

# 사일리지용 옥수수의 생산, 저장 및 이용기술

신 정 남 / 계명문화대

## — 목 차 —

### I. 사일리지용 옥수수의 생산기술

#### 1. 사일리지용 옥수수의 중요성

- 1) 옥수수 사일리지의 경제적 가치
- 2) 옥수수 사일리지의 단위면적당 산유량

#### 2. 재배관리 요점

- 1) 연간 2모작 작부체계와 주·부작물의 선택
- 2) 파종상 준비
  - (1) 파종상 만들기
  - (2) 비료주기
- 3) 파 종
  - (1) 품종의 선택
  - (2) 파종기
  - (3) 재식밀도
  - (4) 파종깊이 및 다져주기
  - (5) 잡초 방제
- 4) 옥수수의 출현, 생육 및 성숙
  - (1) 출 현
  - (2) 생육단계
- 5) 연작피해를 줄이는 방법

## II. 옥수수 사일리지의 제조와 이용기술

### 1. 사일리지용 옥수수의 재배와 적기수확

1) 재배요점

2) 수확 적기

### 2. 양질 사일리지 제조

1) 사일리지의 발효

2) 재료의 수분 함량

3) 재료의 절단 길이

4) 재료 채우기와 다지기

5) 비닐 덮기와 눌러두기

6) 첨가제

### 3. 사일리지의 품질

### 4. 사료가치

1) 사일리지용 옥수수의 성분

2) 옥수수 사일리지의 급여

## I. 사일리지용 옥수수의 생산기술

### 1. 사일리지용 옥수수의 중요성

우리나라에서 옥수수 사일리지는 젖소 사육농가에서 재배하고 있는 사료작물 중 가장 중요하다. 사일리지용 옥수수를 재배하지 않고는 젖소사육이 어렵다고 생각하는 낙농인이 많다. 과거에는 겨울철에만 옥수수 사일리지를 제조하여 급여하였으나, 최근에는 일부의 낙농가들은 연중 사일리지를 급여하는 연중급여체제로 전환하는 농가도 있다. 그런면에서 옥수수 사일리지는 과거 어느때보다 그 중요성이 강조된다.

옥수수 사일리지는 젖소의 양질 조사료로 세계적으로 널리 이용되고 있다. 미국,

캐나다뿐만 아니고 서유럽의 프랑스, 독일 등에서도 1960년대에는 적었던 사일리지용 옥수수의 재배면적이 크게 늘어났으며, 초지를 위주로 낙농을 하던 화란에서도 사일리지용 옥수수의 중요성이 증가되고 있으며, 일본에서도 최근 20년간 그 재배면적이 계속 증가되고 있다.

이와 같이 옥수수 사일리지가 세계적으로 소 사육농가에서 연중급여로 널리 이용되고 있는 이유는 나라마다 실정이 다를 것이다. 우리나라 낙농 여건을 감안해 그 중요성을 요약하면 다음과 같다.

사일리지용 옥수수는 단위면적당 우리가 재배하고 있는 사료작물이나 목초중 가소화영양소총량 생산량이 가장 높기 때문에 사료포면적이 좁은 우리나라 젖소 사육농가에서 중요하다.

사일리지용 옥수수는 적기수확시 수분 함량이 적당하고, 또한 당분과 전분 함량이 높기때문에 사일리지 제조기술이 부족한 농가에서도 쉽게 양질의 사일리지를 만들 수 있으며 저장중 손실도 적다.

옥수수 사일리지는 기호성이 높고 에너지 가치가 높은 양질의 조사료로 고능력우의 사료로 알맞다.

사일리지용 옥수수는 생산, 수확, 저장 및 급여에 이르기까지 기계화가 가능하여 농가노동력이 부족한 현실에서 노동력 절약이 가능하고 노동시간당 생산성이 높은 사료작물이다. 또한 옥수수 사일리지는 짧게 절단되고 수분이 알맞아 사일로에 채우기와 꺼내기 등 취급이 쉽고 혼합사료(TMR) 제조에도 알맞다.

비료를 많이 필요로 하는 사료작물이기 때문에 가축의 분뇨를 다량 이용할 수 있어 구입비료 사용을 줄일 수 있으며 분뇨처리를 쉽게 할 수 있다.

사일리지용 옥수수가 세계적으로나 우리나라에서 가장 중요한 사료작물중의 하나가 된 이유를 요약하면 다음과 같다.

- 단위면적당 최고의 가소화영양소총량 생산
- 기호성이 높고, 품질이 일정한 사료로 고능력우에도 알맞음
- 적기 수확시 즉시 사일리지 제조 가능
- 재배, 수확, 저장, 급여에 이르기까지 기계화에 적합하며 노동생산 효율이 높음
- 사일리지 제조가 쉽고 품질이 좋음

## 1) 옥수수 사일리지의 경제적 가치

사일리지용 옥수수는 단위 면적당 최고의 양분생산이 가능한 사료작물이며 조사료도 부족하고 농후사료의 거의 전량을 수입하는 우리나라 소 사육산업의 경쟁력 확보를 위해서 꼭 필요한 사료작물이다.

옥수수 사일리지는 좋은 품종을 골라 적절히 재배될 때 조사료 특징인 조섬유를 21% 이상 함유하고 농후사료의 특징인 가소화영양소총량(TDN)이 약 69%에 이르기 때문에 우수한 사료작물이다.

옥수수 사일리지 1톤가격을 계산함에 있어서 시중에 유통되는 옥수수의 가격과 유통조사료의 가소화영양소총량(TDN) 가격을 이용하여 계산한 결과는 표1과 같다. 이때 옥수수 사일리지의 건물 함량은 30%, 알곡 비율 33%, 알곡을 제외한 부분의 건물기준 가소화영양소총량은 58%, 농가구입 알곡가격 260원/kg, 농가에서 구입하는 조사료의 가격을 고려하여 줄기 + 잎 등의 TDN 가격은 652원/kg을 참고로 사일리지 1톤 가격을 계산하였다.

〈표 1〉 옥수수 사일리지 1톤 가격

구 분	계 산	가 격
----- kg -----		----- 원 -----
건물량 : 300	$1,000\text{kg} \times 30/100 = 300\text{kg}$	
알 곡 : 99	$300\text{kg} \times 33/100 = 99\text{kg}$	$99 \times 260 = 25,740$
줄기, 잎 등 : 201	$300\text{kg} \times 67/100 = 201\text{kg}$	
TDN(줄기, 잎 등) : 117	$201\text{kg} \times 58/100 = 117\text{kg}$	$117 \times 652 = 76,284$
합 계		102,024원

주) 옥수수가사일리지 건물 함량(%) : 30%, 알곡비율 : 33%, TDN 함량(%, 건물기준, 줄기 + 잎 등) : 58%, 알곡가격 : 260원/kg, TDN(줄기 + 잎 등)가격 : 652원/kg

## 2) 옥수수 사일리지의 단위면적당 산유량

토지 단위면적당 생산된 옥수수 사일리지로 생산 가능한 산유량을 계산해 보면 낙농경영에 있어서 토지의 경제적 이용가치를 알 수 있게 된다. 예를 들면 젖소 체중 600kg, 우유지방 3.5%, 연간 산유량 6,000kg인 젖소가 요구하는 몸유지, 산유, 입

신에 필요한 두당 연간 양분요구량으로 ha당 옥수수 사일리지의 양분생산량을 나누어 산유계수를 구하고 산유계수에 두당 연간 산유량을 곱하면 표 2와 같이 가소화 영양소총량(TDN)을 기준으로 ha당 생산된 옥수수 사일리지로 우유 21,684kg을 생산하게 되는 것을 분석할 수 있다.

〈표 2〉 옥수수가일리지의 ha당 산유량

사일리지 수 량	양분생산량		산 유 계 수		산 유 량	
	TDN	CP	TDN	CP	TDN	CP
	--- kg/ha ---				--- kg/ha ---	
60톤	12,420	148	3,614	0.214	21,684	1,284

- 주) 1) 산유계수 : 1ha당 양분생산량(kg)/두당 연간 양분요구량(kg)  
 2) ha당 산유량(kg) : 산유계수 × 두당연간 산유량(kg)  
 3) 산유량란의 TDN, CP는 유량을 표시함

## 2. 재배관리 요점

### 1) 연간 2모작 작부체계와 주·부작물의 선택

단위면적당 최고의 생산량을 올리기 위해서는 1년에 2번 사료작물을 재배하는 방법이라고 할 수 있다. 이때 주작물과 부작물의 선택은 농가의 사정에 따라 다르겠지만 표 3에서 보는 바와 같이 옥수수는 수수×수단그라스 교잡종보다 건물수량은 6%, TDN 수량은 20%가 높다. 수수×수단그라스 교잡종의 이와 같은 수량은 연간 3회에 걸쳐 일시에 수확했던 수량인데 실제 농가에서는 일시에 수확하여 이용하지 못할 경우를 생각하면 수량차이는 더욱 클 것이다. 이와 같이 사일리지용 옥수수의 중심 작부체계는 증수, 기계화, 규모 확대, 노력 절감, 양질조사료의 연중 안정적 공급, 분뇨의 효율적인 이용관점에서 축우 사육농가에 유리하다고 볼 수 있다.

〈표 3〉 연 2모작 작부체계에서 사료작물의 수량

초 종	건물수량	건물수량 지 수	TDN 수량	TDN 수량 지 수
	-- kg/ha--	-- % --	-- kg/ha --	-- % --
사일리지용 옥수수	17,460	100	12,050	100
수수-수단그라스	16,380	94	9,697	80
호밀(조생)	10,170	58	6,590	55
호밀(만생)	6,490	37	4,744	39
이탈리안라이그라스	7,505	43	4,856	40
연맥(가을)	5,037	29	3,390	28
사초용유채(가을)	5,559	32	4,169	35

옥수수 다음에 재배하는 부작물은 호밀, 연맥, 유채가 있는데 주작물인 옥수수의 수량을 덜 감소시키면서 단위면적당 최고의 수량을 올릴 수 있는 부작물의 선택이 필요하다.

이렇게 보면 연간 2모작 작부체계에서 옥수수 + 호밀(조생종)은 가장 좋은 조합이고 그 다음이 옥수수 + 호밀(만생종), 옥수수 + 유채(가을재배), 옥수수 + 연맥(가을재배) 조합이라고 생각된다. 그러나 5월 가뭄이나 봄에 호밀 수확 후 남은 그루터기와 뿌리가 경운후에 썩으면서 땅중에 질소와 산소부족을 일으키고 유해 물질을 내놓아 옥수수의 발아, 출현, 정착에 지장을 주어 수량을 감소시키게 된다. 그런면에서 옥수수가 적기 파종되어 수량을 높일 수 있는 조합은 옥수수 수확 후 가을에 재배 가능한 유채나 연맥을 심는 것이 바람직하다고 생각된다.

## 2) 파종상 준비

### (1) 파종상 만들기

옥수수에 알맞는 토양은 비옥하며, 토심이 깊고, 유기물 함량이 많고 물빠짐이 좋은 사질 양토이다. 옥수수 뿌리는 약 50cm 정도 깊게 뻗으므로 깊이 갈아주어 뿌리

를 깊게 뺏어 내리게 함으로써 쓰러짐을 방지하고, 연작장애를 감소시킬 수 있다. 파종상은 수분이 많을 때를 피해서 깊이 같아야 하고 흙덩이를 잘게 부수고 흙 고르기를 평평하게 해야 한다. 옥수수를 심는 토양의 PH는 6.2-6.5는 되어야 함으로 이보다 낮을 경우는 석회류를 사용하여 토양산도를 교정해 주어야 한다.

옥수수 재배에 알맞는 땅 및 파종상을 만들 때 주의할 점은 다음과 같다.

- 알맞은 땅은 비옥하며, 토심이 깊고, 유기물이 많고, 물빠짐이 좋은 모래 참흙
- 석회 뿌리기는 땅의 산도(PH) 6.2 이하때
- 퇴비는 ha당 30톤 이상 뿌림, 화학비료는 씨앗 심기 직전에 뿌림
- 땅을 깊이 갈아주므로 가뭄, 쓰러짐, 연작 장애가 방지되므로 수량 증가
- 흙을 잘게 부수고 파종상을 평평하게

## (2) 비료주기

옥수수는 많은 비료를 요구하는 작물이므로 적기에 적당량의 비료를 주어야 수량을 높일 수 있다. 토양의 비옥도, 퇴구비 사용량에 따라 다르나 일반적으로 ha당 (3000평) 3요소 혹은 복합비료의 주는 양을 요약하면 다음 표 4와 같다.

〈표 4〉 사일리지용 옥수수의 ha당 비료권장량

비 료	밀 거 림	웃 거 림	총비료량
----- kg/ha -----			
요 소	109-163	109-163	218-326
용성인비	750-1,000	-	750-1000
염화칼리	167-250	-	167-250
복합비료	238-357	238-357	476-714
퇴 비	30-50톤	-	30-50톤

주) 복합비료(21-17-17)

옥수수 ha당 50톤(건물15톤)을 생산하기 위해서는 퇴비 30-50톤, 요소 218-326kg (질소성분:100-150kg), 용성인비 750-1,000kg(인산성분:150-200kg), 염화칼리 167-251kg (칼리성분:100-150kg) 및 석회 1톤 정도를 주는 것이 좋을 것으로 생각된다. 이때 요소 ½량, 칼리 및 인산 전량은 밑거름으로 주고 나머지 요소 ½량은 옥수수가 무릎 정도로 자랐을 때 이랑사이에 웃거름으로 준다. 복합비료(21-17-17)를 줄 때는 476-714kg이 필요하다.

### 3) 파 종

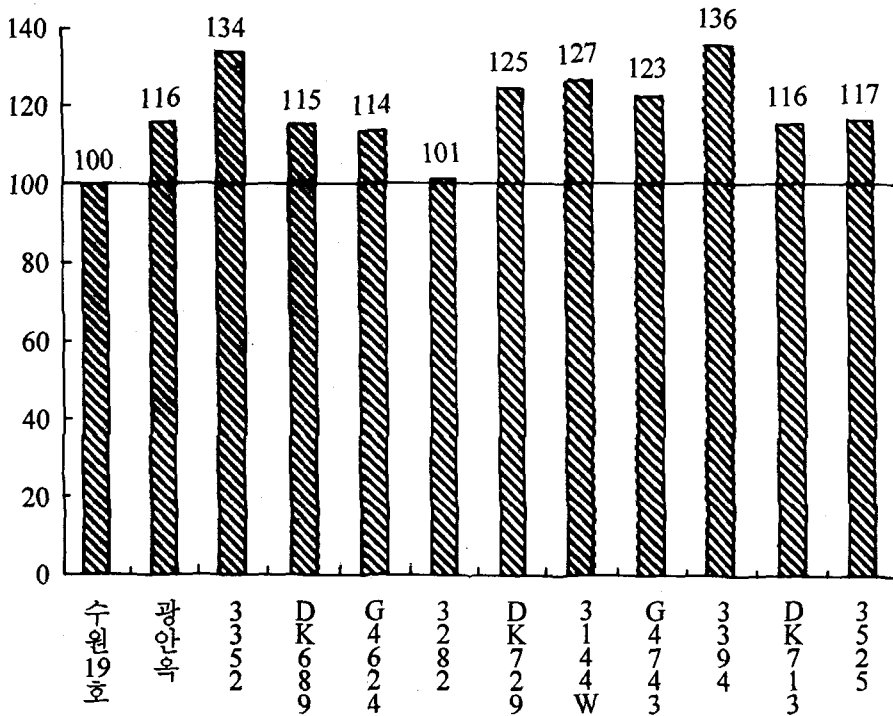
#### (1) 품종의 선택

현재 축우사육 농민들이 유관기관이나 대리점을 통해 실제 구입이 가능한 사일리지용 옥수수의 장려품종은 국내산 3종과 미국산을 합하여 총 20여종이다. 그러나 이 품종이 수량이나 생육특성이 다르기 때문에 품종선택에 유의해야 한다. 옥수수의 품종은 사일리지의 수량, 양분 함량 및 품질에 크게 영향을 미치기 때문에 생산비를 낮추고 수익을 올리는데 대단히 중요한 요인이 된다. 품종에 대한 지식이 부족한 농민들이 쉽게 품종선택을 할 수 없으므로 믿을 만한 사일리지용 옥수수의 생산성 검증시험 결과를 이용하는 것이 좋다.

① 가소화 영양소총량(TDN)의 수량이 높은 것 : 단위면적당 최고의 수량을 거두는 것이 사일리지 생산비 절감으로 소득을 올리는 지름길이므로 수량은 옥수수 품종선택시 가장 중요한 특성이다. 1993년과 1995년에 전국 5개 지역에서 2년간(3394, DK713 품종은 5개지역 1년 시험성적이며 3525 품종은 2개 지역 3년간 시험성적) 시험한 사일리지용 옥수수 정부 장려품종의 가소화 영양소총량(TDN) 수량지수(%)는 그림 1 과 같다.

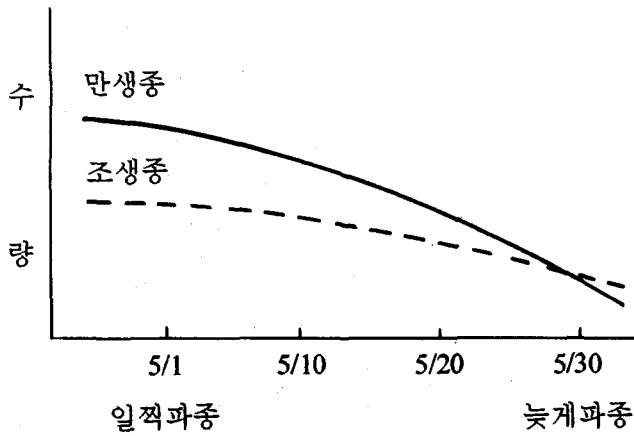


가소화영양소총량(TDN)수량지수(%)



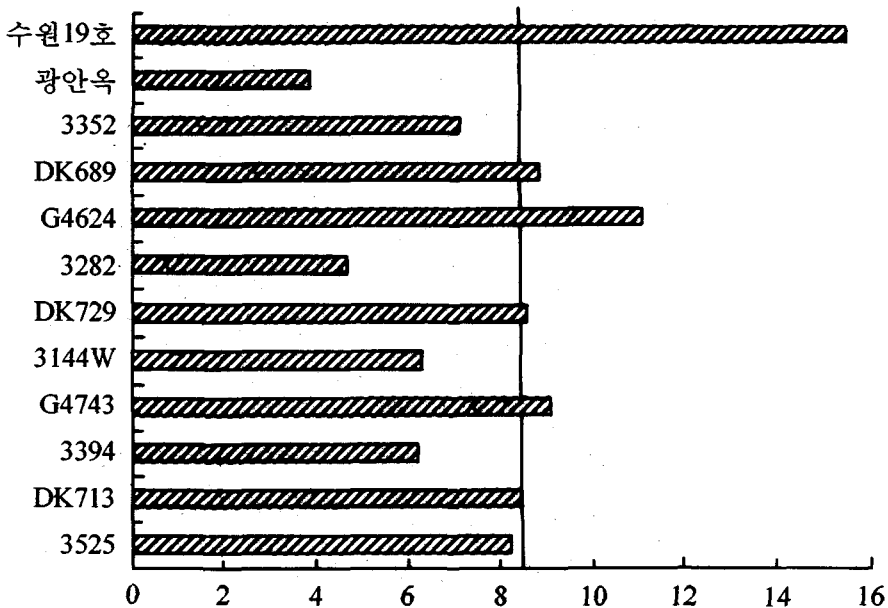
〈그림 1〉 사일리지용 옥수수 정부 장려품종의 TDN수량 비교(김 등. 1997)  
 (전국 5개지역 2년간 시험성적, 단 3394, DK713 품종은 5개지역 1년  
 시험성적이며 3525 품종은 2개지역 3년시험성적임)

② 사일리지 제조 예정시기에 수확적기에 도달되는 품종 : 상대속도가 너무 짧은 품종(극조생)을 심으면 수량이 중·만생종에 비해 크게 떨어지고 너무 길면(만생종) 수확적기전에 수확하게 되면 암이삭의 수량이 낮아 수분 함량이 높고 품질이 낮은 사일리지가 제조될 가능성도 있다. 또한 옥수수 수확때 수분 함량이 너무 높거나 낮아도 양질의 사일리지를 제조할 수 없다. 그러므로 넓은 면적에 옥수수를 재배할 때는 수확기간을 감안해서 상대속도가 약간 다른 품종을 배분해 심는 것이 수확계획에 도움이 되어 적기수확을 할 수 있게 된다. 또한 파종 적기에서 1개월 이상 지연되어 파종할 때는 만생종보다는 조생종이 유리하다는 보고도 있다(그림 2).



〈그림 2〉 조생종과 만생종의 파종시기와 수량(미국 위스칸신대학)

③ 병에 강한 품종 : 옥수수의 수량감소와 품질을 떨어뜨리는 병해는 여러 가지가 있으나 수원 19호(흑조위축병, 위조병, 깨시무늬병, 그을음병에 약함)나 특정품종을 제외하고는 일반적인 옥수수 병해에는 어느 정도 견딘다. 그러므로 가장 좋은 병해 방제법은 저항성이 높은 품종을 골라 재배하는 것이다. 옥수수의 대마름 및 대도복과 관계되는 위조병(萎凋病)에 약한 품종은 옥수수 수확시 대가 상하고 도복되거나 마르게 되므로 기계수확에 어려움을 주며 수량도 떨어지고 사일리지 품질도 나빠지므로 병에 강한 품종을 선택해야 된다. 또한 흑조위축병이 심한 지역에서는 저항성이 약한 품종은 이 병에 걸린 포기수가 많아 수량이 크게 떨어진다.

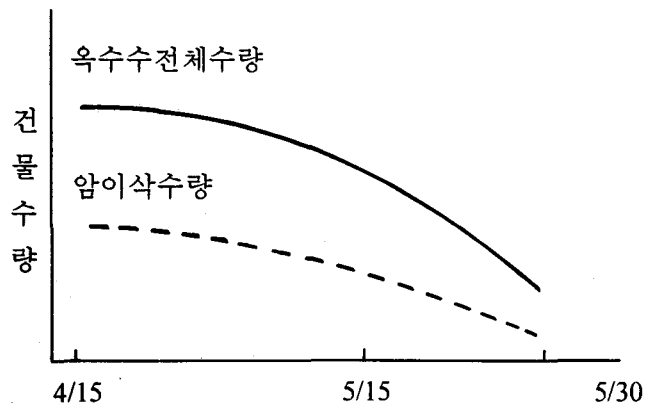


〈그림 3〉 장려품종옥수수의 전지역 평균 흑조위축병 이병률(%) : 김 등, 1997

④ 잘 쓸어지지 않는 품종 : 옥수수가 수확시 까지 쓸어지지 않아야 수확시 기계 작업도 가능하고 수량감소도 일어나지 않는다. 일반적으로 만생 품종이 도복에 약하고 위조병으로 옥수수의 대가 손상을 입었을 때나 벌레에 의한 뿌리 손상도 쓸어짐의 원인이 된다. 그리고 암이삭의 달리는 높이가 낮은 품종이 잘 쓸어지지 않으며 또한 재식밀도가 높을 때 쓸어지기 쉽다.

## (2) 파종기

파종적기는 아침에 밭의 깊이 5cm의 지온이 10℃ 이상일 때이며 이 시기는 대개 각 지역별로 벚꽃 만개기와 일치하며 경북지역은 4월 12일에서 4월 17일이 된다. 그러나 옥수수 생산 선진국인 미국은 최근 육종과 재배기술의 발전으로 전보다 1~2주 빠른 조기 파종 추세라 한다. 옥수수는 가능한 빨리 파종하는 것이 전체 건물수량과 암이삭수량을 높이는 가장 손쉬운 지름길이다. 그러나 현장에서는 여러 가지 이유로 늦게 파종하는 경우가 더 많다. 파종기가 늦어짐에 따라 전체 건물수량의 감소와 더불어 암이삭의 비율이 크게 감소되므로 영양분이 낮은 사일리지가 되어 이중 손실을 가져온다. 옥수수를 조기파종하면 땅의 수분이 높은 시기로 종자의 발아, 출현, 정착이 잘 되어 빨리 자라기 때문에 뿌리가 땅속 깊이 뻗고 잎의 그림자로 땅의 수분 증발을 막아 5월과 6월 가뭄에 유리하여 늦게 파종한 것보다 옥수수의 생장이 좋아진다. 또한 일찍 파종된 옥수수는 봄의 낮은 기온으로 마디사이가 짧아 초장과 암이삭이 달리는 높이가 낮아져 잘 쓸어지지 않는다. 그리고 수확적기에 일찍 수확하므로 기후의 영향(가을장마)을 덜 받아 수확이 쉬워지며 옥수수 후작으로 심는 가을 사료작물의 적기파종이 가능하여 연간 총수량이 증가된다. 파종시기별 옥수수의 건물수량은 그림 4와 같다.



〈그림 4〉 파종시기별수량

옥수수를 일찍 심으면 잇점은 다음과 같다.

- 토양수분이 있는 시기로 옥수수의 발아, 출현, 정착에 유리함
- 건물 및 가소화총영양소 수량 증수
- 5월이후 가뭄에 잘 견디고 잘 쓰러지지 않음
- 2모작에 유리함

### (3) 재식밀도 및 파종량

수확시 적당한 포기수의 확보가 높은 수량 및 고품질의 사일리지를 기대할 수 있다. 알맞은 재식밀도는 품종의 조만숙성 재배하는 지역에 따라 다르나 너무 배계심을 경우 쓰러지기 쉬우며 암이삭의 비율도 줄어든다. 반대로 파종량이 적을 경우 전체수량이 떨어진다. 수확시 알맞은 포기수는 약 70,000주/ha이다. 그런데 생육중 발아불량, 새나 병충해 등의 피해로 죽는 주수를 10% 정도 감안해야 하므로 실제 파종 종자수는 77,000입/ha 정도이다. 품종에 따라 ha당 파종 종자수는 다음 표 5와 같다.

〈표 5〉 품종의 조, 만숙성에 따른 파종 종자수

품 종	수확시 포기수	실제파종종자수	이랑 나비	포기사이
	포기수 / ha	종자수 / ha	---- cm ----	
조생종	75,000	83,000	75	16.0
중생종	70,000	78,000	75	17.3
만생종	65,000	72,000	75	18.5

파종량(kg)은 품종에 따라 옥수수종자 kg당 종자수가 다르지만 대략 옥수수 파종기를 사용할 경우 20~30kg/ha이 필요하다.

### (4) 파종깊이 및 다져주기

옥수수가 균일하고 빨리 발아되기 위해서는 적당한 온도와 수분이 필요하다. 일반적으로 파종깊이는 5cm가 이상적이지만 일찍 심을 경우 즉 땅의 온도가 낮고 수분이 적당할 때는 오히려 3~4cm로 약간 얇게 심는 것이 적당하다. 일반적으로 5월

초순부터 6월 중순까지는 강수량에 비해 증발량이 많기 때문에 토양수분이 감소되므로 땅의 종류에 따라 최대 심는 깊이를 미국의 일부지역에서는 7.6~11.4cm로 권장한다. 또한 전작물의 줄기나 뿌리 등 잔재가 많아 땅이 밀착되지 않을 때 종자의 수분 공급이 불량해 지므로 심는 깊이에 유의해야 한다. 다음 표 6은 땅의 종류에 따라 5월 초순이후 가뭄이 계속되는 미국의 일부지역에서 권장하는 옥수수의 최대 파종깊이에 관한 설명이다.

〈표 6〉 가뭄때 땅의 종류에 따른 최대파종깊이

품 종		최 대 파 종 깊 이
		----- cm -----
식 토		7.6
식 양 토		8.9
양 토		8.9
사 양 토		10.2
사 토		11.4

땅의 수분이 많을 때는 종자를 심은 후 로울러로 다져주는 효과는 없으나 땅이 건조할 때는 파종 후 땅을 로울러로 가볍게 다져주므로 종자가 균일하게 출현되며 땅의 표면이 평평해 표면적이 줄어지므로 제초제 살포시 제초효과가 높아진다.

### (5) 잡초방제

잡초는 옥수수 출현 후 생육이 느린 초기에 많이 발생되어 옥수수와 경합하여 피해를 주므로 효과적인 방제를 하지 못할 경우 옥수수의 수량이 20~30% 정도 감소되며 또한 사일리지 품질을 떨어뜨린다. 잡초제거를 위하여 인력이나 로터리(rotaryhoe)를 사용하여 이랑중앙을 파주므로 제초를 할 수 있으나 한계가 있으며 만약 실시 하더라도 뿌리의 피해를 막기 위하여 얇게 실시해야 한다. 제초는 주로 제초제를 이용해서 방제하게 되는데 제초제의 살포는 옥수수 파종 후 3일이내에 실시하여 잡초가 무성하게 자라는 것을 막아야 한다.

제초제는 1년생 화분과 잡초를 방제하기 위하여 ha당 라쏘유제 2ℓ와 광엽잡초를 방제하기 위한 들손유제 3ℓ를 물 1,500ℓ에 함께 타서 파종 후 3일이내에 옥수수를 심은 땅위에 골고루 뿌린다. 땅이 건조할 때는 아침이슬이 마르기 전에 뿌리거나 물의 양을 약 2,000ℓ로 늘려 뿌려준다. 어저귀의 발생이 많은 땅에서는 들손유제 대신 스팀프유제 3ℓ를 함께 뿌린다. 제초제를 뿌린 후에도 어저귀가 많이 발생할 때는 옥수수 2~5엽기에 ha당 반벨(디캄바액제) 1ℓ 혹은 밧사그란(벤타존액제) 1.5ℓ를 물 1,500ℓ에 타서 뿌린다. 어저귀는 많이 발생되면 큰 피해를 주므로 적게 발생될 때 손으로 뽑아주는 것이 어저귀 발생을 조기에 막는 지름길이다.

#### 4) 옥수수의 출현, 생육 및 성숙

##### (1) 출 현

옥수수는 파종 후 싹이 땅위로 나오는 기간은 토양온도, 수분, 흙이 다져진 정도 및 파종깊이에 따라 다르다. 그러므로 이러한 요인들에 따라 그 범위는 6~21일이 소요되며, 평균 7~10일이면 싹이 땅위로 나온다.

싹이 땅위로 나오지 못하는 경우는 다음과 같다.

종자가 파종되지 않은 경우로 파종기 작동불능이나 파종기에 종자가 떨어졌을 때이다. 또한 종자가 발아되지 않은 경우로 토양의 건조와 저온, 흙덩이가 크고 많아 종자와 흙의 밀착불량, 비료가 종자와 접촉, 종자가 곤충에 의한 피해, 종자가 불량한 경우이다.

종자가 수분을 흡수하여 불었으나 발아되지 않은 경우는 토양온도가 너무 낮을 때 10℃ 이하, 너무 습할 때, 비료와 종자가 접촉시, 종자불량이 원인이 된다.

종자의 부패로 출현이 되지 않을 경우는 비료, 살충제, 제초제에 의한 피해, 곰팡이 발생으로 종자가 부패한 때이다.

해충이 종자속을 파먹었거나 핏이나 비둘기가 종자를 파먹은 때도 출현율이 나빠진다.

싹이 땅위로 늦게 나오거나 불균일한 경우는 파종기 작동의 문제발생, 불규칙한 파종깊이, 부적합한 파종상, 토양의 낮은 온도, 과습, 건조, 딱딱함, 심히 다져질 때이다.

이와 같이 옥수수의 출현이 불량하면 수확시 적당한 포기수의 확보가 불가능하여

수량이 크게 떨어지므로 출현율이 높도록 관리해야 한다.

## (2) 생육단계

사일리지용 옥수수의 수술출현기부터 생리적 성숙기까지 생육단계 식별을 위한 설명은 표 7과 같다.

〈표 7〉 생육단계의 표기방법

생육단계	식별을 위한 특징
수출출현기	• 수술 50% 나올때
출사기	• 암이삭의 수염이 50% 나올때
수포기	• 출사후 2주 이내로 낱알의 외부는 하얗고 물방울 모양이며 낱알의 내용물도 물과 같다.
유숙기	• 낱알 외부는 노랑색, 낱알 내부는 유백색의 액체
호숙기	• 우유같은 내부 유동액은 풀같이 점성으로 되며 낱알을 떼어 냈을 때 옥수수 속대는 연한 빨강내지 보라색
황숙기	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전체 이삭 낱알 상단이 <math>\frac{1}{2}</math> 이상 주구러 들어갔을때로 낱알의 상단이 고형화 되는 시기를 황숙초기, 상단에 하얀 전분이 형성되면서 딱딱해지기 시작할 때 이 전분층 혹은 선(starch layer or line)이 생육이 진행됨에 따라 낱알의 하단으로 하강, 이선 윗쪽은 단단하고 아랫쪽은 연하며 유동성이다.</li> <li>고형전분과 유동전분사이(경계)를 전분선 혹은 밀크라인(milk line)이라고 한다.</li> <li>전분선이 낱알의 <math>\frac{1}{2}</math>(50%) 도달시 옥수수 전체 건물 함량은 약 33%이며 이 시기를 황숙중기라 하고 이때 낱알을 떼어 낸 속대는 짙은 빨강색(dark red), 생육이 진행되어 이때부터 전분선이 없어지기 전을 황숙후기라 구분해 볼 수 있다.</li> </ul>
생리적 성숙기	• 고형 전분층은 완전히 낱알의 기부까지 형성되어 전분선이 소멸되고 그 후 1~3일 후 낱알 하단의 껍질을 벗겨보면 흑색층이 형성됨.

## 5) 연작 피해를 줄이는 방법

소 사육농가의 좁은 사료작물 포장 때문에 농경지 면적이 넓은 나라처럼 옥수수의 윤작 재배가 불가능하다. 그러므로 옥수수를 같은 밭에 계속 심어야 하는 연작을 하므로써 연차적으로 옥수수의 수량이 떨어지고 병해가 다발 하는 등 연작피해에 대한 의심을 가지게 된다.

5년간 실시한 시험결과(김 등, 1988)에 의하면 기상과 재배관리가 정상일 때 매년 2%의 건물수량이 감소되고 최악의 경우 매년 5%의 건물 생산량 감소가 추정된다고 보고했다. 그러나 옥수수의 알곡수량과 관계가 깊은 가소화 영양소총량(TDN) 수량은 건물 수량보다 감소율이 더욱 높아 기상과 비배 관리조건이 정상일 때도 연작으로 매년 3%가 감소된다.

옥수수의 연작 피해를 감소시키는 방안은 다음과 같다.

- 옥수수는 비료를 많이 필요로 하므로 적정량의 3요소 비료와 충분한 양의 퇴구비를 매년 준다.
- 옥수수 연작시 땅의 산도(PH)가 6.2 이하로 떨어지면 석회를 뿌려준다.
- 옥수수 재배시 땅을 깊이 갈아줌으로 땅 표면에 있는 유해한 병원균을 땅속 깊이 묻어 주고 옥수수 뿌리 발달을 촉진시켜 쓰러짐을 방지하고 수량을 높인다.
- 유용한 토양 미생물의 보호측면에서 과도한 양의 제초제나 살충제의 사용을 피해야 한다.
- 옥수수를 4~5년 연작한 후 가능하면 2~3년 동안 두과 목초나 수단그라스류를 윤작하는 것이 좋다.
- 옥수수 수확 후 가을에 심는 사료작물은 초겨울에 수확이 가능한 사초용 유채나 연맥이 적합하며 다음으로 봄 수확이 가능한 호밀이 적합하나 이때는 옥수수의 적기 파종에 지장을 주지 않도록 4월 초·중순에 수확할 수 있는 조생종 호밀을 선택하는 것이 좋다.



## II. 옥수수 사일리지의 제조와 이용기술

### 1. 사일리지용 옥수수의 재배와 적기수확

#### 1) 재배요점

**품종의 선택 :** 이상적인 사일리지용 옥수수 품종의 구비요건은 건물수량이 높고 암이삭의 비율이 많아 가소화영양소총량(TDN) 생산이 높아야 한다. 수확때의 평균적인 기상조건이나 농가의 2모작 파종시기를 고려한 사일리지 제조시기와 품종의 수확적기가 일치되는 품종이라야 한다. 또한 잘 썩어지지 않고 병해 특히 흑조위축병에 강하고 수확할때까지 잎의 녹색도가 높아야 한다.

**파종기 :** 가능한 빨리 조기 파종하는 것이 전체수량과 암이삭의 비율을 높여 가소화영양소총량이 높은 사일리지를 제조할 수 있어 농가 소득을 높이는 지름길이 되며 2모작 파종에도 유리하다. 파종기가 늦어지면 건물수량이 감소되고 암이삭의 비율이 떨어지고 건물 함량이 낮아 사일리지의 품질이 나빠진다.

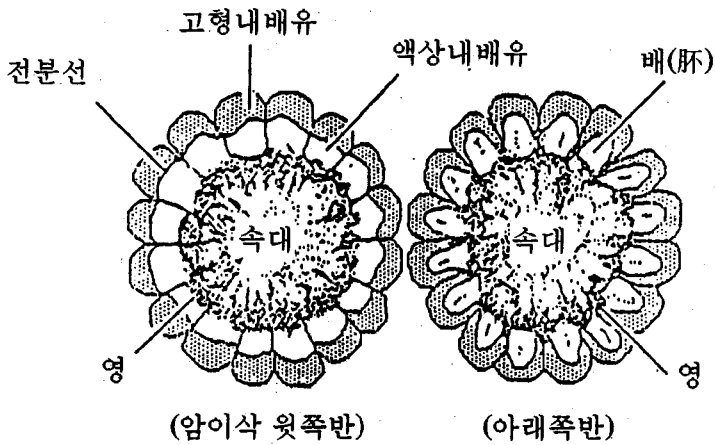
**재식밀도:** 옥수수를 심을 때 적당한 포기수의 확보가 높은 수량과 우수한 품질의 사일리지를 기대할 수 있다. 알맞은 심는 거리는 품종의 조·만숙성 재배하는 지역에 따라 다르나 너무 배게 심은 경우 쓰러지기 쉬우며 암이삭의 비율도 줄어들어 가소화영양소총량 수량이 감소된다. 반대로 너무 드물게 심을 때는 전체 수량이 낮아진다.

**적절한 비료주기:** 옥수수는 많은 비료를 요구하는 작물이므로 적기에 적당량의 퇴비와 화학비료를 주어야 건물수량과 양분수량을 높일 수 있다.

#### 2) 수확적기

사일리지용 옥수수를 수확할 때 그 성숙정도는 수량, 사일리지의 양분 함량, 사일리지 발효중의 건물손실, 수확시의 포장손실 및 사일리지의 섭취량에 크게 영향을 미친다. 그러므로 알맞은 시기에 수확함으로써 최고의 양분 수량을 거두고, 사일리지 발효가 알맞게 되어 발효중의 손실도 감소되며 기호성이 높은 좋은 품질의 사일리지가 된다.

사일리지용 옥수수의 제조적기 판별을 위하여 옥수수의 암이삭에서 수염이 약 50% 나온때부터 35~42일(평균 39일)이 되면 황숙초기로 건물 함량 27~30%때부터 사일리지를 제조하기 시작한다. 다른 방법으로는 옥수수의 낱알에 나타나는 전분선(혹은 밀크라인)의 위치를 관찰하여 수확적기를 판별하기도 한다. 전분선은 낱알의 상단이 약간 주그러져 들어간 후 나타난다(그림 1). 이것은 낱알중의 고품과 액상전분사이의 하나의 선이거나 경계선으로 낱알의 상단(윗쪽)은 고품의 노랑색이고 하단(아랫쪽) 내배유는 흰색 혹은 유백색이다. 이 경계선이 낱알의 하단에 도달되면 즉 액상전분이 전부 고품화되면 없어지고 흑색층이 형성된다.







〈그림 4〉 암이삭을 부러뜨렸을 때 위쪽과 아랫쪽반

수확계획을 위하여 전분선의 위치를 관찰함으로써 옥수수 전 식물체의 건물 함량을 알아야 하고 전분선 위치별 이동에 필요한 기간을 대략 파악하는 것도 필요하다. 각 전분선 위치별(생육단계별) 건물 함량과 이동에 소요되는 일수는 표 1과 같다.

모든 옥수수 낱알의 상단이 50% 이상 주그러진(dented) 때로부터 흑색층 형성기까지는 약 24일이 소요된다. 사일리지용 옥수수의 수확적기 범위는 모든 조건이 이상적일때 건물 함량이 32~39% 사이에 있을 때라고 추천되고 있다. 건물 함량에 있어서 이러한 범위는 정상적인 기상과 재배조건에서 약 2 주일(13일)동안 지속된다. 만약 하루만에 사일리지 수확이 끝난다면 낱알의 밀크라인이 1/4(25%) 위치에 내려왔을 때이다. 그러나 만약 사일리지 수확을 전부하는데 2주 이상이 걸리면 밀크라인 1/2(50%) 이전에 시작해야 될 것이다.

〈표 1〉 낱알의 생육단계 진행일수와 사일리지용 옥수수의 건물 함량

생육단계	옥수수의 건물 함량	생육단계간의 진행일수
	- % -	- 일 -
낱알상단쭈그러짐	 ----- 26	----- 11
전분선 1/2	 ----- 32	----- 6
전분선 1/4	 ----- 36	----- 7
전분선 없음	 ----- 39	

〈Crookston〉

옥수수 수확시 전체의 건물 함량이 32% 미만에서 수확된다면 정도의 차이는 있지만 두 가지 측면에서 건물손실을 가져오게 된다.

첫째 낱알이 성숙되기전 혹은 모든 가능한 건물이 축적되기 전에 포장에서 옥수수를 수확하므로 직접적인 생산 감소에 의한 손실이다.

둘째는 사일로에서 스며 나오는 침출액에 의한 손실이다. 침출액은 5~8%의 건물과 가장 귀중한 영양분을 함유하고 있다. 침출액은 보통 재료의 수분 함량이 높을 때 증가되고 사일로의 높이와 구조에 따라서도 영향을 받게 된다.

옥수수전체의 건물 함량이 39%를 넘어서 수확하면 또한 두 가지 측면에서 건물손실이 생긴다.

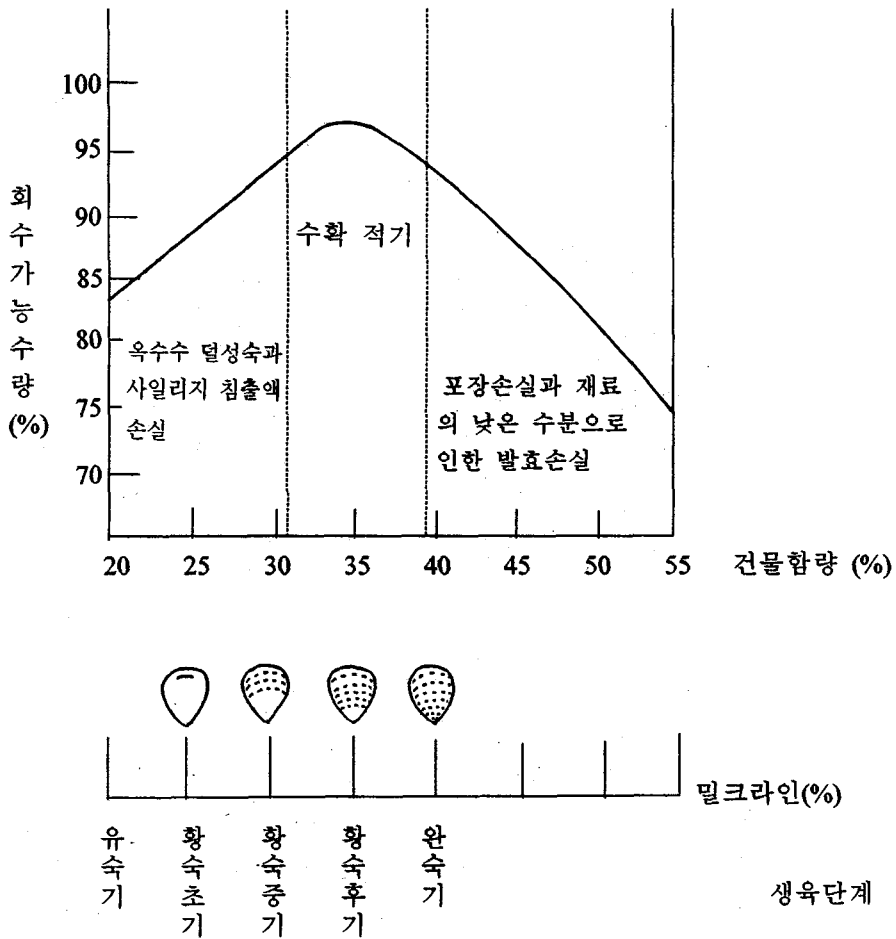
첫째는 수확시 포장손실 즉 이삭이 떨어지고, 줄기나 잎이 부서져 떨어지므로 손실이 생긴다. 수확이 늦어져 전 식물체의 건물이 55% 이상일 때 수확하게 되면 포장손실은 25%에 이른다.

둘째는 사일로내에서 발효시 생기는 손실로서 재료가 너무 건조되면 곰팡이의 발생과 고온발효에 의한 손실을 예방하기 어렵다.

사일리지용 옥수수의 수확적기 범위는 앞에서와 같이 이론적으로 전 식물체의 건물 함량이 32~39%인 황숙중기부터 완숙전까지가 이상적이다. 그러나 수확시의 농가 작업계획, 사일리지 제조시 각 농가가 보유하고 있는 사일로 종류 및 사일리지 제조기술 수준에 따라 옥수수의 건물 함량이 달라야 하므로 농가사정에 따라 수확기를 달리해야 한다.

각종 사일로에 알맞는 사일리지용 옥수수의 수확시 건물 함량은 소형사일로 25~30%, 대형 트렌치 및 병커사일로 30~35%, 원통형(수직탑형) 사일로 35~39%이다. 소형사일로 일수록 건물 함량이 낮아야 하는 이유는 사일리지 재료 다지기가 대형 사일로에 비하여 잘 안되기 때문이다.

그림 2는 사일리지용 옥수수 수확시의 생육단계가 사일리지 회수량에 미치는 영향에 관한 설명이다.



<그림 2> 사일리지용 옥수수의 생육단계별 사일리지 수량

## 4. 양질 사일리지의 제조

### 1) 사일리지의 발효

다른 방법으로 저장할 수 없는 수분이 많은 사초를 안전하게 저장하기 위하여 사일로에 채우고 공기(산소)를 배제하여 공기가 없는 상태로 유지해주므로 젖산발효가 왕성하게 이루어져 젖산이 생성된다. 그 결과 PH가 낮아져서 발효가 억제되므로 저장이 가능한 사일리지가 된다.

사일리지의 발효는 재료를 사일로에 채운 후부터 시작된다.

첫 단계는 식물세포 호흡기로 재료를 사일로에 채울때 공기(산소)가 재료와 함께 들어간다. 식물세포중의 효소와 미생물이 산소가 없어질때까지 계속 활동하면서 탄산가스, 물, 열을 발생한다. 산소가 모두 소비되면 호기성 미생물의 활동은 정지된다.

다음은 식물세포의 호흡은 정지되고 산소가 없으므로 혐기성 미생물의 활동이 시작된다. 발효가 시작되어 사일리지에서 초산의 생성이 촉진되다가 PH가 떨어지면서 서서히 초산균의 번식이 감소되며 이 기간은 약 24~72시간 계속된다.

그리고 산의 생성이 증가되면서 초산균이 감소되고 2단계 발효는 끝나고 혐기상태 하에서 젖산균의 번식이 활발해지고 젖산이 생성된다.

계속적으로 젖산균이 증가되면서 젖산 생성량이 증가되는데 젖산이 적절히 생성되어 PH가 4.0~4.2 이하로 낮아지게 되고 발효가 안정되면 양질의 사일리지가 된다.

만약 이 때 수용성탄수화물이 부족하거나, 수분 등이 많으면 발효조건이 나빠 젖산이 충분히 생성되지 못하고 낙산균이 증가되어 낙산이 생성되고 단백질이 분해되어 암모니아태질소, 아민류 등이 생성되어 생성된 산을 중화시키면서 사일리지의 PH를 상승시키고 사일리지의 품질을 떨어뜨린다.

옥수수 사일리지의 제조, 사일로내의 발효, 먹일때 공기접촉에 의한 후발효로 인한 정미에너지 손실량을 종합해 보면 표 2와 같이 6~40% 범위에 이른다. 그러므로 손실을 줄일 수 있는 방법을 강구해야 할 것이다.

〈표 2〉 옥수수 사일리지의 정미에너지 손실률

종 류	손 실 률 (%)	비 고
포장손실	1 - 5	취급방법에 따라
	1 - 20	피할 수 있음
호 흡	1 - 2	피할 수 없음
발 효	4 - 10	피할 수 있음
침 출 액	0 - 7	취급방법에 따라
잘못된 발효	0 - 10	피할 수 있음
공기 진입(저장중)	0 - 10	피할 수 있음
공기 접촉(먹일 때)	0 - 10	피할 수 있음
합 계	6 - 40	

#### 양질의 사일리지를 만들려면

- 적기 수확
- 수분 함량을 적절히 조절해야 하며
- 사일로에 채운 재료의 절단길이를 알맞게 하고
- 사일로에 재료를 빨리 채우고
- 다지기를 잘하여 공기(산소)를 잘 배출시키고 사일리지 제조 후 공기 유통이 없도록 잘 밀봉해야 하며
- 사일로 상부에 충분한 무게로 눌러두어 재료압착이 잘 되도록 한다.

#### 2) 재료의 수분 함량

재료의 수분 함량은 양질의 사일리지 제조를 위하여 대단히 중요한 요인이 된다. 그러므로 수분 함량을 적절히 조절해야 하는데 옥수수는 적기에 수확하면 수분은 알맞다. 수분 함량에 따른 사일리지의 발효 양상과 품질은 표 3과 같다.

〈표 3〉 수분 함량에 따른 사일리지의 발효와 품질

수분 적 당	수분 과다시	수분이 너무 적을 때
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 초기 발효시 젖산균 번식 왕성, 알맞는 젖산생성, 불필요한 발효 억제</li> <li>• 좋은 사일리지</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 미생물 번식활발, 불필요한 발효촉진, 혐기성 부패균 번식, 낙산·암모니아태질소 다량 생성</li> <li>• 나쁜 사일리지</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 재료의 다지기 불량, 산소 다량 잔존, 젖산발효 불량, 호기성 미생물 번식 왕성</li> <li>• 나쁜 사일리지</li> </ul>

사일리지용 옥수수의 수확적기는 수분 함량은 일반적으로 황숙중기에서 후기까지 인 수분 함량 60~70%(병커사일로 65~70%)일 때가 양호하나 앞서 지적한 바와같이 농가의 수확계획, 사일로의 종류, 사일리지 제조기술 수준에 따라 다소 차이가 있어야 한다. 사일로가 적고 압착이 불량할 때는 황숙초기인 70~75%, 대형 수평형(병커나 트렌치) 사일로에는 65~70%, 대형 수직사일로를 사용하여 기밀유지가 쉬울 때는 수분 함량이 60~65% 때인 황숙후기가 이상적이다.

사일로 종류별 알맞은 재료의 수분 함량은 표 4와 같다.

〈표 4〉 사일로의 종류별 알맞은 재료의 수분 함량

사 일 로 종 류	알맞은 수분 함량	전분선 위치
	---- % ----	
소형 사일로	70-75 (25-30)	
대형 수평사일로(병커, 트렌치)	65-70 (30-35)	
대형 수직사일로	60-65 (35-40)	

### 3) 재료의 절단 길이

사일리지 재료를 알맞은 길이로 절단하면 그 효과는 다음과 같다.

- 재료가 잘 다져지므로 저장밀도가 증가되고,

- 공기(산소) 배출이 잘되어 발효초기부터 혐기성 유산균 발효가 촉진되고,
- 재료중 당분 누출이 빨라 유산균 번식이 증진되며,
- 사일리지 취급 및 첨가제의 첨가가 쉬워지고,
- 역센 재료도 가축의 섭취량이 증가된다.

절단시 유의할 사항은 다음과 같다.

- 사일리지 절단기의 칼날은 항상 예리하게 갈아서 사용하고,
- 옥수수나 수수의 이론적인 절단길이는 0.6~1.3cm이다.

#### 4) 재료 채우기와 다지기

- 가능한 재료는 사일로에 빨리 채운다.(1일 이내)
- 대형 트렌치, 병커, 스택사일로일 경우 채우는 일이 2일 이상 계속될 때는 1일 채우기가 끝날 때마다 다져서 공기를 배출시키고 비닐로 덮어서 공기 유입을 막아야 한다.
- 재료를 고르게 펴고 충분히 다져야 함(사람, 경운기, 트랙터 등). 특히 사일로 벽면 다지기 철저
- 재료의 수분 함량이 낮고 다지는 것이 미흡할 때는 마지막 윗쪽 재료는 수분이 많은 재료를 약 50cm 채우고 다져준다.

#### 5) 비닐 덮기와 눌러두기

사일로에 채운 재료가 외부공기와 차단될 수 있도록 비닐로 덮고 가장자리를 밀봉하여 주므로 공기없는 상태가 유지되어 양질 사일리지가 제조되고 건물손실도 줄일 수 있다. 타워사일로 윗면, 병커사이로 윗면, 옆면 트렌치사일로 윗면, 옆면, 바닥에 간다.

눌러두기는 특히 사일로 길이나 폭에 비하여 높이가 얇은 경우 자체중량에 의한 압착도 불량하고 사람이 밟아도 다져지기가 잘 안될때 가능한 충분한 무게로 눌러두어야 한다.

트렌치나 병커사일로의 표면 덮개의 효과에 관해 살펴보면 가장 좋은 방법은 비닐필름 + 10cm 모래나 다른 비슷한 재료로 덮어주므로 상부 썩는 층의 두께를 0~



5cm로 줄일 수 있다. 그러나 비닐필름 + 측면 모래주머니 + 0~5cm 모래나 헨타이 어등으로 눌러 들때는 5~10cm가 썩으며, 비닐필름 덮개없이 10~20cm 모래만 덮었을 때는 20~30cm가 썩는다.

## 6) 첨가제

사일리지 제조와 사양시 건물손실 원인은 사일로내의 정상적인 발효, 저장중의 호기성 발효, 꺼내먹일때 호기성변패 등이며 이를 합하면 6~40%에 이르므로 이중 피할 수 있는 손실은 줄여야 한다. 귀중한 사료작물을 생산해서 저장 및 사양과정에서 손실을 최소화하기 위해서는 양질 사일리지 제조를 위한 제반 처리와 사일리지 첨가제를 이용하여 발효를 제어하므로 상당량의 피할 수 있는 손실을 줄일 수 있다.

유산균 접종제에 관해 살펴보면 사일로내 발효시 건물손실을 줄이고 저장중 표면 부패나 급여중 공기에 노출될 때 호기성 미생물의 발육을 억제하여 사일리지의 호기적 안정성을 개선한다.

옥수수 사일리지는 첨가제 사용시에도 발효반응의 차이가 다른 사료작물에 비해 다소 적다. 그러므로 미생물 접종제 이용시 특별한 잇점이 있어야 한다. 첫째로 발효가 적절히 되어 사일로내 발효손실이 감소되어야 하고, 다음으로 사일리지를 꺼내 먹일때 호기적 안전성이 증진되어 호기적 변패에 의한 손실을 줄일 수 있어야 한다. 유산균 접종제는 양질 사일리지 제조를 위한 조치와 병행될때 가장 효과적인 방법이 될 수 있다.

사일리지의 호기적 안전성에 대한 미생물 접종제의 효과는 젖산과 초산 생산증가에 의한 상승작용으로 효모 억제 효과로 나타난다. 현재 농가에서 수종의 유산균 접종제가 사용되고 있다. 그런데 첨가제의 이용은 사일리지 생산비의 상승요인이 되므로 재배관리, 수확시기, 첨가방법 등을 고려하여 첨가여부와 종류를 선택해야 된다.

미생물 접종물의 효과는 사초에 붙어 있던 착생미생물의 극복여부, 미생물이 이용할 수 있는 기질의 양, 접종물 접종시 사초 g 당 미생물의 수 및 접종 미생물의 품질에 좌우된다. 그러므로 유산균 접종제는 믿을만한 제품을 이용해야 한다. 결론적으로 첨가제는 양질 사일리지 제조를 위한 제반 처리인 적기수확, 알맞은 절단길

이 유지, 사일로에 빠른 재료 투입, 철저한 다져주기로 공기배출, 밀봉, 상부 눌러주기를 대신 할 수 없다. 그러므로 이들 제반처리와 병행할 때 효과를 거둘 수 있다. 유산균 접종제의 효과를 요약하면 다음과 같다.

- 유산발효가 신속히 진행되어 산도(PH)가 빨리 저하되므로
- 불량발효가 감소되어 사일리지의 에너지 손실이 감소되고
- 사일리지 급여시 유해 곰팡이의 발육억제로 호기적 안정성이 증진되므로 에너지 손실 감소되며
- 기호성과 소화율이 증진된다.

유산균 접종제를 접종하면 사일리지 생산비가 상승되므로 효과가 있어야 한다. 그러기 위해서는 미생물 접종제의 품질이 우수한 것을 선택해야 한다. 다음으로 양질 사일리지 제조를 위한 조치와 병행할 때 좋은 효과를 기대할 수 있다. 즉, 유산균 접종제 사용으로 나쁜 사일리지를 좋은 사일리지로 제조할 수 없지만 좋은 사일리지를 더욱 좋게 만들 수 있다는 것이다.

## 기 재료의 오염 방지

재료의 수확 및 운반 과정에 흙이 혼입되거나 오염되면 사일리지의 PH 저하를 방해하고 불량발효가 되므로 양질 사일리지가 제조되기 어렵다.

## 3. 사일리지의 품질

외관적 방법에 의한 양질 사일리지의 특징은 적기에 수확한 재료로서 색깔이 밝고 곰팡이가 없으며 연한 황녹색(올리브색)이고, 냄새는 향긋한 신 과일향이고, 촉감으로는 사일리지 제조때의 재료와 같이 잘 보존된 상태이며 가축이 즐겨 먹는다. 또한 손으로 사일리지를 쥐었을 때 냄새가 손에 오래 남아 있지 않는 것이다.

화학적 방법에 의한 양질 사일리지의 특징은 유기산 조성에 있어 총산 함량중 젖산의 비율이 높고 낙산이 적게 함유된 것이 좋으며, 사일리지의 PH는 건물 함량에 따라 다르지만 동일 건물 함량 수준에서 낮은 것이 우수하다. 다음으로는 암모니아

태질소의 함량인데 단백질이 분해되어 생성되는 것으로 사일리지의 부패취의 일부이고 전체 질소에 대한 암모니아태질소의 비율이 높을수록 불량한 사일리지가 된다.

#### 4. 사료가치

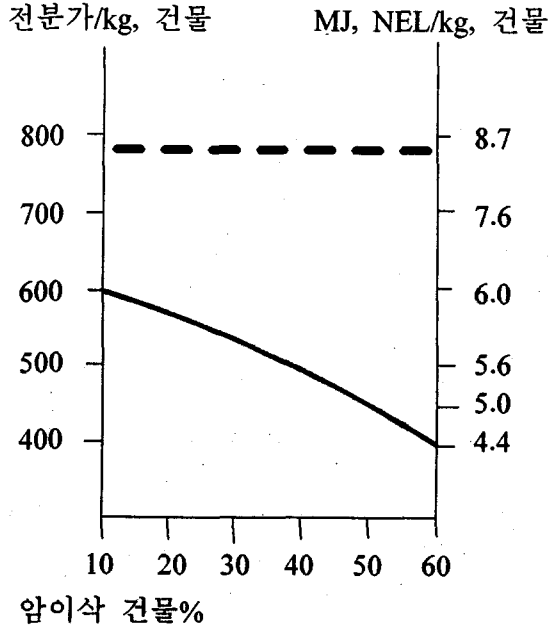
##### 1) 사일리지용 옥수수의 성분

사일리지용 옥수수의 조성분과 양분 함량은 전식물체중 암이삭의 비율에 따라 크게 차이가 있다. 옥수수는 생육이 진행됨에 따라 건물 함량은 증가되며 건물기준 조단백질, 조섬유, 조회분은 감소되고 가용무질소물과 조지방은 증가된다. 사일리지용 옥수수는 좋은 품종을 선택하여 적절히 재배되고 적기에 수확된다면 가소화영양소총량(TDN)면에서 농후사료에 가까운 에너지 함량을 갖게 된다. 황숙기에 암이삭의 비율이 40~50%(건물기준) 정도인 옥수수의 생육단계별 조성분과 양분 함량은 표 5와 같다.

〈표 5〉 사일리지용 옥수수의 생육단계별 화학조성분

생육단계	건물	조단백질	조지방	조섬유	가용무질소물	조회분	NDF	ADF	TDN
	%, 건물기준								
유숙기	21.0	9.1	1.8	23.6	59.1	6.6	55.0	30.5	65
호숙기	24.0	9.0	2.1	22.6	60.0	6.4	52.7	29.5	66
황숙초기	26.3	8.8	2.2	21.9	61.2	6.0	51.9	29.0	67
황숙중기 (전분선1/4)	28.7	8.7	2.3	21.7	61.6	5.9	51.4	28.8	68
황숙후기 (전분선1/2)	33.3	8.2	2.5	21.4	62.8	5.2	48.5	27.8	69
생리적성숙기	38.4	8.0	2.6	20.0	64.8	4.7	46.9	26.2	69

사일리지용 옥수수의 생육단계별 암이삭과 잎, 줄기의 정미에너지에 관해 살펴보면 암이삭의 에너지는 나머지 부분(잎 + 줄기 등)에 비해 높다. 그리고 생육이 진행되어도 변화되지 않고 일정하나 나머지 부분은 에너지가 크게 떨어진다(그림 3).



〈그림 3〉 암이삭의 건물 함량에 따른 암이삭과 앞줄기의 정미에너지

사일리지용 옥수수 정부장려품종 8종으로 2년에 걸쳐 시험한 각 부위별 비율 평균치 (김, 1999)와 그 범위(Holland, 1990)는 표 6과 같다.

〈표 6〉 옥수수의 부위별 비율

부 위 별	비 율	
	---- % 건물기준 ----	
알 곡	44.1	15 - 60
앞	21.5	15 - 25
줄 기	21.1	20 - 40
이 삭 속 대	7.4	6 - 10
암이삭껍질	6.0	6 - 8

가소화영양소총량이 가장 높은 것은 알곡이고 다음으로 앞, 암이삭껍질, 암이삭속 대, 줄기 순이다. 그러므로 알곡의 비율에 따라 가소화영양소총량은 55~75%의 범위가 될 수 있다.

## 2) 옥수수 사일리지의 급여

사일리지의 공기와 접촉되면 부패되기 쉬우므로 특히 외기의 온도가 높을 때 공기와 접촉을 막기 위하여 꺼내 먹이는 부분은 고무판이나 햇빛이 투과 되지 않는 비닐 등으로 철저히 덮어 공기와 접촉을 막아야 한다. 또한 파먹이는 단면은 울퉁불퉁하게 하지 말고 평평하게 유지하는 것이 공기와 접촉을 줄이는 길이다. 사일리지는 파먹일 때 원통형 수직사일로일 경우 여름에는 12cm 이상 겨울에는 4cm 이상을 파먹이는 것이 2차 발효를 방지할 수 있는 방법이 된다.

**후발효 손실** : 옥수수 사일리지에 공기가 접촉되어 후발효가 일어나면 영양소의 손실이 많은데 온도와 노출기간에 따라 손실율이 다르며 고온에서 오래동안 노출되면 손실이 크게 증가된다. 옥수수 사일리지의 후발효에 의한 영양손실률은 표 7과 같다.

〈표 7〉 옥수수 사일리지의 후발효에 의한 영양소 손실률

저장시의 온도(℃)	5	10	15	20	25	30	35	40
정미에너지의 손실률(%/일)	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0

**젖소사료 배합예** : 옥수수 사일리지는 양질의 조사료로서 젖소와 한우에 사료가치가 높으며 사료비를 절약할 수 있는 좋은 사료이다. 옥수수 사일리지만을 단일 조사료로 이용한 젖소사료 배합예에 관하여 살펴 보기로 한다. 체중 600kg, 지방 함량 3.5%, 우유생산량 21kg/일 인 젖소는 옥수수 사일리지 건물 함량 30%(건물기준, TDN 69%) 40kg과 채종박 4kg 및 광물질, 비타민제를 배합하여 급여하면 필요한 영양요구량을 섭취하게 된다.

**한우사료 배합예** : 체중 300kg의 한우가 일일 증체량이 1.4kg일 때 옥수수 사일리지 20kg, 옥수수 알곡 2.2kg, 참깨묵 0.4kg을 배합한 사료를 급여하면 필요한 조단백질과 가소화영양소총량(TDN)을 섭취할 수 있다.

〈표 8〉 옥수수 사일리지를 이용한 젖소사료 배합예

사 료 명	원물 급여량 (kg)	영양소 급여량(kg)	
		조단백질	TDN
옥수수사일리지	40	1.02	8.16
채 종 박	4	1.44	2.42
광물질및비타민제	0.4		
합 계		2.46	10.58

(체중 600kg, 지방 3.5%, 우유생산량 21kg/일 인 젖소의 영양소요구량 CP 2.166kg/일, TDN 10.56kg/일)

〈표 9〉 옥수수 사일리지를 이용한 한우사료 배합예

사 료 명	원물 급여량(kg)	영양소 급여량(kg)	
		조단백질	TDN
옥수수사일리지	20	0.48	4.14
옥 수 수	2.2	0.20	1.65
참 깻 목	0.4	0.18	0.26
광물질및비타민제	0.3		
합 계		2.46	10.58

(체중 300kg, 증체중 1.4kg/일인 한우의 영양소 요구량 CP 0.87kg/ 일, TDN 6.20kg/일)

## 참 고 문 헌

1. 김동암, 김원호, 김종관, 권찬호, 한건준, 김종립, 조무환. 1991. 옥수수 연작장해와 대책에 관한 연구. 서울대 농업생명과학대학.
2. 김동암. 1996. 연간 2모작과 사일리지용 옥수수의 생산기술. 제9회 축산농가를 위한 양질조사료 생산기술세미나. 서울대 농생대 부설 축산과학기술연구소 P. 3-25.
3. 김동암, 최기춘, 신정남, 김종덕, 한건준, 김원호, 조무환. 1997. 사일리지용 옥수

- 수의 생육특성과 수량, 한초지 17(4):315-322.
4. 김동암, 전우복, 신정남, 김종근, 신동은, 김원호, 김종관. 1998. 수단그라스계 잡종의 사초수량과 사료가치. 한초지 18(1):1-10.
  5. 김종덕. 1999. 사일리지용 옥수수 정부장려품종의 사초생산성과 사료가치에 관한 연구. 박사학위 논문. 서울대학교 대학원.
  6. 박근제, 김영진, 김정갑, 서 성. 1997. 조사료포장의 잡초방제기술, 농촌진흥청 축산기술연구소.
  7. 신정남, 윤익석. 1983. 생육시기가 사일리지의 사양가치에 미치는 영향. 한초지 4(1):41-60.
  8. 신정남, 김병호. 1994. 사일리지용 옥수수의 수확기 결정을 위한 옥수수 낱알의 밀크라인 이용. 한초지 14(1):57-63.
  9. Crookston, R. K. and E. K. James. 1987. Using the kernel milk line to determine when to harvest corn for silage. Proceedings of the 12th Annual Minnesota Forage Day. Minnesota Forage and Grassland Council. P. 44-47.
  10. Pioneer. 1987. Corn Management/Diagnostic Guide Pioneer Hi-Bred International. Inc.