충남성환읍 소재 연암축산전문대에서 3년간에 걸쳐 선발된 옥수수 품종의 생육특성과 사초수량을 비교해 보면 표 3과 같다.

출사소요일은 역시 중생종인 수원19호(대조품종)가 66일로 가장 길었고 3845 품종이 가장 짧았으며 기타 선발된 품종은 60~63일로 숙기를 비교하는데 적합한 특성이라고 생각되었다. 착수고는 수원19호가 가장 높았으며 DK501은 79cm로 가장 낮아 안전성을 보여 주었다. 그러나 GL559 및 3723은 선발된 품종중 착수고가 수원지역에서와 같이 높았다. 한편 내도복성은 중생품종인 수원19호 옥수수가 선발된 조생품종보다 낮았고 옥수수의 건강상태를 나타내는 녹색성은 조생인 3845 품종이 상대적으로 낮았으며 3723 품종도 낮았다. 암이삭 비율은 수원지역에서와 같이 중생품종인 수원19호가 41.5%로 가장 낮았으며 선발된 조생종 옥수수는 46.8% 이상으로 상대적으로 높았다. 수확시 옥수수 식물체의 건물함량은 중생종인 수원19호를 포함한 모든 품종이 27.8% 이상으로 사일리지 적기에 도달되었다. 옥수수의 TDN 수량은 성환지역에서는 중생품종인 수원19호(대조품종)에 비하여 선발된 조생품종이 1~9%가 낮았다.

(3) 제주지역

제주시 소재 제주농업시험장 시험포장에서 3년간에 걸쳐 선발된 옥수수 품종의 생육특성과 사초수량을 비교해 보면 표 4와 같다.

Table 3. Forage performance of early maturing corn hybrids selected at Sunghwan, three year average (1994~1996).

Hybrid	Days to 50% silk	Height		Resistance		Stay green	RBS DV	%		Forage yield	
		Plant	Ear	Lodging	Disease			Ear	DM	DM	TDN
		..... cm .....					%			..... kg/ha	
S-19	66	268	113	6	8	8	2.7	41.5	27.8	12,080	8,302
GL499	62	236	93	9	8	7	1.4	49.4	31.3	10,584	7,543
3845	59	248	87	9	7	5	0.6	50.3	31.9	10,768	7,714
DK501	60	241	79	8	8	7	0.8	52.1	33.6	10,993	7,885
GL559	63	254	104	8	8	8	1.8	46.8	29.4	11,016	7,821
3723	60	268	104	8	8	6	2.4	52.3	33.3	11,273	8,120

Table 4. Forage performance of early maturing corn hybrids selected at Cheju, three year average (1994~1996).

Hybrid	Days to 50% silk	Height		Resistance		Stay green	RBS DV	%		Forage yield	
		Plant	Ear	Lodging	Disease			Ear	DM	DM	TDN
		..... cm .....					%			..... kg/ha	
S-19	87	212	96	6	8	7	5.7	37.9	27.5	11,961	8,143
GL499	84	199	79	8	8	7	4.7	45.5	32.2	12,025	8,370
3845	79	201	72	8	8	7	5.9	53.9	37.0	11,535	8,256
DK501	82	191	63	8	8	7	6.9	51.2	32.2	10,305	7,269
GL559	87	204	93	8	8	8	7.8	38.2	32.4	12,207	8,465
3723	76	201	82	9	7	7	3.3	55.5	36.3	9,877	7,085

출사 소요일은 수원19호와 GL559 품종이 87일로 가장 길었으며 상대속도 90일에 속하는 3845 품종은 79일로 속기가 가장 빨라 출사 소요일은 제주에서 재배된 옥수수가 육지에서 재배된 옥수수에 비하여 20일이나 늦었다. 이와 같이 제주 옥수수의 출사 소요일이 길어진 것은 제주지역의 낮은 일사량 때문인 것으로 생각된다(김, 1995). 그러나 초장과 착수고에 있어서는 제주의 옥수수가 육지에서 재배된 옥수수보다 상대적으로 낮았고 특히 DK501, 3845 및 GL499 품종은 착수고가 낮아 안정감을 보여주었다. 그러나 대조품종인 수원19호는 초장과 착수고가 높아 안정감이 낮았으며 따라서 내도복성도 약했다.

또한 사일리지 제조적기와 관계되는 사초의 건물함량을 보면 중생품종인 수원19호 옥수수가 27.5%로서 사일리지 제조적기에 겨우 도달된데 비하여

3845 및 3723 품종은 각각 37.0 및 36.3%로 과속한 편이었다. 이러한 제주지역에 있어서 수확시 사초의 건물함량이 높은 것은 2년간에 걸친 8월 초순의 지역의 한발과 시험포장의 보수력이 낮은 화산회토 토양의 특성 때문인 것으로 생각된다. 한편 선발된 품종의 TDN 수량을 비교하여 보면 DK501 및 3723 품종은 수원19호에 비하여 각각 11 및 13%가 낮았으나 GL559, GL499 및 3845 품종은 1~4%가 더 높았다.

2. 선발된 옥수수의 3개지역 평균 생육특성 및 수량

3개 지역에서 3년간에 걸쳐 선발된 조생종 옥수수 품종의 평균 생육특성과 사초수량은 표 5와 같다.

Table 5. Mean forage performance of early maturing corn hybrids selected at three locations, 1994~1996.

Hybrid	Days to 50% silk	Height		Resistance		Stay green	RBS DV	%		Forage yield	
		Plant	Ear	Lodging	Disease			Ear	DM	DM	TDN
		..... cm .....					%			..... kg/ha	
S-19	73	252	108	6	8	7	3.7	40.0	27.1	13,153	9,030
GL499	69	226	91	8	8	7	2.6	48.4	30.8	12,599	8,935
3845	66	239	83	9	7	6	2.6	52.6	34.0	12,118	8,715
DK501	68	227	74	8	8	7	3.1	50.8	32.0	12,241	8,723
GL559	72	241	104	8	8	8	4.1	44.8	29.8	13,068	9,234
3723	66	251	101	8	7	7	2.4	52.1	33.8	12,460	8,916

선발된 옥수수 품종중 출사 소요일에 있어서는 GL559 품종이 대조품종인 수원19호와 비슷하게 가장 길었고 다른 품종들은 66~69일로 짧았으며 초장과 착수고에 있어서는 DK501, 3845 및 GL499 품종이 가장 낮아 안정감을 보여 주었다. 내도복성은 초장과 착수고가 가장 큰 수원19호(대조품종) 품종이 상대적으로 낮았고 녹체성은 상대속도가 90일인 3845 품종이 상대적으로 낮았다. 그러나 내병성과 흑조위축병은 선발된 품종간에 차이가 없었다.

본 시험에서 흑조위축병 이병률이 상대적으로 낮은 2.4~4.1%를 보여준 것은 만기파종 때문이라고 생각된다(이 및 이, 1987; 최 등, 1991; 김 등, 1996).

옥수수의 암이삭 비율은 3845, 3723 및 DK501 품종이 50.8% 이상으로 높았고 수확시 사초의 건물함량은 수원19호가 겨우 사일리지 적기에 도달된데 비하여 다른 품종들은 충분한 건물함량을 보여주어 가을장마 시작전인 8월 중순에 사일리지 제조가 가능하다고 평가되었다. 한편 옥수수 품종의 TDN 수량을 비교해 보면 중생종인 수원19호(대조품종) 옥수수에 비하여 시험된 품종들은 조생종이었지만 1~3%가 낮았다.

따라서 결론적으로 본 시험에서 선발된 조생종의 옥수수 품종들은 호밀 수확후 후작으로 5월 중순에 파종하여 8월 중순에 사일리지로서 수확이 가능한 품종으로 생각되며 특히 이들 품종중 생육특성과 수량면에서 DK501 및 GL499 품종은 그 우수성이 인정되어 이미 정부의 사일리지용 옥수수 장려품종으

로서 축산농가에 재배되고 있다.

3. 선발된 옥수수 품종의 사료가치

3개 지역에서 3년간에 걸쳐 선발된 옥수수 품종의 경영에 대한 ADF, NDF 및 RFV를 비교해 보면 표 6에서 보는 바와 같다.

Table 6. Mean acid detergent fiber(ADF), neutral detergent fiber(NDF) and relative feed value(RFV) of stover sample of early maturing corn hybrids selected at three locations, 1994~1996.

Hybrid	ADF	NDF	RFV
 %		
S-19	40.0	67.6	80
GL499	40.0	67.6	80
3845	45.0	73.0	69
DK501	40.0	69.8	77
GL559	40.6	68.4	79
3723	44.2	70.0	73

선발된 조생품종중 가장 조생인 상대속도가 90일의 3845 품종은 ADF 및 NDF 함량이 45.0 및 73.0%로 가장 높아 경영의 사료가치가 낮은 것으로 평가되었으며 RFV도 역시 가장 낮았다. 이러한 결과는 3845 품종이 선발된 품종중 가장 조생으로 수확기를 기점으로 성숙도가 가장 빠르기 때문으로 생각된다.

이러한 관계는 Hunt 등(1992) 및 김 등(1996)도 지적한 바 있다.

또한 상대속도가 100일에 속하는 3723 품종도 ADF 및 NDF가 3845 품종 다음으로 높아 상대적으로 품질이 낮았다. 그러나 3723 품종의 사료가치가 낮은 경향은 속기보다는 품종의 특성 때문일 것이라고 생각된다. 한편 S-19, GL499, DK501 및 GL559 품종의 ADF, NDF 및 RFV는 비슷하였고 또한 사초의 사료가치 면에서 이들 품종들은 평균 이상으로 3845 및 3723 품종에 비하여는 상대적으로 높은 것으로 평가되었다.

IV. 적 요

연간 2모작의 작부체계에서 옥수수는 주작물이며 옥수수 수확후 후작으로 심는 호밀은 부작물이다. 이와 같은 작부체계 하에서 후작인 호밀의 5월중 늦어진 수확 때문에 이로 인해 옥수수의 파종은 대체로 5월 중순 이후로 지연된다. 그러나 이와는 달리 옥수수는 가을장마가 시작되기 전인 8월 중순에 수확되어야 하기 때문에 상술한 작부체계에서는 조생종의 옥수수 품종이 사일리지 작물로서 선호되고 있다.

이와 관련하여 3년(1994-1996) 동안에 걸쳐 3개 지역(수원, 성환 및 제주)에서 28종의 조생종 옥수수를 가지고 생육특성, 수량 및 사료가치를 비교하는 시험이 수행되었다.

시험결과 공시품종중 DK501 및 GL499 옥수수는 다음과 같은 조사료로서의 우수한 특성 때문에 정부의 장려품종으로 추천되었다. 즉, DK501 및 GL499 품종은 초장과 착수고가 낮았으며, 8월 중순에 사일리지 제조에 적합한 건물함량을 가졌고 내도복성 및 내병성과 함께 녹체성이 높았다. 암이삭 비율이 높았고 대조품종인 수원19호 옥수수와 비슷한 사초수량을 보여 주었으며 경엽의 사료가치도 평균 이상으로 높았다.

V. 인용문헌

1. 김동암. 1995. 사일리지용 옥수수의 생산기술. p. 1-25. 서울대 농생대 부설 축산과학기술연구소 세미나, 제주, 1995. 8. 11.
2. 김동암. 1996. 연간 2모작과 사일리지용 옥수수 생산기술. p. 3-25. 서울대 농생대 부설 축산과학기술연구소 세미나, 수원, 1996. 8. 6.
3. 김동암, 이광녕, 신동은, 김종덕, 한건준. 1996. 속기가 다른 사일리지용 옥수수의 파종기가 사초의 수량과 사료가치에 미치는 영향. 한초지 16(4):327-337.
4. 이석순, 이진모. 1987. 흑조위축병 발생지역에서 파종기에 따른 silage 옥수수 품종의 생산성, 한작지 32(3):249-255.
5. 임정남, 윤성호, 정영상. 1988. 기상권역별 특성과 작부체계. 농진청 심포지움. p. 125-135.
6. 최상집, 이석순, 백준호. 1991. 흑조위축병이 심한 지역에서 파종기에 따른 사일리지용 옥수수와 수수의 건물 생산성, 한초지 11(2):129-136.
7. Bradley, J.P., K.H. Knittle, and A.F. Troyer. 1988. Statistical method in seed corn product system. J. Prod. Agric. 1(1):34-38.
8. Hunt, C.W., W. Kezar, and R. Vinande. 1992. Yield, chemical composition, and ruminal fermentability of corn whole plant, ear, and stover as affected by hybrid. J. Prod. Agric. 5:286-290.
9. Linn, J.G., and N.P. Martin. 1989. Forage quality tests and interpretation. Minnesota Ext. Serv. AG-FO-2637, Univ. of Minnesota.
10. Phipps, R., and M. Wilkinson. 1985. Maize silage. Chalcombe publications, Bucks SL7 3PU.
11. Van Soest, P.J. 1965. Use of detergents in analysis of fibrous feed. III. Study of effects of heating and drying on yield of fiber and lignin in forages. AOAC. 48:785-790.