

# 옥수수 사일리지의 調製와 利用(끝)

農學博士 徐 成

〈서울大 農大 草地學研究室〉

## 총 목 차

1. 머리말 (7월호)
2. 옥수수사일리지의 중요성
3. 사일리지 조제의 이론
  - 가. 발효과정
  - 나. 호흡작용
  - 다. 미생물작용
  - 라. 사일리지재료의 변색
  - 마. 후숙작용
4. 옥수수사일리지의 조제과정
  - 가. 옥수수의 수확적기
  - 나. 재료의 수분함량
  - 다. 옥수수재료의 절단
  - 라. 재료의 충전과 담압
  - 마. 피복과 누름
5. 사일리지 조제중의 양분손실 (8월호)
  - 가. 생화학적 변화에 의한 손실
  - 나. 삼출액에 의한 손실
  - 다. 지표부패에 의한 손실
  - 라. 무기물 및 비타민의 손실
  - 마. 사일리지 조제중 총손실량
6. 옥수수사일리지 첨가제
  - 가. 요소
  - 나. 황(黃)
  - 다. 석회
  - 라. 강류
7. 옥수수사일리지의 영양가
  - 가. 탄수화물
  - 나. 소화효과에너지
  - 다. 단백질
  - 라. 카로틴
  - 마. 비타민D
  - 바. 무기물
8. 옥수수사일리지 필요량과 품질평가
  - 가. 필요량
  - 나. 품질평가
9. 옥수수사일리지의 급여
  - 가. 젖소에 대한 급여
  - 나. 육우에 대한 급여
  - 다. 육성우에 대한 급여

## 5. 사일리지 조제중의 양분 손실

사일리지 조제중에는 양분의 손실을 피할 수 없다. 이 양분손실량은 사일리지의 조제방법에 따라 달라지는데 보통 10~15% 정도의 양분손실이 있고 수분과 양분의 감소로 재료의 중량과 비교할 때 20~30% 정도의 감량이 있다. 이 손실은 크게 나누어 불가피한 손실과 피할 수 있는 손실로 나눌 수 있는데(그림 3참조) 피할 수 있는 손실은 조제기술을 향상시키면 줄일 수 있으나 불가피한 손실은 줄이기 어렵다.

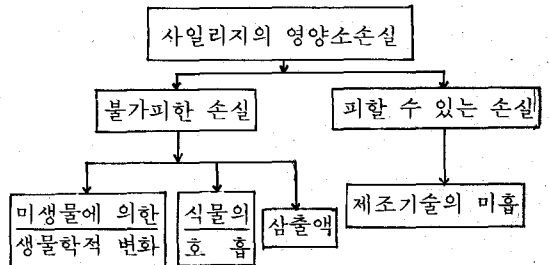


그림 3. 사일리지의 영양소함량 손실

### 가. 생화학적 변화에 의한 손실

생화학적 변화에 의한 영양소의 손실은 사일리지 조제중 피할 수 없다. 이와 같은 손실은 식물의 호흡이나 발효로 인하여 생기는데 유기물중의 탄소가 탄산가스로 되어 손실됨으로써 건물(乾物)의 손실이 있고 탄수화물이 분해되어 간단한 형태로 됨으로써 손실이 있다. 이 밖에도 단백질이 분해되어 영양가가 낮은 것이 되

고 특히 온도가 높을 때는 불소화물질(不消化物質)로 변화하여 건물량의 손실뿐만 아니라 성분상 및 소화율상의 손실도 포함한다. 생화학적 변화로 인한 손실은 전양분 손실량의 대부분을 차지하며 일반적으로 옥수수 사일리지에 있어서는 첨가물이 없어도 양분손실이 비교적 적다.

### 나. 삼출액에 의한 손실

사일로에서 흘러 나오는 삼출액(滲出液)은 두 가지 원인에 의하여 나타나는데 하나는 재료를 세게 압착하였을 때 생기는 잉여 수분과 다른 하나는 당분이나 세포물질 등이 에너지로 분해될 때 생성되는 수분이다. 삼출액 중에는 보통 5~10% 정도의 건물이 포함되어 있는데 무기산(無機酸), 유기산, 당류 및 각종 질소화합물 등이 포함되어 있다.

### 다. 지표부패에 의한 손실

사일리지 재료를 사일로에 충전하였을 때 공기와의 접촉이 많은 윗면 또는 옆면의 재료는 곰팡이를 발생한다든가 부패하여 폐기하게 된다. 표면부분이 공기에 접하지 않도록 비닐 등으로 밀봉하고 거적으로 덮은 다음 돌(重石) 등으로 눌러 놓으면 표면부패부(表面腐敗部)의 두께는 3~6cm 정도로 억제할 수 있다.

### 라. 무기물 및 비타민의 손실

삼출액 중에는 무기물의 일부가 용출되어 보통 5~10%의 손실이 일어나나 별로 문제되지 않는다.

비타민의 경우 카로틴(Carotene)이 가장 문제가 되며 예건(豫乾) 사일리지에서는 Carotene의 80%가 손실된다. 예건하지 않은 사일리지에서의 손실은 적으며 일반적으로 사일리지의 분해가 많이 일어날수록 Carotene의 손실도 커진다. 비타민 B군은 비교적 안정된 상태로 보존되나 비타민 C는 가장 좋은 조건하에서도 60~65% 정도는 파괴된다.

### 마. 사일리지 조제중 총손실량

사일리지 재료를 수확하여 가축에게 급여할 때 까지의 건물손실(乾物損失)은 포장(圃場)에

서의 손실, 저장중 손실(腐敗손실, 滲出液손실, 醱酵손실), 급여시 손실로 크게 나눌 수 있다.

- 1) 포장손실: 재료의 수확 후 호흡손실, 반전집초시(反轉集草時) 앞의 손실
  - 2) 부패손실: 사일로의 표면이나 끌어내는 작업중 변질손실
  - 3) 삼출액손실: 사일로로 부터의 즙액에 의한 손실
  - 4) 발효손실: 재료의 발효시 일어나는 모든 손실
  - 5) 급여손실: 가축이 먹고 남기는 손실
- 따라서 탑형 사일로의 경우 포장에서 급여시 까지 총손실은 평균 25%에 이른다.

## 6. 옥수수 사일리지 첨가제

질이 좋은 사일리지를 만들려면 재료에 유산(乳酸)을 빨리 생성시켜야 하고, 다른 산의 함량을 줄여야 장기간 보존시킬 수 있다. 옥수수는 당분의 함량이 풍부한 가장 적합한 사일리지 재료이므로 다른 첨가제를 사용하지 않아도 유산발효(乳酸醱酵)가 잘 되어 우수한 사일리지가 될 수 있다. 따라서 옥수수 사일리지에 있어서는 유산생성을 촉진시키는 첨가제나 사일로 내의 pH를 저하시키는 첨가제, 또는 유해발효를 억제시키는 첨가제 등은 필요가 없으며 단지 재료의 영양분을 강화하기 위한 첨가제만이 필요하다.

### 가. 요 소

사일리지에 요소를 첨가하는 목적은 사일리지의 발효나 품질을 향상시키는데 있는 것이 아니고 옥수수와 같이 단백질 함량이 낮은 재료에 요소를 첨가함으로써 질소함량을 증가시켜 값이 비싼 단백질 사료를 절약하는 동시에 요소를 더욱 안전하고 손쉽게 이용하자는데 있다.

요소는 간단한 비단백태(非蛋白質態) 질소화합물로서 소나 면양과 같은 반추가축은 질소원으로 이용될 수 있다. 즉 제 1위에서 요소는 암모니아와 탄산가스로 분해되고 암모니아태 질소가 제 1위내 미생물에 의해 흡수 이용되며 이 미생물은 작은 창자를 통과하면서 분해되어 일

반 사료와 같이 소화 흡수된다.

요소의 첨가로 옥수수 사일리지는 단백질 함량이 높아지며 유산의 비율도 약간 높아지는데 (표 6 참조) 옥수수에서는 요소를 재료의 0.6% 까지 첨가하면 안전하다.

표 6. 옥수수 사일리지에 있어서 단백질과 유기산 함량에 미치는 요소첨가의 효과

	요소 첨가 하지 않음	요소첨가한 사일리지
건 물 (%)	34.1	34.5
단백질 (건물중 %)	9.3	13.3
유 산 (건물중 %)	4.2	5.4
초 산 (건물중 %)	0.9	1.2

요소의 첨가방법은 먼저 사일로의 용적을 계산하여 여기에 어느 정도의 재료를 담을 것인가를 계산하고 이에 필요한 요소량을 미리 계산한다. 그 다음 사일로 내벽에 일정한 간격(약 30 cm)으로 표시를 하여 재료가 표시된 곳까지 채워지면 등분(等分)된 요소를 고루 살포해 준다.

#### 나. 황 (黃)

단백질원으로 요소를 첨가하였을때 사일리지 내에 단백질 함량과 황의 비율이 15대 1을 넘으면 좋지 않으므로 반드시 황을 첨가해 주어야 한다. 황을 첨가해 주므로써 소의 성장율과 젖소의 젖생산량이 증가되었다고 한다. 첨가물은 1,000kg의 옥수수 재료에 4.5kg의 요소를 첨가

할 때 0.8kg의 비율로 첨가해 준다. 황을 16.8% 함유하는 황산칼슘은 값이 싸다.

#### 다. 석 회

옥수수 사일리지에 석회(탄산칼슘)의 첨가는 유산(乳酸)과 초산(酢酸)의 형성에 도움을 주며 1,000kg의 재료에 4.5~9.5kg의 비율로 첨가해 주면 된다. 다른 영양가의 증가나 생산량의 증가는 석회의 첨가로 나타나지 않는 것 같다.

#### 라. 강 류

보릿겨, 쌀겨, 밀기울 등을 적당한 비율로 사일리지 재료에 첨가함으로써 영양분의 강화와 재료의 수분함량을 조절할 수 있다. 강피류는 자체 용량의 약 2배 정도의 수분을 흡수하므로 재료의 수분함량이 많을 경우 이용할 수 있으며 첨가량은 5~10%정도가 좋다.

### 7. 옥수수 사일리지의 영양가

일반적으로 옥수수 사일리지는 열량은 높으나 단백질과 대부분의 광물질 함량은 낮다. 이와 같이 옥수수 사일리지의 열량이 높은 것은 전분 및 가용성 당분함량이 높은 종실(種實)이 사일리지의 주된 부분을 차지하고 있기 때문이다. 옥수수 사일리지의 영양분 구성비율과 소화율은 표 7에서 보는 바와 같다.

표 7. 옥수수 사일리지의 영양분 구성과 소화율.

	조단백질	조 섬유	가용무질소물	조 지방	조 회 분	가소화양분총량	가소화단백질
	%	%	%	%	%	%	%
건물물 34% 기준	3.1	7.2	20.6	1.8	1.7	23.3	1.7
평균함량(건물기준)	9.4	21.3	60.8	5.4	5.0	68.6	5.1
함량의범위(건물기준)	5~15	20~35	40~66	2~6	3~6	63~72	-
소 화 율(건물기준)	52.8	60.8	73.4	73.7	-	-	-

표 8. 적기에 수확된 옥수수 사일리지의 구조적 탄수화물 비율

	건 물 중 의 %					
	CWC	ADF	조섬유	헤미셀룰로즈	셀룰로즈	리그닌
건물비율 32~38%	51	31	24	20	25	4~6

\*가용무질소물 함량: 60% 이상

## 가. 탄수화물

옥수수 사일리지는 가용무질소물 함량이 높기 때문에 가용성 탄수화물 함량이 높다. 옥수수의 가용무질소물은 전분과 당류가 차지하며 보통 건물(乾物)의 60%정도로 이의 소화율은 70~75%정도가 된다. 조성유는 주로 셀룰로오즈, 헤미셀룰로오즈 및 펙토오산 등으로 구성되어 있어 반추가축의 제 1위내 세균에 의해 상당부분이 소화가능하다(표 8 참조).

## 나. 소화율과 에너지가

옥수수 사일리지는 건물의 소화율이 60~68%로 아주 높기 때문에 반추가축에 있어서 높은 에너지를 공급하여 준다. 따라서 비육우나 고능력유우에 급여하는 것이 가장 바람직하며 건유우나 성장중인 송아지, 번식우에게는 제한급여시키는 것이 좋다.

## 다. 단백질

옥수수 사일리지의 조단백질 함량은 8.0~9.0%로 조금 낮은 편으로 고능력유우나 비육우의 생산을 최대로 하기 위해서는 다른 단백질원을 보충 급여 해 주는 것이 좋다. 기후가 건조할 때에는 단백질 함량이 1~2% 높아지며 비가 많이 올 때는 1~2% 낮아지는 것이 보통이다.

## 라. 카로틴 (비타민 A價)

옥수수 사일리지의 카로틴 함량은 성숙이 진행됨에 따라 낮아지며 특히 서리를 맞은 후에는 급격히 감소된다. 또 저장상태가 불량 할 때에도 감소된다. 일반적으로 옥수수 사일리지는 가축에게 충분한 양의 비타민 A를 공급해 줄 수

있으나 장기간(200일 이상) 급여하거나 여러가지 조건이 좋지 못할 경우에는 녹색 잎이 많은 건초 등을 보충 급여해 주어야 한다. 카로틴 함량은 6.4~34.7ppm으로 변이가 심하다.

## 마. 비타민 D

옥수수가 조금 일찍 수확되었을 경우에는 비타민 D가 부족하나 양질의 사일리지에서는 충분히 함유되어 있다. 미시건대학에 따르면 체중 100kg당 0.7~1.0kg의 사일리지(건물기준)를 섭취하였을 때 효과가 있었다고 한다.

## 바. 무기물

일반적으로 옥수수 사일리지는 칼슘, 나트륨, 코발트, 인, 옥소, 황 등의 광물질이 결핍되기 쉽다. 황은 요소가 첨가될때 같이 첨가해 주면 된다. 반추가축에 애어서 무기물은 중요하며 칼슘과 인은 반드시 공급해 주어 부족되지 않도록 하여야 한다.

# 8. 옥수수 사일리지의 필요량과 품질평가

## 가. 필요량

젖소 1두당 1일 30kg의 사일리지를 200일간 급여한다면 6,000kg의 사일리지가 필요하게 된다. 보통 옥수수를 1㎡당 평균 640kg(660~720kg)을 매장할 수 있으므로 9.38㎡가 필요하다. 그러나 저장중 사일리지의 감량을 20%로 본다면 11.25㎡의 용적을 가진 사일리지가 필요하게 된다. 사일리지는 일단 먹이기 시작하면

표 9. 젖소 두수와 사일리지 필요량(단위,톤)

급여 일 수 1일두당급여량	180일			300일			365일		
	20kg	30kg	40kg	20kg	30kg	40kg	20kg	30kg	40kg
젖 소 1 두	3.6	5.4	7.2	6.0	9.0	12.0	7.3	11.0	14.6
2 두	7.2	10.8	14.4	12.0	18.0	24.0	14.6	21.9	29.2
3 두	10.8	16.2	21.6	18.0	27.0	36.0	22.9	32.9	43.8
4 두	14.4	21.6	28.8	24.0	36.0	48.0	29.2	43.8	58.4
5 두	18.0	27.0	36.0	30.0	45.0	60.0	36.5	54.8	73.0

회에 6-10cm정도 파 내어야 한다. 젖소의 두 수별 급여일수에 따른 사일리지의 소요량은 표 9와 같다.

### 나. 품질평가

사일리지는 재료, 수확시기, 수분함량, 저장기간, 조제방법, 사일로의 종류에 따라 품질에 큰 차이가 생긴다. 사일리지는 초식가축의 기본 사료이기 때문에 기호성이 높고 영양가도 높아야 한다. 만일 품질이 저하되면 가축의 기호성도 떨어지며 따라서 축산물 생산량도 줄게 된다. 사일리지의 품질평가는

- 1) 색채, 냄새, 맛, 촉감, 가축의 기호성 등에 의한 외관조사
- 2) 사일리지의 수분, 산도(pH), 일반성분, 유기산 조성비율, 무기성분, 질소화합물의 함량 등에 의한 화학분석조사

표10. 사일리지의 품질평가 기준

등급	산도 (pH)	전질소에 대한 암모니아태질소비율(%)	사 일 리 지 의 상 태
우수	3.5~4.1	10이하	깨끗하고 상쾌한 산취가 있으며, 부티르산이나 곰팡이 등을 함유하지 않고, 점성이 없으며, 단백질의 분해가 없는 상태.
양호	4.2~4.4	10~15	산취, 산미가 있으며, 부티르산을 약간 포함하고 있는 상태
보통	4.5~4.8	15~20	부티르산이 다소 있으며, 단백질도 약간 분해되고, 곰팡이도 조금 있는 상태
불량	4.8 이상	20이상	부티르산의 함량이 많고, 단백질도 많이 분해되고, 곰팡이가 있고 진득진득한 것

## 9. 옥수수 사일리지의 급여

사일리지 재료를 충전한 후 30~40일이 지나면 성숙하여 가축에게 급여할 수 있게 된다. 피복을 벗기고 사일리지를 파서 먹이기 시작하면 1회에 6~10cm이상 파서 먹여야 표면의 변패를 방지할 수 있다. 매 급여시마다 파내거나 또는 1일분씩 파내는 것이 이상적이거나 겨울철에는 2~3일분씩 한꺼번에 파내어 두었다가 먹여도 품질의 저하가 거의 없다.

### 가. 젖소에 대한 급여

사일리지는 젖소에 대한 기호성이 아주 좋고

3) 미생물상(微生物相), 유산균의 종류, 곰팡이 등에 의한 미생물조사

4) 소화시험에 의한 가스화단백질, 가스화양분총량, 기호성, 산유효과, 번식성적등 영양시험 등으로 나눌 수 있다.

그러나 이와 같은 것들을 전부 실시하는 데는 많은 시간과 노력이 소요되므로 목적에 따라 적절히 생략할 수도 있다.

미국에서는 사일리지의 산도, 단백질분해, 부티르酸 함량과 관련이 많은 전질소에 대한 암모니아태질소의 함량비로 평가한다(표10). 품질이 우수한 사일리지의 pH(酸度)는 3.5~4.1이며 암모니아태 질소의 함량비율이 10% 이하이고, 사일리지의 색은 담황갈색을 띠어야 한다. 또한 산뜻하고 향긋한 사일리지의 특유의 산취(酸臭)가 나와 하며 입에 넣었을때 상쾌한 산미(酸味)를 느끼게 해야 한다.

다즙질(多汁質)이기 때문에 젖소사료로서 가장 널리 이용되고 있다.

일반적으로 기초사료로서 건물량(乾物量)으로 건조와 사일리지를 각각 체중의 1%정도 급여하는 것이 이상적이라고 하나 젖소의 경우에는 1일 1두당 사일리지를 건물량으로 체중의 2%까지 급여하여도 생리적으로 별다른 이상이 없으며 젖생산량과 유질(乳質)에도 영향을 미치지 않는다고 한다. 즉 체중 500kg의 젖소는 수분함량 70%의 옥수수 사일리지를 30kg정도 까지 급여할 수 있다. 미국동지에서는 50~70kg까지도 급여하는 예가 있는데 유해한 점을 발견하지 못하고 있다. 따라서 건조가 준비되어

있지 않을 경우에는 기초사료의 전량을 사일리지로 주어도 무방하다고 본다. 단지 이때 사일리지는 양질의 사일리지이어야 한다.

여러가지 수준의 옥수수 사일리지와 건초에 곡류를 첨가하여 우유생산량과 유지방생산량을 시험한 결과에 의하면(표 11참조) 옥수수 사일리지의 급여량이 많을수록 젖생산량과 유지방

생산량이 많았다.

우유는 불량 사일리지중의 낙산(酪酸) 및 암모니아등으로 부터 발산하는 휘발성 가스를 잘 흡수하여 불쾌한 냄새를 낼 수 있으므로 품질이 나쁜 사일리지에서 발산하는 불쾌한 냄새가 우유에 옮겨지지 않도록 주의 하여야 한다.

표 11. 건초와 사일리지(옥수수) 비율에 의한 우유생산량과 유지방

구분	일 섭 취 량				3 0 5 일 생 산 량		
	건 초	사일리지	목초(건물)	곡 물*	우 유	유 지방	지 방 율
	kg	kg	kg	kg	톤	kg	%
1	0	23.6	6.7	9.0	6.91	255	3.6
2	4.1	16.3	8.3	8.4	6.86	252	3.5
3	5.9	13.6	10.1	8.3	6.27	231	3.5
4	12.7	0	11.2	7.9	5.99	220	3.7

\*곡류의 단백질함량은 요구량에 맞추었음.

## 나. 육우에 대한 급여

재료를 담을 때 세절(細切)한 옥수수에 요소와 광물질을 첨가하여 담음으로서 완전한 사료를 만들 수 있다. 이와 같은 질이좋은 사일리지를 육우에게 급여하면 사료효율을 향상시키며 육질과 증체량을 개선시킨다. 일반적으로 질이 좋은 사일리지는 1일 1두당 50kg정도까지 급여하여도 아무런 지장이 없다고 한다.

## 다. 육성우에 대한 급여

육성우는 소화기관이 잘 발달하지 못하였으므로 생후 4~5개월까지는 사일리지를 급여하지 않는 것이 좋으며 생후 4~5개월이 지나면 건초와 병용하여 1일 1kg정도 급여하기 시작하여 생후 6개월까지 4.5kg으로 증가시키고 생후 1년정도 된 육성우는 10~15kg의 사일리지를 급여하는 것이 좋다.

## 맺 는 말

사일리지는 겨울철 풀의 생산이 되지 않는 기간동안 가축에게 급여되는 일종의 다즙사료로서 유산발효(乳酸發酵)에 의해 생성된 유산의 작용에 의해 불량세균의 번식을 억제시켜 보존

성을 높인 저장사료이다.

현재 우리 나라 뿐만 아니라 세계적으로 고능력우나 비육우에 대해 양질의 사일리지를 계속 급여함으로써 가축의 능력을 높이고 있다. 사일리지중 옥수수를 재료로 하여 조제한 옥수수 사일리지는 수량이 많고 종실에 의한 높은 탄수화물함량으로 고에너지 사일리지를 담을 수 있어 가장 많이 이용되며 주로 마치종(馬齒種) 옥수수가 사용된다.

옥수수는 황숙후기나 경화기에 수확되면 수분함량이 70%내외가 되고 가장 우수한 사일리지를 담을 수 있다. 조제시 절단길이, 충전(充填)압압(踏壓), 피복(被覆), 누름돌 등 인위적으로 피할 수 있는 영양분의 손실은 최대한 줄여야 한다. 고능력우나 비육우에 급여해 주는 것이 가장 바람직하며 양질의 옥수수 사일리지일 경우 1일 1두당 체중의 1~2%정도 급여해 주면 좋다.

사일리지는 매일 풀을 예취, 급여하는 청예체계(靑刈體系)와 비교할 때 재료의 재배생산에서 예취, 조제에 이르기 까지 모든 작업은 단순한 편이며, 능률을 올릴 수 있을 뿐만 아니라 수량(收量)이 최고인 생육기에 조제함으로써 영양분이 일정한 기초사료를 공급할 수 있다.