

## 여주 및 이천지역 낙농목장 옥수수의 생육특성과 사일리지의 품질

김동암 · 조무환 · 권찬호 · 한건준 · 김종관

### Agronomic Characteristics and Silage Quality of Corn Hybrids Produced from Yoju and Ichon Dairy Farms

D. A. Kim, M. H. Jo, C. H. Kwon, K. J. Han and J. K. Kim

#### Summary

Although corn (*Zea mays* L.) hybrids are now widely grown as a silage crop in Korea, but agronomic data and silage quality of the corn hybrids produced from farmer's fields have not been published. Therefore, a research survey assessing forage yield and quality of the corn hybrids was conducted at 8 and 13 dairy farms in 1988 and 1989, respectively, in Yoju and Ichon, Kyeonggi Province.

In 1988, percent ear bearing plants, plant population, ear/total dry matter ratio, percent dry matter and dry matter yield of corn hybrids were 75.3%, 75,826 plants/ha, 38.3%, 23.8% and 12,661 kg/ha, respectively, compared with corresponding values of 79.5%, 79,981 plants/ha, 41.1%, 20.7% and 16,152 kg/ha in 1989, but 11.9% of rice black streaked dwarf virus (RBSDV) was recorded in 1989.

The Flieg's score of corn silage made by dairy farmers ranged from 70 to 100 and averaged 91. The corn silage produced from dairy farms was characterized as a high quality grade. Survey data indicated that late maturing types of corn hybrids with a higher plant population were grown at farmer's fields. As a result, the performances of the corn hybrids produced by farmers were much lower than those of research institutes. Therefore, dairy farmers in the mid-northern regions of Korea should grow more early maturing corn hybrids and use much lower plant population than those of the present.

#### I. 서 론

일정규모 이상의 낙농가들에게 사일리지용 옥수수는 조사료의 수량성, 사료가치 및 낙농경영적인 측면에서 가장 중요한 사료작물로서 그 위치를 구축하게 되었다. 그동안 대학과 시험기관의 옥수수에 대한 지역적응성 시험을 통하여 국산 및 외국산도입 옥수수의 장려품종은 12종에 이르고 있고, 시비량, 파종량, 파종시기 등 재배관리에 관한 시험도 많이 수행되었다. 서울우유협동조합이 1991년에 5,400여개의 조합원 목장을 중심으로 조사료 이용방법을 조사한 결과 옥수수 사일리지의 이용률은 85.5%로서 1990년의 86.8% 보다 1.3%가 감소되는 경향을 보여 주었다(임, 1992). 그러나 실제 사일리지 이용실태를 보면, 사일리지 제조에 필요한 인력란을 겪고 있는 10두

미만의 소규모농가의 이용률은 75.9%에 불과한데 비해 31두 이상의 대규모 농가에서는 93.3% 이상이 사일리지 제조를 위하여 옥수수를 재배하고 있는 것으로 조사되어 우리나라 낙농가는 조사료 생산을 위하여 옥수수를 가장 많이 재배하고 있는 것으로 나타나고 있다. 이와 관련하여 우리나라 낙농가들은 실제로 옥수수를 어떻게 생산하고 이용하고 있으며, 문제점은 무엇인지를 파악하는 것은 기술 지도상의 측면에서나 낙농의 생산성 향상을 위하여 매우 의미가 있는 것으로 생각되며 이에 따라 경기도의 내륙에 위치한 여주 및 이천지역의 낙농가들을 대상으로 1988년과 1989년에 걸쳐 사일리지용 옥수수 생산 및 이용 실태를 조사하게 되었으며 그 결과를 보고하고자 한다.

## II. 재료 및 방법

본 조사연구는 경기도 여주 및 이천지역의 옥수수 재배에 관심이 많은 낙농가를 대상으로 재배조건에 관계없이 1988년에는 8개, 1989년에는 13개 농가에서 실시하였다. 조사 일시는 조사대상 낙농가들과 협의하여 옥수수 수확직전 또는 수확중(1988년은 8월 11일과 12일 1989년은 8월 14일)으로 하였다. 각 농가마다 전체 재배면적을 대표할 수 있는 4곳을 선정하여 외부에서 10m 이상 들어간 곳에서 두 이랑을 5m씩 수확하여 수량을 조사하였고 휴폭 및 포기수를 조사하여 재식밀도 및 단위면적당 수량 계산에 이용하였다. 수량은 암이삭과 대 및 잎을 분리하여 칭량하고 각각의 건물물에 의해 건물수량을 계산한 후 총 건물수량에 의해서 다시 전체의 건물물을 계산하였다. 가소화양분총량(TDN)은 (줄기의 건물수량 $\times$ 0.582)+(암이삭의 건물수량 $\times$ 0.85)의 계산식에 의해 간접평가 하였다.

사일리지의 품질평가 조사를 위하여 1988년도에 수량 조사를 실시한 8개 낙농가를 포함한 10개 낙농가로 부터 1988년 11월에 시료를 수집하였으며 수집된 시료는 냉동상태로 운반 보관하였다. pH 및 VFA의 분석을 위하여 잘 혼합된 냉동 사일리지 50g을 250ml의 증류수에 희석하여 냉장상태에서 산을 용해시킨 후 pH meter를 이용하여 pH를 측정하고 Varian GC를 이용하여 VFA를 분석하였다. 분석된 VFA로 부터 사일리지의 품질을 상대적으로 비교 평가하기 위하여 Flieg's Score를 계산하였다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 생육특성

1988년과 1989년의 2년간에 걸친 여주 및 이천지역 선진 낙농가의 사일리지용 옥수수 재배 실태를 조사한 바에 따르면 옥수수의 생육특성은 표 1 및 2에서 보는 바와 같다. 1988년 8개 농가에서 조사된 옥수수의 수확시 평균 초장은 284cm였고, 1989년에 13개 농가에서 조사된 옥수수의 평균 초장은 316cm로 1989년이 1988년에 비하여 키가 컸다. 그러나 농가에 따라서 1988년에는 261~318cm, 1989년에는 286~345cm의 변이를 보였는데, 이는 품종, 파종밀도, 토양조건 및 재배관리가 서로 다르기 때문인

것으로 생각된다. 수확시 옥수수의 최종주수는 1988년에 ha당 75,826주, 1989년에는 79,981주로 재식밀도가 예상보다 매우 높았다. 옥수수는 재식밀도가 적정밀도보다 높아지면 엽면적이 증가되어 순동화율이 감소하고 광에 대한 경합이 심화되므로 초장과 착수고가 높아지며, 암이삭 착생주율이 감소되고 암이삭의 길이와 굵기가 감소되어(EI-Lakany 및 Russell, 1971) 결국 수량이 감소될 뿐만 아니라 쉽게 도복이 되는 경향이 있다(Aldrich 등, 1986). 또한, 최 등(1985)은 장려품종인 수원 19호의 경우 ha당 44,000~55,000주 일때 청예수량이 가장 높았으며, 초장이 짧고 도복에 강한 횡성옥도 66,000~77,000에서 가장 높은 수량을 보였다고 보고 하였으며, 이 등(1980)도 단교잡종의 파종밀도가 ha당 70,000주 이상이 되면 사일리지의 건물수량이 감소한다고 보고하여 수원 19호, 또는 이보다 숙기가 늦은 품종을 재배할 경우에는 66,000주를 넘지 않는 것이 바람직한 것으로 생각된다. Alessi 및 Power(1974)는 옥수수 품종의 초장, 숙기, 휴폭 등이 株間과 잎의 분포를 좌우하게 되기 때문에 광, 이산화탄소 및 수분의 이용성에 영향을 미치게 된다고 보고하여 적정 재식밀도는 품종에 따라 달라져야 한다는 것을 암시한 바 있다. 높은 파종밀도는 암이삭의 착생주율에도 영향을 미쳐 1988년에는 75.3%, 1989년에는 79.5%의 주수만이 암이삭이 달렸다. 농가에 따라 다소 차이는 있었으나 파종밀도가 높을수록 암이삭의 착생주율이 낮아지는 경향을 보여 ha당 10만 주를 넘게 파종한 M 농가는 58.7%로 가장 낮았으며, 1988년도의 A 및 F 농가, 1989년의 B, D, F, H 및 J 농가를 제외하고는 85% 이하의 낮은 암이삭 착생주율을 보였다. 그러나 1988년과 1989년에 수원지역의 서울대 실험목장 포장에서 재배된 DK729 옥수수 품종의 암이삭 착생주율은 91% 및 99%로 높았으며(김 등, 1992) 이러한 성적에 비하여 낙농가가 재배하는 옥수수의 암이삭 착생주율은 매우 낮은 편이었다. 이와 같은 결과는 농가 포장의 낮은 토양 비옥도와 밀식 재배 때문인 것으로 생각된다. 잎이나 줄기에 비하여 사료 가치가 높은 암이삭의 비율은 1988년에는 26.4~46.5%, 1989년에는 29.6~47.2%로 농가간 심한 차이를 보였다. 따라서 시험재배한 경우 우수품종의 평균 암이삭 비율이 52.1%인 점을 감안하면 옥수수에 있어서 암이삭 비율은 전체적으로

낮은 편이었다. 사일리지의 품질면에서 볼 때 암이삭의 비율은 매우 중요하므로(김, 1992) 암이삭의 비율이 낮은 옥수수종을 가지고 만든 사일리지는 그만큼 품질이 낮아질 수 밖에 없으며 암이삭의 비율을 높이기 위해서는 알맞은 숙기의 품종을 선택하고

적정 파종밀도를 유지하며, 충분한 퇴비와 추비 및 제초작업이 필요할 것으로 생각된다.

한편, 농가에서 재배되고 있는 옥수수의 수확시 건물 함량은 1988년에는 19.7~27.3%의 범위를 보여 8개농가의 평균이 23.8%였고, 1989년에는 18.4%~

Table 1. Agronomic characteristics of corn hybrids in 1988.

Farm	Plant height	Ear bearing plants	Plant population at harvest	Ear	Dry matter
	cm	%	plants ha <sup>-1</sup>	..... % .....	
A	261	85.7	69,993	46.5	26.8
B	302	63.2	63,327	26.4	19.7
C	277	72.4	96,657	34.0	21.0
D	290	76.2	69,993	45.4	22.9
E	266	69.2	86,658	36.6	27.3
F	318	87.5	53,328	45.8	23.3
G	295	76.0	83,325	37.6	26.9
H	265	72.0	83,325	27.0	22.4
Mean	284	75.3	75,826	38.3	23.8

Table 2. Agronomic characteristics of corn hybrids in 1989.

Farm	Height		Ear bearing plants	Plant population at harvest	Resistance* to diseases	RBSDV	Ear	Dry matter
	plant	ear						
	..... cm .....		%	plants ha <sup>-1</sup>		..... % .....		
A	311	158	74.4	64,074	7	21.1	29.6	18.7
B	286	116	94.1	97,341	9	1.1	47.2	22.0
C	310	111	75.1	84,614	9	0.0	38.5	21.4
D	329	131	91.7	75,949	8	1.1	42.9	21.2
E	311	147	77.8	86,074	7	15.0	43.0	18.9
F	291	135	87.5	64,623	8	9.7	36.6	20.8
G	328	162	72.4	71,665	7	20.4	38.0	19.5
H	328	144	88.5	71,345	9	10.0	42.7	21.3
I	331	154	77.0	77,294	9	11.0	44.8	21.2
J	306	125	86.3	94,004	9	11.5	46.6	23.5
K	331	151	80.0	71,795	9	8.4	45.7	21.1
L	345	142	70.2	79,759	9	29.6	42.1	21.3
M	304	152	58.7	101,221	8	15.6	29.6	18.4
Mean	316	141	79.5	79,981	8	11.9	41.1	20.7

\* Resistance to diseases: 9=good, RBSDV=Rice black streaked dwarf virus.

23.5%로 13개 조사농가 모두 20% 내외를 보여 매우 낮았다. 옥수수 사일리지 재료의 수분함량이 높으면 낙산균과 같은 불량 미생물의 활성이 증가되어 저장 효율이 낮아지며(Gibson 및 Stirling, 1959), 삼출액에 의한 양분의 손실과 건물회수율이 감소될 것이기 때문에, 조사대상 낙농가의 옥수수 수확시기는 너무 이른 것으로 생각된다. 그러나 수확시기를 지연시킬 경우 가을 장마에 의한 기계작업의 어려움, 태풍에 의한 도복 등 기후적인 제약과 후작 관계 등을 고려할 때 옥수수 수확시기를 8월 중순 이후로 늦추는 것은 더욱 어렵다고 할 것이다(조, 1992). 따라서 파종시기와 수확시기가 거의 정해져 있는 조건에서는 기후조건을 고려한 적정 숙기의 품종을 선택하는 것이 수확시 사일리지 제조에 알맞은 건물함량을 얻을 수 있고 단위면적당 최대의 수량도 얻을 수 있을 것으로 생각된다.

1989년에 실시한 조사에서 농가재배 옥수수의 평균 암이삭 높이는 141cm였다. 농가에 따라 재배방법과 토양조건이 서로 달라 직접적인 생육특성의 비교는 어려웠으나 깨씨무늬병, 위조병, 그늘음무늬병을 볼 수 있었다. 옥수수 재배에 있어서 가장 치명적인 병의 하나인 흑조위축병(RBSDV)의 이병률은 0~29.6%로 품종 및 포장의 위치에 따라 차이가 심하였다.

## 2. 사초의 수량

여주 및 이천지역 조사대상 농가의 옥수수에 있어

서 생초, 건물 및 계산식에 의한 가소화양분총량(TDN)은 표 3(1988년)과 표 4(1989년)에서 보는 바와 같다. 1988년에 8개 낙농가가 재배한 옥수수의 ha당 평균 생초수량은 54,053kg, 건물수량은 12,661kg, TDN 수량은 8,620kg 이었으나 1989년에는 각각 77,827kg, 16,152kg, 11,141kg으로 1988년도에 비하여 생초수량은 43.9%, 건물수량은 27.6%, TDN 수량은 29.2%가 증수되었다. 이와 같이 1989년도에 낙농가의 옥수수 수량이 1988년도 보다 높았던 것은 1989년도에는 생육초기인 4월 중순부터 6월 중순까지의 유효적산온도가 높았고 강우가 순조로웠던 것과 또 생육후기에는 비가 적합하게 내렸고 일조량이 높았기 때문인 것으로 생각된다. 그런데 본 조사에서 1988년도의 농가 옥수수 수량은 ha당 12,661kg 이었으나 이러한 결과는 같은 시기에 이천지역의 낙농가 포장에서 김 등(1988)이 옥수수 10개 품종을 가지고 시험을 수행하여 얻은 건물수량의 65.7%에 불과하였다. 따라서 이와 같은 농가 포장에서의 옥수수의 낮은 수량은 옥수수의 생장을 제한하는 연작을 비롯한 많은 요인 때문인 것으로 생각된다. 浦野 등(1953)은 옥수수의 연작에 따른 수량저하 현상을 금비의 연용에 따른 토양의 산성화와 옥수수에 의한 양분의 수탈이 시비에 의해서 보충되지 못하고 있기 때문이라고 지적하였고, 또 Comez Lopez 등(1964)은 옥수수 연작구의 수량은 유효태토양 N의 감소에 수반해서 저하되는 것이라고 보고하였다.

즉, 농가 포장에서 옥수수의 연작은 토양중의 양분

Table 3. Fresh, dry matter and estimated total digestible nutrient(TDN) yields of corn hybrids in 1988.

Farm	Forage yield		
	Fresh	Dry matter	TDN
	kg ha <sup>-1</sup>		
A	38,400	10,251	6,980
B	59,138	11,686	7,611
C	62,879	13,247	8,903
D	63,069	14,443	10,146
E	42,365	11,433	7,977
F	54,840	12,805	9,010
G	55,005	14,673	10,003
H	56,727	12,752	8,328
Mean	54,053	12,661	8,620

함량을 낮게 할 것이고 이러한 결과는 옥수수  
양분흡수를 낮게 하므로서 결과적으로 옥수수의  
수량저하를 가져오는 것이라고 할 수 있을 것이다.  
그런데 Ohkubo(1973)에 따르면 옥수수의 연작체계  
있어서 양분 흡수량의 저하는 단기적으로는 인산의

다량 사용에 의해서 그리고 장기적으로 퇴비의 사용  
에 의해서 해소가 가능하다고 하였다. 따라서 농가포  
장에서 옥수수의 수량을 지속적으로 높여주기 위하  
서는 질소와 칼리 이외에도 인산과 퇴(구)비의 사용  
이 필요할 것으로 생각된다.

Table 4. Fresh, dry matter and estimated total digestible nutrient(TDN) yields of corn hybrids in 1989.

Farm	Forage yield		
	Fresh	Dry matter	TDN
	..... kg ha <sup>-1</sup> .....		
A	69,109	12,835	8,492
B	75,657	11,690	11,808
C	75,128	16,005	10,984
D	81,723	17,394	12,108
E	90,444	17,258	12,024
F	65,508	13,625	9,252
G	70,330	13,758	9,060
H	87,018	18,516	12,875
I	78,237	16,600	11,642
J	76,199	17,886	12,646
K	78,282	16,728	11,763
L	87,241	18,616	12,923
M	75,875	14,061	9,255
Mean	77,827	16,152	11,141

### 3. 사일리지의 품질

표 5는 1988년도 이천 및 여주 지역에서 10개의  
낙농가를 대상으로 옥수수 사일리지를 채취하여  
분석한 결과이다. 사일리지의 평균 건물률은 26.4  
%, 산도(pH)는 3.71 이었으며 플리그 평가점수(flieg's  
score)는 91로 대부분의 낙농가에 있어서 사일리지의  
품질이 매우 우수한 편이었다. 사일리지의 건물률은  
조사대상 낙농가의 대부분이 28% 이하였으며, 25  
% 이하의 농가도 조사대상 농가의 30%에 달하여,  
누집이 발생되지 않는 건물 함량을 30~ 32%라고  
볼 때(Aldrich 등, 1986) 사일리지 제조시 누집에  
의한 건물손실이 있었을 것으로 생각된다. Cummins  
(1970), Byers 및 Ormiston 등(1964)은 옥수수 사일리  
지의 품질은 암이삭이 완전히 성숙될 때까지 계속  
향상된다고 하였으며, 옥수수를 적정숙기보다 일찍

수확하면 암이삭의 감소에 의한 수량의 감소는 물론  
(Crowley 등, 1979) 사일리지의 수분함량이 높아서  
가축에 의한 건물섭취량이 감소한다고 보고하였다  
(Huber 등, 1965). 본 조사에서 옥수수 사일리지의  
건물함량이 낮은 가장 근본적인 원인은 표 1에서와  
같이 재료인 옥수수의 건물함량이 낮았기 때문이라  
고 생각되며, 건물함량이 낮은 재료로 사일리지를  
제조하여야 할 경우에는 건물함량을 높일 수 있는  
첨가제를 사용하므로 누집에 의한 건물손실을 막고  
(Jones, 1988; Moseley 및 Ramanathan, 1989), 발효  
를 개선시킬 수 있으며 가축의 섭취량을 증가시킬  
수 있다(Woolford, 1984). 따라서 상술한 목적을 위하  
여 곡분, 비트펄프 등의 첨가도 생각할 수 있다.  
건물함량이 32.9%로 가장 높았던 C농가의 사일리지  
는 총산에 대한 유산의 비율이 높고(90.4%) pH

가 3.96으로 아주 우수한 사일리지로 판정이 되었으나 수분함량이 22.4%로 가장 낮았던 D농가와 또 다른 H농가의 사일리지는 총 산중 유산의 비율이 낮고(63.6 및 54.8%) 낙산이 검출되어 플리그 점수는 73과 70으로 품질이 다소 떨어지는 사일리지로 평가되었다.

이상과 같이 낙농가를 대상으로 옥수수의 재배와

옥수수의 사일리지 이용실태를 조사한 결과 암이삭 착생주율, 암이삭 비율, 건물함량, 사일리지의 건물함량 및 옥수수 사초의 수량에 있어서 연구기관의 시험조건하에서 얻어진 성적과는 아직도 많은 차이를 나타내고 있어 옥수수 재배기술의 보급과 품종의 선택이 강조되어야 할 것으로 생각된다.

Table 5. Chemical composition of corn silage sampled from Yoju and Ichon dairy farms in 1988.

Farm	DM content	pH	Silage acids			Flieg's score
			Lactic	Acetic	Butyric	
	%		..... % .....			
A	28.0	3.82	3.95	1.17	0.00	95
B	26.0	3.64	3.47	1.95	1.02	83
C	32.9	3.96	1.89	0.20	0.00	100
D	22.4	3.65	2.15	0.96	0.27	73
E	28.0	3.53	5.34	1.07	0.00	100
F	26.9	3.67	3.94	1.13	0.00	95
G	26.3	3.78	3.45	0.72	0.00	100
H	25.4	3.79	1.03	0.85	0.00	70
I	24.3	3.53	3.45	0.81	0.00	100
J	24.2	3.76	4.19	1.66	0.00	95
Mean	26.4	3.71	3.29	1.05	0.03	91

#### IV. 적 요

우리나라에 있어서 사일리지용 옥수수(*Zea mays* L.)는 널리 재배가 되고 있지만 실제로 농가의 포장에서 옥수수의 사초로서 이용에 관한 연구 보고가 없는 실정이다. 따라서 경기도 여주 및 이천에서 1988년에 8개 농가 1989년에 13개 낙농가를 선정하여 사일리지용 옥수수의 재배 실태를 연구 조사하였다. 1988년에 농가생산 옥수수의 암이삭 착생주율은 75.3%, ha당 재식밀도는 75,826주, 암이삭 비율은 38.3% 그리고 수확시 건물물은 23.8%, ha당 건물수량은 12,661kg이었으며 1989년도의 암이삭 착생주율은 79.5%, ha당 재식밀도는 79,981주, 암이삭비율은 41.1%, 건물물은 20.7%, ha당 건물수량은 16,152kg였고 흑조위축병 이병률은 11.9%였다. 그러나 농가가 제조한 옥수수 사일리지의 Flieg's score는 70~

100으로 평균은 91이 되어 품질은 우수한 편이었다. 본 연구조사 결과에 따르면 낙농가는 표준보다 훨씬 높은 재식밀도하에서 만생품종의 옥수수를 재배하고 있었으며 이러한 결과 농가 재배 옥수수의 생산성은 시험기관이 재배하는 옥수수의 생산성보다 낮았다. 따라서 중·북부지방에서는 현재보다 더 조생품종의 옥수수를 재배하여야 하고 옥수수의 재식 밀도도 낮추어야 할 것이다.

#### V. 인용문헌

1. Aldrich, S.R., W.O. Scott, and R.G. Hoeft. 1986. Modern corn production (3rd ed.). A & L Publications, Inc., Station A, Box F, Champaign, Illinois.
2. Alessi, A., and J.F. Power. 1974. Effects of plant

- population, row spacing, and relative maturity on dryland corn in the northern plains. I. Corn forage and grain yield. *Agron. J.* 66:316-319.
3. Byers, J., H. and E.E. Ormiston. 1964. Feeding value of mature corn silage. *J. Dairy Sci.* 47: 707-712.
  4. Comez Lopez, J.A., M. Ramiro and A.C. Mucclung. 1964. Preliminary report on the effect of a rotation with soybean and lucerne on maize production. *Agriculture Trop.* 20:625-635.
  5. Crowley, J.W., N.A. Jorgensen and G.P. Barrington. 1979. Corn silage for the dairy ration. University of Wisconsin-Extension, WIS.
  6. Cummins, D.G. 1970. Quality and yield of corn plants and component parts when harvested for silage at different maturity stages. *Agron. J.* 62:781-784.
  7. El-Lakany, M.A. and W.A. Russell. 1971. Relationship of maize characters with yield in testcrosses of inbreds at different plant densities. *Crop Sci.* 11:698-701.
  8. Gibson, T. and A.C. Stirling. 1959. The bacteriology of silage. N.A.A.S. Quartely Reviews, No. 44, Summer, p. 167-172. In *The silage fermentation*. M. K. Woolford (ed.). 1984. Marcel Dekker, Inc., New York and Basel.
  9. Huber, J.T., G.C. Graf and R.W. Engel. 1965. Effect of maturity on nutritive value of corn silage for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 48:1121.
  10. Jones, D.I.H. 1988. The Effect of cereal incorporation on the fermentation of spring- and autumn-cut silages in laboratory silos. *Grass & Forage Sci.* 43:167-172.
  11. Moseley, G. and V. Ramanathan. 1989. The effect of dry feed additives on the nutritive value of silage. *Grass & Forage Sci.* 44:391-397.
  12. Ohkubo, T. 1973. Agronomic studies on rotation. *Bull. of the Tohoku Nat'l Agric. Expt. Sta. No.* 46.
  13. Woolford, M. K. 1984. *The silage fermentation*. Marcel Dekker, Inc., New York and Basel.
  14. 김동암, 권찬호, 한건준. 1988. 도입 옥수수 품종의 생육특성과 수량비교(미발표).
  15. 김동암, 김원호, 김종관, 권찬호, 한건준, 김종림, 조무환. 1992. 옥수수 연작장해와 대책에 관한 연구. 서울대 농업개발연구소 보고서. p. 1~44.
  16. 김동암. 1992. 사료작물. 그 특성과 재배방법. 선진문화사. 서울. p. 167-198.
  17. 이석순, 박근용, 김순권, 박승희, 문현구, 함영수, 배동호. 1980. 시비량과 재식밀도가 단교잡종 옥수수의 생육과 종실 및 silage 수량에 미치는 영향. *농시보고*. 22(C):128-133.
  18. 임기준. 1992. '91년 목장종합실태 조사분석. 서울우유. 24(9):59-76.
  19. 조무환. 1992. 제2회 양축농가를 위한 축산기수 세미나 자료. 서울대학교 농업생명과학대학 축산과학기술연구소. p. 3-16.
  20. 최병환, 박근용, 황개선, 강영길. 1985. 지대별 청예용 옥수수 재식밀도 구명. 작시 시험연구보고 p. 273-278.
  21. 浦野啓司. 1953. 잡종에 의한 옥수수의 증수재배법. *농업과 원예*. 28:73-78.