

고품질 옥수수 사일리지 조제



김종근
축산기술연구소 연구사

낙농 및 비육농가에 있어서 조사료의 중요성은 모든 농가가 잘 인식하고 있다고 본다. 또한 조사료 중에서도 옥수수 사일리지의 장점에 대해서는 특별히 강조할 필요가 없다고 하겠다.

반추가축을 사육하는 농가에서는 한번쯤 과잉 생산되는 조사료를 어떻게하면 오래 저장하여 년중 고르게 급여할 수 있을까? 하는 의문을 가져보았을 것이다. 조사료를 접하다보면 양질 조사료의 생산은 목초나 사료작물이 지니고 있는 수분과의 싸움이라고 느낀다. 수분을 줄이는 것이 건초며, 수분을 가지되 좋은 발효를 일으켜 장기간 저장시킬수 있는 것이 사일리지라는 생각을 한다.

사일리지는 이집트 시절부터 이용되어져 왔으며, 근대에 프랑스의 한 농민이 과학적인 접근을 시도하여 성공을 거둔 것으로 원래 목초나 사료작물이 가지고 있는 당분을 미생물이 분해하여 유산을 생성하고 생성된 유산은 사일리지의 pH(산도)를 낮추어 다른 부패균의 침입을 막고, 영양적 가치를 개선시

킨 것이다.

옥수수는 사일리지를 담그기에 가장 이상적인 작물이기에 큰 위험 부담이 없이 쉽게 조제할수가 있다. 그러나 사일리지의 발효를 일으키는 데는 여러 가지 요인들이 작용하기에 자칫하면 품질의 저하를 초래하게 된다. 또한 농가에서는 단지 발효후 품질로만 좋은 사일리지로 판단해버리기 쉬운데 좋은 사일리지는 품질뿐만아니라 저장중 건물 및 영양소의 손실도 적어야 한다. 따라서 여기서는 손실을 최소화 하면서 좋은 품질의 사일리지를 만들 수 있는 방법에 대해 다루도록 하겠다.

1. 사일리지의 기원과 원리

가. 기원

사일리지는 기원전 1,500~2,000년경부터 만들기 시작되었다고 추정하고 있으며 근대에는 1877년 프랑스의 한 농부인 A. Goffart가 스스로의 경험을 책으로 소개한 것이 시초라고 할 수 있다.

사양관리

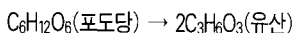
우리나라는 1960년대부터 보급되기 시작하여 점차 사일리지용 사료작물의 재배가 늘어나고 있다. 특히 기후 특성상 여름철에 집중 생산된 조사료를 겨울철을 대비해 저장해 두어야 하는데 과잉 생산된 조사료는 건초 또는 사일리지로 만들어져 장기간 저장할 수 있으나 건초의 경우는 조제시기에 비가 많이 내려 양질의 건초를 생산한다는 것은 대단히 어렵다. 따라서 건초보다 영양분 손실이 훨씬 적고 저장이 안전한 사일리지를 조제하는 것이 바람직하다고 생각한다.

나. 원 리

사일리지는 식물체 또는 토양에 있는 젖산(유산)생성균이 혐기(공기가 없는)상태에서 발효를 일으켜 유산(Lactic acid)을 생성함으로써 다른 불량잡균의 번식을 억제하여 저장성을 증진시키게 된다. 즉 식물체 속에 있는 당분을 유산으로 전환시키고 생성된 유산은 pH(산도)를 낮춰서 불량잡균의 번식을 억제하게 된다.

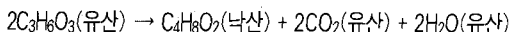
그러나 원재료의 수분함량이 낮고 pH가 높아지면 불량균인 크로스트리디아(Clostridia)가 자라고 낙산(Butyric acid) 및 암모니아를 생성시켜 품질이 떨어지게 된다. 아래의 화학식은 당분이 유산 및 낙산으로 전환되는 과정을 나타낸것인데 낙산발효가 일어나면 이론적으로도 19.6%의 추가적인 손실이 일어나게됨을 알 수 있다.

유산발효



손실 = 21kcal 또는 3.1%

낙산발효



손실 = 128kcal 또는 19.6%

다. 사일리지의 손실

사일리지는 수확에서 저장 및 급여시까지 7~40%의 손실이 발생하게 된다. 이 손실은 다양한 원인으로 인하여 발생하게 되며 같은 낙농가 일지라도 상황

에 따라 현저한 차이를 보이기도 한다. 일반적으로 수분함량이 높으면 저장중의 손실이 많아지고 수분함량이 낮아지면 포장에서의 손실이 더 많아진다. 그러나 이러한 손실들은 좋은 사일리지를 만들기 위한 조건들을 맞춘다면 충분히 줄일수 있다.

표 1. 사일리지의 손실 종류 및 손실율

손실의 종류	손실율(%)	주요 원인
수확시 손실 누집에 의한 손실	3~7이상	작물, 기후, 건물물, 수확기술 등
호흡에 의한 손실	1~4	식물의 효소
혐기성 발효의 종류에 따른 손실	3~8	미생물
낙산발효에 따른 손실	0~5이상	건물물, 당분함량
사이로 내 손실	0~6이상	진압밀도
개봉후 손실	0~10이상	피내는 양, 외기온도
계	7~40%	

2. 옥수수 사일리지의 중요성

사일리지용 옥수수의 선호도가 날로 높아가고 그 채배면적 또한 증가되는 이유는 대부분의 농가에서 이미 그 중요성을 알고 있기 때문이다. 알려진바로 옥수수는 다른 어떤 작물보다 단위면적당 건물 및 양분수량이 높고 가소화 영양소총량(TDN) 또한 우수하기 때문에 우리나라의 낙농여건하에서 가장 적합한 사료작물이다. 그리고 파종에서 수확에 이르기까지 기계화 작업이 가능하기에 노동력을 절약할 수 있고 가축에 대한 기호성이 높으며 농후사료에 가까운 영양소를 가져 고능력우 사양에도 적합하다.

특히 옥수수는 수용성 탄수화물의 함량이 높아 유산발효에 필요한 당분이 충분하여 사일리지 조제가 쉽고 저장기간동안의 양분손실이 적다. 표2에서 보듯

표 2. 주요 사료작물의 건물수량 및 영양소 함량

사일리지 종류	건물수량(t/ha)	조섬유	조단백질	TDN
옥수수	21	24.34	7.56	71.69
호 밀	8.21	31.39	13.45	67.58
연 맥	4.9	28.36	11.44	54.01
수단그라스잡종	13	35.64	15.96	58.32

* 축산기술연구소

이 옥수수는 다른 사료작물에 비해 건물수량 뿐만 아니라 TDN(가소화 영양소 총량)가도 높음을 알 수 있다

3. 좋은 품질의 옥수수 사일리지 만들기

가. 황숙기에 수확할 것

사일리지 조제에 적합한 옥수수의 수확적기는 수분 함량이 62~65%인 황숙기로 알려져 있다. 그러나 그때가 과연 언제인지를 농민들이 판단하는 것은 쉽지가 않다. 작물은 종실이 달리면 유숙기를 거쳐 호숙기 그리고 황숙기에 도달하게 되는데 옥수수 종실을 손톱으로 눌러 보았을 때 딱딱하게 느껴질때가 바로 황숙기이다. 또 다른 방법으로는 밀크라인(흑색층)을 관찰하면 된다.

종실을 부러뜨려 뒤집어 보면 종실 하단부에 까만 흑색층이 형성되는데 이 흑색층이 종실의 1/3~2/3지점에 도달할때가 바로 황숙기인 것이다. 그러나 이런 작업들도 애매하게 여겨질 경우에는 옥수수 파종후 70~80일이 지나면 수염이 나오는데 수염이 50% 나온후 35~42일경이 수확적기인 황숙기이다.

또한 수분함량으로도 수확적기를 판별하기도 하는데 약 1분정도 꼭 쥐었다가 손을 벌릴 때 손가락이 축축하지 않고 재료의 뭉치도 서서히 풀어지면 사일리지 재료로서는 최적 상태라고 할 수 있다.

표3에서 보는 바와 같이 수확시기가 진행됨에 따라 옥수수 사일리지의 TDN가가 높아졌으나, 황숙기 이후에는 오히려 TDN가가 감소되어 품질의 저하가 일어나고 있음을 알 수 있다. 따라서 사일리지용 옥수수의 수확은 황숙기에 이루어지도록 하는 것이 바람직하다.

표 3. 옥수수 사일리지의 수확시기별 영양소 함량 (단위 : %)

숙기별	조단백질	조지방	조섬유	TDN	TDN지수
유숙기	9.49	3.51	32.04	56.02	86
호숙기	7.97	3.11	30.75	53.44	82
황숙기	9.72	3.57	32.02	65.52	100
완숙기	8.71	2.64	31.94	58.36	89

한국 표준 사료 성분표(축산기술연구소)

**옥수수 사일리지는 우리나라
낙농 농가에 있어서
가장 중요한 자급 조사료원으로
그 중요성은 날로 증대되고 있다.**

좋은 옥수수 사일리지 만들기

- ▶ 황숙기에 수확할 것
- ▶ 수분함량이 낮으면 짧게 절단할 것
- ▶ 충분한 진압이 되도록 할 것
- ▶ 사일리지 급여는 착유후에 할 것

나. 수분함량이 낮으면 짧게 절단할 것

절단길이는 옥수수의 성숙도, 수분함량에 따라 다르겠지만 재료의 수분함량이 낮을 경우에는 진압에 어려움이 있으므로 되도록 짧게 절단해 준다. 그러나 너무 짧게 절단할 경우 위내 통과속도가 빨라 소화율이 감소되고 착유우의 경우 유지율의 감소와 제4위 전위증을 유발시킬수도 있기에 보통 1.0~2.0cm정도로 절단해 준다. 요즘은 기상 변화로 인하여 지연수확이 일어날 수 있으므로 수분함량에 따라 절단길이를 조절해줄 필요가 있다.

다. 충분한 진압이 되도록 할 것

진압을 하는 목적은 공기를 배제시켜 유산균의 증식을 촉진시키며 즙액의 삼출을 촉진하고, 용적을 줄이는데 있다. 우리나라에서 대체로 많이 이용되는 사일로의 형태는 트렌치형인데 이때의 진압밀도는 600~700kg/m³이 적당하며 탑형인 경우는 이보다 약간 낮아도 무방하다. 트렌치 사일로의 경우 트랙터나 포크레인을 이용하여 충분한 진압을 하게 되지만 벽에 닿는 부분은 진압이 어렵다. 이때는 사일로를 만들 때 양쪽 벽면을 약간 경사지게 만들어서 진압밀도를 높이도록 해준다.

탑형 사일로는 대형작업기계로 진압하기 어렵기 때

사양관리

문에 사람이 들어가서 세심한 주의를 기울여가면서 진압해주도록 한다. 표4에서 보듯이 진압밀도가 700 kg/m³일때의 사일리지 품질이 가장 우수하게 나타났으며 건물손실량도 가장 적었다.

진압이 끝난 후에는 사일로로 윗부분을 비닐로 덮어주며 흙이나 페타이어 등을 이용하여 가압을 하도록 한다.

표 4. 진압밀도에 따른 사일리지의 품질변화

진압밀도 (kg/m ³)	건물율 (%)	건물손실 (g/kg)	NDF (%)	ADF (%)	암모니아태 질소(%)
400	26.1	84	54.0	30.5	6.5
500	25.4	89	51.4	28.8	6.5
600	26.4	70	49.6	27.5	6.5
700	26.7	66	47.7	26.6	5.7

임상훈(1992)

라. 사일리지 급여는 착유후에 할 것

사일로에 충전된 사일리지는 1~2일 후부터 발효가 시작되고 약 1주일후면 발효가 최고에 달하였다가 서서히 쇠퇴하여 30~40일후면 가축에게 급여할 수 있다. 사일리지를 꺼낼때는 2차발효에 유의하면서 적절한 두께로 파내도록 하는데 여름의 경우 10cm이상, 겨울에는 5cm이상으로 파들어가는 것이 좋다. 매 급여시 또는 1일분씩 파내는 것이 이상적이나 노동력을 고려할 때 2~3일분씩 한꺼번에 파내어 두었다가 먹여도 겨울철에는 품질저하가 거의 없다.

착유우에 사일리지를 급여할때는 체중의 4~5%정도를 급여하여도 무방하며 우유내에 사일리지의 냄새가 흡수될 우려가 있으므로 착유후에 급여하는 것이 바람직하다.

4. 사일리지용 첨가제

옥수수나 당분 함량이 높고 단위면적당 수량도 높은 사일리지 조제에 가장 이상적인 사료작물로서 특별한 첨가제를 이용하지 않아도 조제가 가능하다. 그러나 근래 재배면적의 대규모화 및 기상이변으로 인

해 조기 및 지연수확이 필연적으로 따르게 되어 고품질의 사일리지 조제 및 손실을 최소화 하기 위해서 첨가제의 이용이 권장되어지고 있다.

첨가제는 작업기계에 부착하여 수확과 동시에 처리하거나 저장시 20~30cm두께당 적당량을 첨가한다. 특히 벽에 닿는 부분과 윗부분은 쉽게 부패하기 때문에 조금 많은 양을 사용한다. 이런 사일리지용 첨가제는 사람마다 다르게 분류하지만 여기서는 발효억제제, 발효 자극제 및 양분첨가제 등으로 나누어 보겠다.

가. 발효억제제

사일리지의 pH를 신속하게 저하시켜 보존 능력을 증진시키는 것으로 산도가 낮아진 만큼 젖산 발효가 필요없게 된다. 주로 유기산을 첨가하게 되는데 대표적으로 개미산(Formic acid)이나 프로피온산(Propionic acid) 등이 쓰인다. 처리시는 재료중량의 0.3~0.5%를 분무기로 뿌려주며 이 유기산들은 개봉후의 2차 발효를 억제하기도 한다. 그러나 처리시 발생하는 냄새는 사람에게 해를 줄 수 있으며 작업기계가 부식되는 단점이 있다.

나. 발효 자극제

사일리지 발효에 필요한 미생물 또는 영양소를 직접 첨가하여 발효 양상을 개선시킬 목적으로 이용되며 미생물 제제, 효소, 당밀 등이 이에 해당한다. 미생물 제제는 비용이 저렴하고 취급이 용이하며 잔류 및 환경오염에 대한 문제가 없기에 근간에 많이 이용되는 것으로 가장 대표적인 Lactobacillus 위주의 미생물을 이용하고 있다.

첨가시는 생초 g당 106 CFU(Clony forming unit, 미생물단위)를 물에 녹여 하룻밤 두거나 즉시 뿌린다. 또한 효소 및 당밀은 유산발효의 재료가 되는 당분을 보충시켜주는 것으로 효소는 주로 섬유소를 분해하여 미생물이 이용가능한 당분으로 전환시켜주는 역할을 하며 당밀은 직접 당분을 첨가하는 것으로 1~2%를 동량의 물에 희석시켜 뿌린다.



다. 양분 첨가제

옥수수나 수단그라스 등에 있어서 부족하기 쉬운 단백질을 보충해주기 위한 첨가제로 요소, 암모니아, 모레아(당밀+요소) 등이 이용되며 그의 무기물, 곡류 등도 부족 양분을 조절하기 위해 첨가된다. 요소는 약 0.3%를 물에 녹여 뿌려준다.

그외에도 수분조절을 위해 물, 밀기울, 벼짚, 비트 펄프 등의 다양한 부산물을 첨가할 수 있으나 이런 부산물의 이용은 오히려 영양소를 희석하게 되므로 사용에 신중을 기한다. 일반적으로 조기 수확된 사일리지의 경우 다량의 누즙으로 인한 영양소 손실을 방지하기 위해 밀기울, 벼짚, 비트펄프 등을 5~10%정도 첨가하는 것이 바람직하며 지연 수확되어 건물을 이 높아진 경우 사일리지의 수분함량을 맞추기 위해

서는 표 5에서 보는 바와 같이 필요한 만큼의 물을 첨가하기도 한다.

맺는말

옥수수 사일리지는 우리나라 낙농 농가에 있어서 가장 중요한 자급 조사료원으로 그 중요성은 날로 증대되고 있다. 옥수수는 사일리지 조제에 있어서도 가장 이상적인 작물로 조제가 쉽고 수량도 높지만 수확 및 저장 중의 손실에 대해 간과하기 쉽다.

사일리지의 품질은 원재료의 수분함량(황숙기 수확), 적당한 절단, 진압 및 밀봉 등 다양한 요인에 의해서 좌우되기에 어느것 하나 쉽게 생각할 수 없다. 따라서 모든 요인들을 철저히 지키는 것이 중요하며 부득히 필요할 경우 첨가제를 사용한다. 첨가제는 조제 비용이 추가되므로 득실을 따져 신중하게 결정한다.

날로 어려워지는 낙농업이 살기 위해서는 경영비중 차지하는 사료비를 절감하는 수밖에 없으며 가장 최선의 방법이 자급 조사료로 농후사료를 대체하는 것이다. 옥수수는 이 자급 조사료에 있어서 가장 중요한 사료작물이되며 전 후작물의 적절한 선택으로 연중 사일리지 급여체계를 이룬다면 고능력우 사양은 물론 낙농 경쟁력 향상으로 농가소득증대에 기여하리라 본다. ☺

(필자연락처 : 0331-290-1758)

표 5. 옥수수 사일리지의 물첨가량(l / t)

재료의 수분함량(%)	원하는 수분함량(%)					
	56	58	60	62	64	66
54	41	86	136	191	252	320
56		43	91	143	201	267
58			45	95	151	214
60				48	101	160
62					50	107
64						53

Pioneer forage manual(1995)