



양질 옥수수 사일리지는 어떻게 만들까?

1. 머리말

목초및 사료작물의 계절적인 편중 생산과 초식가축의 생산능력에 따른 생리적인 요구에 합당한 편중 사료공급을 목적으로한 저장조사료인 사일리지 만들기는 젖소나 비육우를 사육하고 있는 농가의 경영규모의 영세성으로 인하여 기계화 조제작업의 제한과 인력동원이나 인력관리의 어려움으로 인하여 일부지역의농가에서는 도급형태의 사일리지 만들기를 시도하고 있거나 혹은 청예하여 급여하면서 사일리지 만들기를 기피하는 경향도 있으나, 풀을 섭취하여 생명현상의 유지뿐만아니라 생산활동을 영위할 수 있는 능력을 가진 반추가축을 생산능력에따른 생리적인 요구를 충족시켜줄 수 있는 합리적인 사료급여가 아닌 사료가치가 낮은 저질조사료에 속하는 볏짚을 중심으로 농후사료를 많이 주는 균형이 맞지않는 사

한 정 대

축산시험장 낙농과 축산연구원

료의 장기간 급여는 생산능력의 점차적인 저하뿐만 아니라 여러가지 대사성질병이나 번식장애로 인한 경제적인 손실을 가져오는 원인이 되므로 장기적으로는 양질조사료를 기초로한 사양관리가 이루어져야만 하겠다. 그러나 사일리지 만들기는 작업의 번거로움이 있기는 하지만 일반적으로 지켜야 할 조제기술을 등한시 하게되면 그 품질이 불량하여 지고 손실이 많은 사료가치가 아주 낮은 불량발효사일리지가 될 수도 있음을 간과해서는 안될 것이다.

2. 사일리지의 저장성

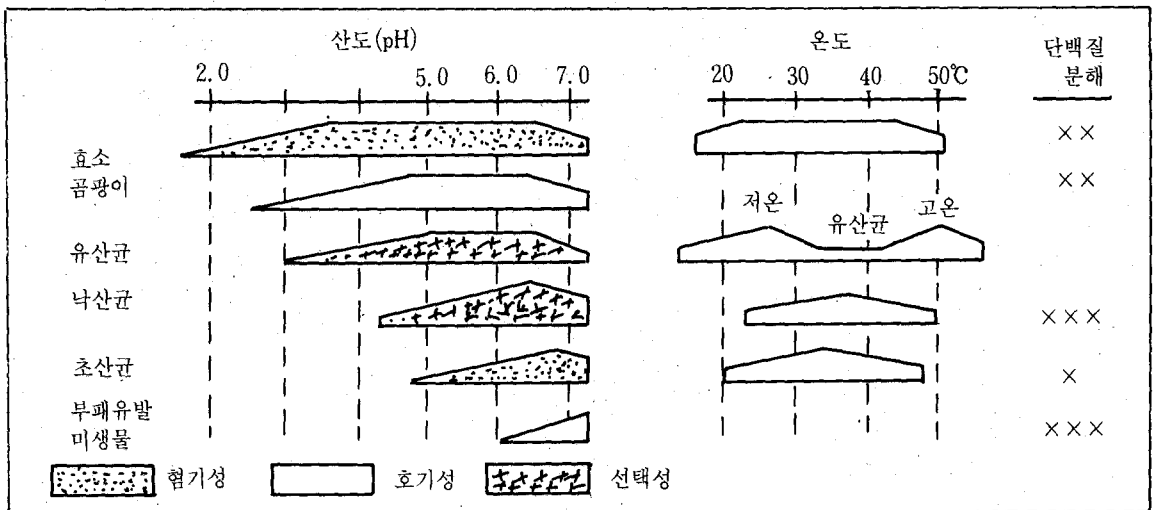
수분함량이 많은 다즙사료의 장기간 저장은 미생물의 활동에 적합한 사일로 내부에서의 환경조건을 조성하여 줌으로서 유용미생물이 급속히 증식하게 되고 이때에 생성된 유기산에 의하여 저장성이 부여된다. 미생물의 활동에 의하여 몇일이내에 원재료중의 산도(pH)가 빠른 속도로 낮아지며 산성에 견디는 힘이 약한 미생물은 그 활동이 중지되고 산성에 비교적 강한 미생물이 주로 활동하면서 대사산물인 유산을 분비하는 유산생성균 주요 미생물로 남으며 계속되는 산생성량의 증가는 유산균의 활동조차 억제되

는 수준인 산도(PH) 3.5에서 4.5까지 사이에는 미생물수가 적어지며 이 상태에서 사일로나 조제기술상에 결함으로 산도가 다시 높아지지 않는한 장기간 저장 가능하며 외기를 완전 차단시킨 밀봉상태에서는 수년간 사료가치의 변동없이 저장된다. 유용미생물인 유산생성균은 초기에는 미생물군중 1%미만을 점유하고 있을 뿐이나 적절한 환경조건하에서는 급속히 증식되는 반면 탄수화물, 단백질과 생성된 유산을 분해하여 물, 탄산가스 및, 초산을 생성하는 락산균이나 습기가 많고 공기가 존재하는한 활동을 계속하는 초산균이 활동을 억제하여 줄 수 있는 조치를 적절히 해주어야만 발효중에 발생하는 피할수 있는 손실을 줄이면서 사료가치가 높은 양질의 사일리지를 만들 수 있다(그림1).

3. 사일로 준비

사일로는 사일리지용 목초 또는 사료작물을 충전하여 일정기간 저장할 수 있도록 설계되고 축조된 대형의 용기로 그형태는 간단한 토굴식 간이 트랜치사일로, 백을 설치한 병커사일로, 원형의 탑형사일로, 기밀사일로등 다양하나 재료의 충전, 진압과 공기의

그림 1. 사일리지 조제와 관련된 각종미생물의 생육조건(산도, 온도)과 단백질 분해



배출 및 급여시의 편리성등을 고려하여 설치하여야 하겠으나 규모가 영세한 농가의 경우 손실물은 비교적 많긴 하지만 간이 트랜치를 설치하는 것도 무방하겠으며 사일로의 크기는 사일리지 대상작물의 재배면적, 예상수확량을 고려하여 간이 지하식 트랜치사일로의 규모를 표1과 같이 설정하였으며 이때의 높이, 상하면의 폭, 길이등은 농가의 여건에 따라 작업의 편리성과 빗물이나 지하수의 유입을 방지할 수 있는 장소에 설치하되 사일로를 개봉후 급여시에 공기에 노출되는 면적을 적게하고 재료의 충전시 진압이 용이하도록 깊이는 깊게, 폭은 좁게, 길이는 길게하는 것이 좋겠으며 사일로의 형태에 따라 간이트랜치사일로는 탑형이나 콘크리트벽의 트랜치사일로에 비하여 5~10% 정도의 조제손실이 더 있는 것으로 알려져 있으나 사일로형태보다는 재료의 진압과 밀봉 정도 및 개봉후의 급여방법에 따라 건물손실율이 6~30% 이상에 달하기도 한다.

4. 사일리지 재료의 수확시기

일반적으로 작물은 생육시기가 진전됨에 따라 줄기와 이삭의 비율이 증가되는 반면 엽부위의 비율은 점차감소되면서 식물체의 목질화가 빠르게 진행되

표 1. 사일리지재료의 예상수확량에 따른 트랜치사일로의 규모 추정

구 분	예상 수확량 (kg/10 ^a)		
	5,000	6,500	8,000
생초생산량(톤/5 단보)	25.0		
소요트랜치사일로			
규격 (m)			
바닥넓이		32.5	2.2
윗면넓이	2.2	2.2	2.2
높이	2.0	2.0	2.0
길이	12.5	16.3	20.0
용량 (m ³)	1) 50.0	65.0	80.0
사일리지생산량(톤)	2) 20.0	26.0	32.0

1) 소요용적의 10% 추가 및 사일리의 중량 550kg/m³
 2) 생초생산량의 20% 손실고려

로 소화율이 현저히 저하되어 사료 가치는 낮아지게 되는 현상을 보이므로 양질의 사일리지를 만들기 위하여는 단위면적당 양분생산량이 가장높은 시기로 대상작물별 적정 수확시기를 결정하여야 하겠다.

중부지방에서의 옥수수 파종적기는 4월중하순으로 이때 파종된 옥수수는 지상부에 출현되기까지 10여일정도가 소요되며, 품종에 따라 차이가 있긴 하지만 출현후 90일정도에 유숙기, 100일 내외에 호숙기, 110일정도면 황숙기에 달하여 이때가 8월중하순경으로 사일리지 만들기에 적당한 수확적기가되며 이삭의 수염이 나온후 대략 40~45일이되는 시기이다(표 2).

표 2. 사일리지용 옥수수(수원 19호)의 생육시기별 특성(축시, 1979)

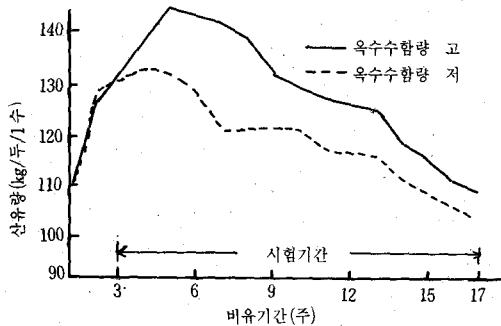
구 분	생 육 기			
	유숙기	호숙기	황숙기	완숙기
수 분 함 량 (%)	81.6	77.5	72.2	65.6
건 물 수 량 (kg/10a)	1,534	1,875	2,137	2,020
부위별 구성비율 (%)				
잎	41.6	36.3	33.7	22.9
줄 기	38.6	31.9	25.9	27.8
이 삭	19.8	31.8	40.4	49.3
가소화양분총량 (kg/10a)	1,019	1,156	1,383	1,152
조 단 백 함 량 (%)	10.5	9.7	7.6	8.2

옥수수는 유숙기이후 완숙기까지 종실비율이 증가되면서 비교적 완만한 소화율 감소경향을 보이고 있으며 건물함량이 35%까지는 세포벽구성물질의 감소, 수용성탄수화물의 전분상태로의 전환 및 수분함량 감소에 기인된 발효제한으로 인한 산(酸)생성량의 감소, 단백질의 분해에 의한 암모니아태 질소의 생성량이 적어 가축의 섭취량이 늘어나며 영양분 생산량도 가장많은 황숙기말이 수확적기이며 이보다 이른시기의 수확은 량도 적을 뿐만 아니라 삼출액발생, 당분의 효소에 의한 알콜발효로 상당한 건물손실이 있게되며, 완숙기에 이르면 재료의 충전시 진압에 어려움이 따른다.

5. 옥수수 종실함량과 사료가치

옥수수사일리지중에 종실함량이 증가되면 섭취량이 늘어나면서 영양분공급량이 증가되어 옥수수종실함량이 낮은 사일리지급여시 보다 산유량이 늘어나게 되므로(그림2) 종실이 많이 함유된 사일리지를 만들어야 하겠다. 물론 종실함량이 증가되면 에너지함량이 높은반면 조섬유함량이 낮아져 반추위내의 지방산 조성이 초산에서 프로피온산쪽으로 변화하는

그림 2. 옥수수사일리지중의 옥수수 함량이 산유량에 미치는 영향

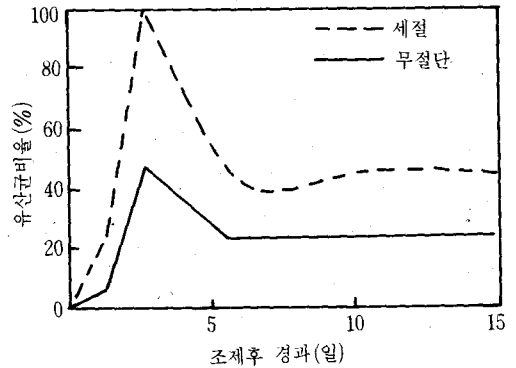


경향이 있을수 있겠으나 총급여사료중 조섬유함량을 벗짚등의 급여로 증가시켜 주면 되겠다.

6. 원재료의 절단길이

재료의 세절은 즙액유출을 촉진시키어 유용미생물의 활동을 조장하고(그림3) 재료투입후 진압과정에 공기의 배출을 용이하게 하여 산(酸)의 생성을 촉진하는 외에 사일로내의 단위면적당 충전밀도를 증가시켜 수분함량이 79%인 재료를 32cm에서 0.6cm로 짧게 세절한 경우에 10톤규모의 사일로내의 충전량을 592kg에서 686kg/m³으로 15%정도 증가시켜 주었으나 삼출액의 발생은 25ℓ에서 52ℓ/톤으로 증가되었다. 반면 수분함량이 많은 재료(61.5~71.0%)에

그림 3. 원재료의 세절이 목초사일리지중의 유산균 증식에 미치는 영향 (Weise, 1968)



서는 충전량이나 삼출액발생에 차이가 없었다는 것으로 보아 외국에서는 일관된 기계화작업으로 0.5~1.7cm정도 세절하는 것이 일반화되어 있긴 하지만 재료의 수분함량이 65~75% 범위내에서는 농가에서 쓰고 있는 옥수수칼대에 의한 절단길이면 진압및 발효에 적당한 절단길이이라고 사료된다.

옥수수사일리지중의 종실함량이 많은 경우 종실의 소화율을 높여주기 위하여 2회의 재절단의 경우에도(표 3) 섭취종실중 22%가 배설물중에 배설되어 0.7cm절단시에 비하여 3.6%정도만 소화율을 개선시키는 결과를 보이는데 지나지않았고 세절에 필요한 에너지의 추가소요등을 고려하면 미세한 크기로 세절

표 3. 재료의 절단길이가 옥수수사일리지의 발효조건및 배설물중의 옥수수알곡함량에 미치는 영향 (Zimmer, 1976)

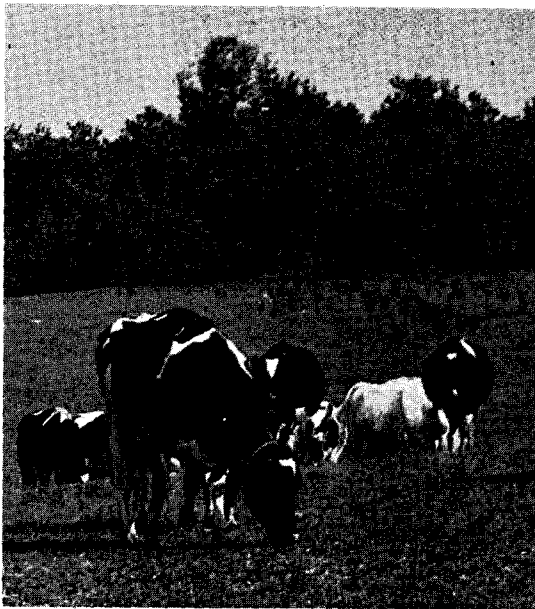
구 분	절 단 길 이 (cm)			
	1.4	0.7	0.4	2회절단
절단에너지량(kw/시간,톤)	-	1.6	2.1	3.5
충진밀도(%)	100	106	114	125
발효손실				
건 물(%)	3.7	3.7	3.4	3.1
에너지(%)	7.6	7.2	8.3	7.4
총산함량(건물,%)	9.37	8.59	9.22	9.85
(옥수수알곡함량(%)				
사일리지중(건물,%)	19.0	15.0	12.5	5.5
배설물중(섭취건물,%)	-	5.8	-	2.2

하는 것은 바람직하지 않다.

7. 삼출액 발생과 재료의 오염방지

삼출액은 사일로의 형태, 진압정도 및 원재료의 수분함량에 따라 차이가 많으며 10톤규모의 사일로에서 재료중 수분 함량이 80%와 62%일때의 삼출액량은 재료톤당 52ℓ에서 무발생까지 차이가 많았으나 재료의 수분함량이 70~75%인경우 대략 11ℓ/톤 정도가 발생되며 재료충진후 18일까지 대부분의 삼출액이 발생된다. 삼출액은 생성된 산(酸)을 함유할뿐만 아니라 무기물등을 함유하고 있어 생물학적인 산소요구량(BOD)이 가정에서 배출되는 하수물에 비해 150배정도 높으며 23.4%의 건물 함량을 가진 사일리지 1톤에서 발생되는 삼출액은 가정폐수 18,000ℓ 과 맞먹는 량에 해당된다.

사일리지재료의 수확, 운반, 절단 및 충전과정에서 발생할 수 있는 흙에 의한 오염, 특히 수분함량이 높은 재료는 소화장애를 유발할수 있으며 발효과정에서 완충작용의 증가로 산도저하를 억제하여 불량발



효의 원인이 되어 사일리지의 품질저하, 소화율감소 등을 일으키게 됨으로 전작업과정에서 주의를 요한다(표 4).

표 4. 목초의 흙에 의한 오염이 회분, 가스화조단백질 및 유산함량과 소화율에 미치는 영향

오염 정도	원재료중 회분(% , DH)	사일리지(DM, %)		
		유산	가스화조단백 ¹⁾	소화율
적음	13.9	1.22	2.8	63
심함	26.5	0.44	1.3	47

1) 원분중 함량

8. 재료의 충전, 진압 및 밀봉

사일리지의 발효는 재료의 충전과 동시에 시작되어 사일로내의 호기성미생물의 활동과 호흡등에 의한 초기의 온도상승은 5~15℃에 달한후 차츰 혐기성 미생물의 증식에 의한 유산생성으로 전환되므로 충전 1~2일후면 상당한량의 산이 생성되므로 재료의 충전은 중단없이 계속하면서 측면을 주로하여 공기배출을 위한 진압이 전면에 균일하게 실시되어야 하겠다. 재료의 부족이나 기상환경의 갑작스러운 변화등에 의한 재료충진작업이 한나절이상 지연 될 경우에는 바로 비닐등을 이용하여 임시로 덮어주어 강우나 공기의 유입으로 인한 불량발효의 위험을 방지하여야 한다.

재료의 마지막 충전은 사일로의 중간부위가 볼록하게 하여야하며 마지막충진 재료는(표면 30~50cm) 수분함량이 아래층보다 많은 것이 진압에 좋다.

충진완료후에는 이미 준비해온 0.1mm두께의 넓은 비닐(1.8m)을 측면과 중앙부위의 접촉부위에 주의하면서 완전히 밀봉하고 그위에 보온덮개등을 덮어 준후 모래주머니, 헨다이아등 기타의 재료를 이용하여 눌러주고 배수로를 설치하여 주면 되겠다.

마무리된 트랜치나 탑형사일로는 자체중량과 발효

에 의하여 전체사일로 용적중 트랜치 5%, 탑형 20% 정도가 가라앉아 빈공간으로 남는 경우가 많으나 재료의 재충진은 가급적 피하는 것이 좋다. 물론 기밀사일로는 재료의 건물함량이 높아 삼출액이 발생되지 않는 재료를 처음에 3/4정도 채우며 기밀사일로 내에 재충진하는 경우에는 재충진에 따른 문제가 없지만 탑형사일로의 경우에는 수분함량이 70%이상인 재료의 재충진시는즙액의 누출로 인한 아래층의 생성된 산을 희석시켜 산도(PH)가 다시 높아지는 경우가 있어 불량발효의 원인이 되며 트랜치사일로의 경우는 노출면적이 많아 재충진시 부패의 위험이 많다.

9. 사일리지급여 개시시기

산도(PH)가 빠른속도로 낮아지는 주요한 발효는 3~8일간 계속되며 그후 3주정도는 제2차발효에 의한 안정기로 사일리지는 만들기 시작한후 4주정도 지나면 급여하기 시작해도 된다.

일단개봉하여 공기와의 접촉이 시작되면 사일리지중의 호기성균과 각종효소의 재활동에 의한 중요한 영양성분의 손실이 발생하게 되므로 1일 15cm이상의 사일리지층을 가축에 급여하여야 한다. 공기에 노출된 사일리지는 생성된 유기산, 잔여 수용성탄수화물, 전분및 단백질의 분해및 심한경우 세포벽구성물질까지 소비되는 심한 건물손실을 나타내는 경우도 있다(표 5).

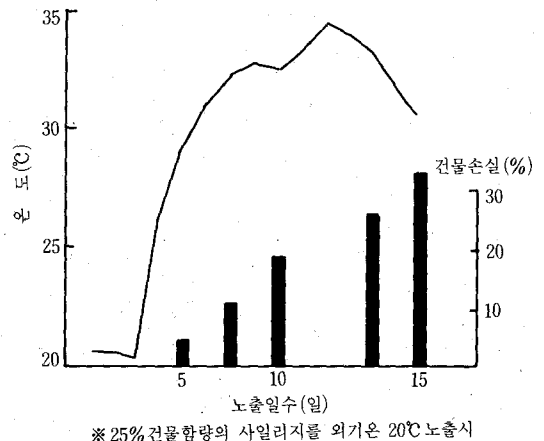
표 5 옥수수사일리지의 공기유입에 의한 손실과 사일리지 품질(Gross, 1979). (건물 함량 29.7%)

밀봉 상태	공기유입량 l / 100kg 건물	전분가 손실 (%)	유산 (%)	초산 (%)	낙산 (%)	평점*
양호	0	5.2	1.94	0.61	0.00	92.8
보통	30	7.3	1.66	0.59	0.01	91.0
불량	60	10.0	1.48	0.66	0.01	82.8

*Flieg 평점.

노출후 온도의 상승으로 나타나는 미생물의 활동으로 노출 3일째부터 산도가 현저히 높아지면서 탄산가스(CO₂)생산량이 늘어나고, 여름철의 외기온도가 높은 경우에는 건물손실비율이 증가되어 정도가 심하면 원래의 조제과정에서의 손실보다 더많은 손실이 예상되므로(그림 4) 공기와의 접촉면을 줄이기 위하여 꺼낸후의 단면은 편편한 상태로 유지하고 불필요한 부위의 원형손상을 방지하고 직사광선이 닿지 않도록하고 빗물등의 유입도 방지하여야 하겠다.

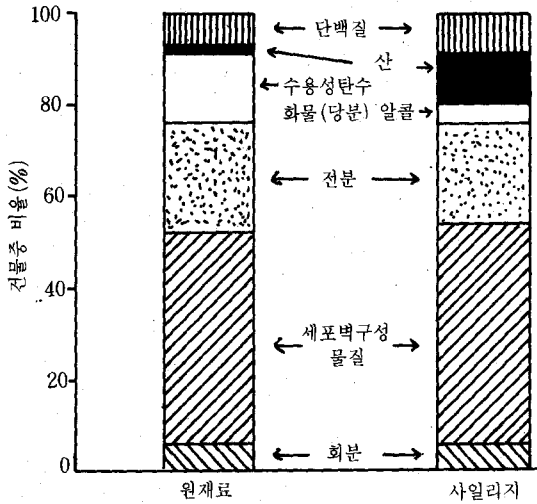
그림 4 외기노출시 옥수수사일리지의 온도 및 손실율 변화



10. 원재료와 비교한 사일리지의 영양성분변화

옥수수는 사일리지를 만들면 수용성 탄수화물(당분)이 단쇄의 유기산과 알콜로 변화되나 세포벽구성물질이나 회분등은 변화가 적으며 조단백질은 함량에는 차이가 없는경우가 많으나 단백질의 구성성분에는 식물효소와 세균효소에 의해 변화를 받게된다(그림 5).

그림 5 옥수수의 사일리지 조제전과 후의 성분조성 변화(Wilkinson, 1978)



유기물소화율은 1.1~3.1%, 에너지함량은(NEL) 1.1~5.6% 정도가 발효기간중의 당분손실로 원재료에 비하여 낮아지는 것으로 알려져 있으나 그 정도는 심하지 않으며 가축에 의한 섭취량은 6~29% 정도 감소되는 것으로 알려져 있으나 이는 산(酸)발효의 정도에 따라 달라지며 섭취량감소를 완화하여 주기

표 6 산 또는 알카리의 첨가가 반추가축에 의한 사료 섭취량에 미치는 영향(Wilkinson, 1978)

사료별	첨가수준 (%, 건물)	자료의 산도(pH)		건물섭취량 증감(%)
		처리전	처리후	
청예옥수수				
초산	6	-	-	-10
유산+초산	6+2	5.5	3.9	-12
옥수수사일리지				
초산	5	-	-	-10
유산+초산	6+2	4.2	3.7	-9
암모니아수 (NH ₄ OH)	2~3	3.8~4.0 3.9~4.0	4.6~5.0	+14~+34 +4~+18
중탄산나트륨 (NaHCO ₃)	3~7		5.0~5.5	



위하여는 재료중의 수분함량을 예건등의 방법으로 줄여주면 산생성량을 줄여 사일리지의 섭취량을 증가시킬 수도 있고 농후사료의 보충급여로 전체급여사료의 소화율을 67%정도로 향상시켜주는 방법, 보다 적극적인 방법은 표6에서와 같이 사일리지의 산을 알카리 첨가로 중화하여 주기도 한다. 그러나 사일리지를 농후사료와 혼합급여하면 산에 의한 사일리지의 섭취량에는 영향이 적을 것으로 사료된다.

11. 첨가제의 이용

옥수수는 영양성분 조성이 단백질함량은 낮고 발효성탄수화물인 당분이 많으며 황숙기에 수확하면 사일리지 만들기에 적당한 수분함량을 함유하고 있어 사일리지 조제기술의 적절한 적용으로 양질의 사일리지가 될 수 있는 사일리지에 가장 적당한 재료임으로 별도로 첨가제구입비용, 첨가인건비의 추가부담 외에도 재료와의 균일한 배합이 어려운 상태에서 첨가제이용에 의한 현저한 발효조건 개선효과는 기대하기 어렵다. 그러나 개미산과 유산균첨가제를 간단히 언급하면 다음과 같다.

—개미산 : 유기산으로 강한산성과 휘발성이 있는 무색투명한 액체로 원액은 85%이나 농업용은 65%로 희석하여 공급되며 첨가효과는 충분히 인정되고 있으나 적당한 첨가기구가 개발되지 않은 상태에서 재료톤당 4l 정도를 조루로 20~30cm마다 층별로 살포하고 측면과 상층부에 주로 살포하면되나 강산과 휘발성으로 인한 취급자의 안전을 특히 고려하여야 한다.

—유산균첨가제 : 유산균과 효소등을 기질과 혼합한 가루상태의 첨가제로 시중의 외국산 첨가제는 재료의 0.01~0.05% 첨가를 권장하고 있으나 첨가대

상 재료중에 충분한 발효성탄수화물이 함유되어 있어야하며 첨가하였을 경우 유산생성량을 증가시켜 주고 초산이나 암모니아 질소 함량을 감소시키는 측면도 있고 가루상태로 첨가가 비교적 용이하나 언급한바와 같은 추가비용과 노력에 비하면 가축의 생산성에 미치는 효과는 항상 논란의 대상이 되고 있다.

12. 맺는말

저장조사료인 사일리지 만들기는 옥수수의 경우 영양분조성이나 식물체의 물리적인 구조자체가 미생물발효에 적합한 상태이므로 수확적이인 황숙기에 수확하면 단위면적당 영양분생산량이 가장 높으며 이때에 집중적으로 인력과 기계를 합리적으로 연결하여 작업에 따른 고려사항 즉 수분함량이 많은듯 싶으면 하루정도 베어놓은 포장 상태에서 예건하여 절단하면서 신속한 충전과 충분한 진압및 완전한 밀봉이 되도록하면 양질의 옥수수사일리지를 만들수 있으며 전작업기간중에 간과하기쉬운 흙에 의한 오염이나 지연작업의 경우는 임시피복등을 실시하여 눈에 보이지 않는 손실을 최대한 줄이도록하여 향긋한 냄새가 나는 황갈색의 사료가득가 높은 사일리지를 만들어 가축에 급여하여야만 하겠다.

● 우유소비홍보표어 ●

여름철 건강은

원유의 음용으로...