

연천지역에 있어서 옥수수 사일리지의 개봉 후 경과기간에 따른 사료성분 및 발효품질

성경일 · 김곤식 · 이준우 · 김병완 · 김상록*

Chemical Composition and Fermentation Characteristics of the Corn Silage During Feedout at *Yonchon* of *Gyeonggi-do*

Kyung Il Sung, Gon Sik Kim, June Woo Lee, Byung Wan Kim and Sang Rok Kim*

ABSTRACT

The purpose of this study is to discuss the ways to consistently feed high quality corn silage(CS). This study evaluated the effect of the corn silage, after a certain time has elapsed, on the chemical composition and fermentation characteristics after feedout during the winter feeding period of the CS. Six samples of CS from four dairy farms(E1, E2, E3, and L1) were taken in order to feed the milking cows over a winter feeding period from November of 2002 until February of the following year, 2003(six samples were taken at the following dates in the following order: sample one was taken on the 23rd Nov. 2002, sample two on the 8th of Dec. 2002, 3rd sample on the 23rd of Dec. 2002, 4th sample on the 7th of Jan. 2003, 5th sample on the 22nd of Jan. 2003, and the 6th sampling was carried out on the 6th of Feb. 2003) at the three sampling sites after the opening of the trench silos at intervals of 15 days.

In the dry matter contents of CS, there wasn't any specific tendency according to the elapsed time in the range of 21.3~27.3% at all four dairy farms(E1, E2, E3, and L1). And the average dry matter contents were 24.1, 25.9, 23.6, and 20.4%. Considering the proper amount of the dry matter of CS during the ripen yellow stage, the appropriate moisture content was 33%(NRC, 1989), and these dry matter contents were all low. A consistent tendency was not found in the contents of CS. The average of CP contents were 10.2, 8.0, 8.5, and 9.8% at the E1, E2, E3, and L1 farms, and there were significant differences. The TDN contents of CS were not different among farms according to the time elapsed. The pH, according to the time elapsed after opening of the CS, there were no differences at each of E1, E2, E3, and L1 farms. Average pH were 3.8, 3.9, 3.6, and 4.1, and all of them were in normal range. In the lactic acid contents of CS, a consistent tendency was not found among four farms. But, according to the time elapsed, there was a great difference from 1.13~7.8%. The acetate, propionate, and butyrate contents of CS were very low. In this study, there was no significant difference in the CS's chemical composition and fermentation characteristics according to the elapsed time at all four dairy farms. Considering the proper dry matter contents of CS during the ripen yellow stage, the appropriate dry matter content was 33%, and dry matter contents of four farms were all low. To enhance the quality of corn silage should be ensiled corn at proper dry matter content range from 28 to 35%. Therefore, content of the corn plant should be always be closely monitored prior to beginning harvest.

(Key words : Corn silage, Chemical composition, Hermentation characteristics, Feed out)

I. 서 론

서울우유조합원 목장을 대상으로 실시한

2002년 목장종합실태조사(성, 2003)에 의하면 가장 많이 재배하는 사료작물은 옥수수로 재배면적의 57.2%를 차지하고 있으며, 옥수수

강원대학교 동물자원과학대학(College of Animal Resource Sciences, Kangwon National University, Chuncheon, 200-701, Korea)

* 경기도 의정부시 농업기술센터(Uijeongbu city Agricultural Development & Technology Center, Gyeonggi-do)
Corresponding author : Kyung Il Sung, Tel : +82-33-250-8635, Fax : +82-33-242-4540, E-mail : kisung@kangwon.ac.kr

사일리지(Corn silage, CS) 이용률은 83.8%에 달한다. CS의 이용 증가는 연천지역에서도 같은 경향을 보여 260여 낙농가 중에서 2/3가 CS를 이용하고 있었다. 그러나 CS에서 많이 나타나는 영양소 손실을 보면 개봉 후 사일리지 표면이 공기접촉에 의해 발효 품질이 저하하는 호기적 변패를 들 수 있다. 호기적 변패에 의한 영양소 손실은 0~15%(McDonald, 1991)의 범위로 변이가 크지만, 주로 원료의 수분 함량, 사일로 개봉(사일리지를 가축에게 급여하기 위하여 매일 사일로로부터 퍼내는 것, unloading or feedout) 기술 및 계절에 의하여 나타난다. 호기적 변패에 의한 영양소 손실은 계절과 관련해서는 겨울보다는 기온이 높은 여름이(Wardynski, 1991), 사일로 개봉과 관련해서는 공기와 접하는 면적이 큰 트랜치사일로나 벙커사일로나 기밀사일로보다 크다(Ruppel, 1993).

연천지역에서 CS의 재배 및 이용형태를 보면 사일리지용 옥수수수를 4월에 파종하여 8월에 수확, 트랜치 사일로에 저장한 후, 11월부터 이듬해 4월까지 월동용 조사료로 급여되고 있다. 그러나 겨울동안이라도 CS가 매일 급여되는 경우, 즉 급여기간이 경과함에 따라서는 호기적 변패 등이 일어날 수 있다. 특히 트랜치 사일로에 저장, 가축에게 급여하기 위하여 매일 CS를 퍼내는 경우, 표면부위가 매일 공기와 접촉하게 되므로 발열을 하며 심하면 호기적 변패(2차 발효)가 일어나게 되므로 CS의 발효 품질 및 사료성분은 매일 사일로 개봉 시 경과기간에 따라 좌우될 수 있다. 본 연구는 CS가 매일 개봉되는 조건하에서 경과기간에 따른 호기적 변패의 영향을 검토하여 농가에 양질의 CS 조제기술을 제공하고, 연천지역에서 겨울동안 트랜치 사일로에 저장 후, 매일 급여되고 있는 CS를 정기적으로 채취하여 발효 품질 및 사료성분의 변화를 조사하였다.

II. 재료 및 방법

연구기간은 2002년 11월 23일부터 2003년도 6월까지 약 7개월간 이었다. 실험장소는 경기도 최북단의 연천지역으로, CS는 조생종 3개 농가(E1, E2 및 E3 농가), 만생종 품종 1개 농가(L1 농가)로부터 채취하였다. 공시재료인 CS 품종의 경우, E1 및 E2 농가는 조생종인 DK689, E3 농가는 조생종인 P3525, L1 농가는 만생종인 DK729 였다. 파종시기는 E1, E2 E3 및 L1 농가가 각각 2002년 4월 10일, 4월 25일, 4월 7일 및 4월 6일이었으며, 수확 시기는 각각 8월 15일, 9월 4일, 8월 15일 및 8월 5일이었다. E2 농가는 파종시기와 수확시기 모두 다른 농가들보다 늦었으며, 수확시기도 지연되었다. 반면 L1 농가는 CS의 품종이 만생종임에도 불구하고 수확을 조기에 실시하는 등 농가에 따라 파종과 수확시기에 차이가 있었다.

CS는 모두 트랜치 사일로에 저장, 이용되고 있었으며, 2002년 11월 23일부터 트랜치 사일로를 개봉하여, 젖소에게 매일 급여하기 위하여 퍼낼 때(feedout) 15일 간격으로 총 6회(2002년 11월 23일 채취, I; 2002년 12월 8일 채취, II; 2002년 12월 23일 채취, III; 2003년 1월 7일 채취, IV; 2003년 1월 22일 채취, V 및 2003년 2월 6일 채취, VI) 채취하여 경과기간에 따른 사료성분 및 발효 품질의 변화를 보았다. CS는 트랜치 사일로의 상층부, 중앙부 및 하층부에서 각각 채취한 후, 혼합하여 300~500g을 채취하였다. 채취한 CS의 시료는 밀봉하여 분석 시 까지 냉동보관 하였다. 채취한 CS는 일정량을 60℃에서 72시간 건조한 후 분쇄하여 일반성분 분석에 이용하였다. 건물(Dry matter, DM), 조회분(Crude ash, Ash), 조섬유(Crude fiber, CF), 조지방(Crude fat, Ether extract, EE) 및 조단백질(Crude protein, CP) 함량은 A.O.A.C(1990) 방법에 준하여 분석하였다. NDF(neutral detergent fiber) 및 ADF(acid detergent fiber) 함량은 Goering과 Van soest(1970) 방법으로 분석하였다.

한편 CS의 TDN 함량은 Wardeh(1981)의 회귀방정식을 이용하여 계산하였다.

발효 품질을 분석하기 위하여 사일리지를 100 g에 증류수 200 ml을 가하여 유리막대로 충분히 저어준 후 냉장고에서 저장, 가끔씩 흔들며 주면서 24 시간동안 방치하였다. 그 다음 4종의 거어즈로 여과, 추출한 여과액은 분석 시 까지 냉동실에 보관하였다. 냉동된 여과액은 냉장실에서 해동 후 분석에 이용하였다. pH는 pH meter(model 420)로 측정하였다. 유산(Lactic acid) 분석은 Barker and Summerson 법(1941)을 이용하였다. 휘발성지방산(Volatile Fatty Acid, VFA)은 gas chromatography(shimadzu GC-17A; JAPAN)를 이용하여 측정하였다. 전처리하는 시료의 상층액과 25% Phosphoric acid를 5:1비율로 잘 혼합하여 30분간 정치시켰으며, 3000 rpm으로 10분간 원심분리한 후 상층액을 채취하여 VFA 분석에 이용하였다. 이때 분석조건으로는 Valcoband(Capillary GC Columns) 30 m × 0.25 mm × 0.25 μm column를 부착하였으며, injector 온도 230 °C, column 온도 100 °C, detector 온도 230 °C 및 8 °C/min의 column temperature programming에 따라 실시하였다. 또한 헬륨(He) gas(carrier gas) 유입량은 7 ml/min, 수소(H₂) gas 및 산소(air) 유입량은 15 ml, split ration은 1:30, sample 주입량은 1 μl로 하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 발효 품질

CS의 개봉 후 경과 기간에 따른 발효 품질은 Table 1과 같다. pH는 E1, E2, E3 및 L1 농가 공히 경과기간에 따른 차이는 없었으며, 평균 pH는 각각 3.8, 3.9, 3.6 및 4.1로 모두 정상적인 범위에 있었다. 고~중수분 사일리지의 경우 pH 4.2이하는 양호, 4.2~4.5는 보통, 4.5 이상은 불량이라는 pH기준(고 등, 1999)으로 보면 본 실험의 E1, E2, E3 및 L1

농가 공히 품질이 양호한 사일리지로 나타났다.

CS의 유산 함량은 E1, E2 E3 및 L1 농가 모두 경과기간에 따른 일정한 경향은 나타나지 않았으나, 경과기간에 따라서는 1.13%부터 7.82%까지 심한 변이를 나타냈다. 정상적인 수분 함량의 CS에 있어서 유산 함량과 pH간에는 정(正)의 상관관계가 있다(Heath 등, 1985). 그러나 본 연구에서는 pH가 모두 양호한 정상적인 범위에 있음에도 불구하고 유산 함량은 정의 상관관계를 나타내지 않고 있는 이유는 불분명하다. 한편 정상적인 pH와 더불어 acetate, propionate 및 butyrate 함량이 아주 낮은 것으로 보아 CS의 발효 품질은 양호한 것으로 판단된다. 또한 본 결과에는 제시하지 않았지만, CS 시료 채취 시 관찰한 외관상 발효 품질평가에서도 양호한 것으로 나타났다. 본 실험에서 매일 사일로를 개봉하고 있음에도 불구하고 CS의 발효 품질이 저하하지 않은 것은 겨울동안의 영하의 낮은 기온 때문으로, 실제로 연천지역의 경우 1월의 평균기온이 -6.6 °C(연천군농업기술센터의 기상자료 '99. 11~2002. 3까지의 평균)로 수월 및 춘천지방보다도 더 낮아 발효 품질의 저하는 그 만큼 적은 것으로 사료된다. 본 연구에서 발효 품질의 조사항목간의 상관관계에 일정한 경향을 보이지 않고 있어, 앞으로 pH와 유산 함량 및 VFA 함량과의 상관관계를 다양한 관점에서 세심한 검토가 요구된다.

이상에서 연천지역에 있어서 겨울동안에 CS를 급여할 경우 개봉 후 경과기간에 따른 호기적 변패는 미약한 것으로 나타났다. 그러나 실제로 축산농가는 CS를 사일로로부터 매일 사일로를 개봉하여 가축에게 급여하고 있으므로, 겨울철이라고 하더라도 공기가 접하기 쉬운 표면을 비닐과 함께 보온덮개 등으로 밀봉을 해주는 것이 보다 신선하고 양호한 발효 품질의 CS를 지속적으로 가축에게 급여할 수 있는 방법이라고 할 수 있다.

Table 1. Effect of feed out during the feeding period on fermentation characteristics of CS

Farm ¹⁾	Unloading date	pH	Lactate	Acetate	Propionate	Butyrate
E1	I	3.9	5.36	0.14	0.00	0.01
	II	3.9	2.85	0.00	0.00	0.00
	III	3.7	6.13	0.16	0.03	0.00
	IV	3.7	6.82	0.62	0.04	0.00
	V	3.6	1.6	0.12	0.02	0.00
	VI	4.4	1.13	0.00	0.01	0.00
	Mean		3.9 ± 0.3 ^{ab}	4.0 ± 2.4 ^a	0.17 ± 0.23 ^a	0.02 ± 0.02 ^{ab}
E2	I	3.7	6.91	0.00	0.01	0.00
	II	4.2	5.34	0.19	0.00	0.00
	III	3.9	3.72	0.00	0.00	0.00
	IV	4.0	1.50	0.00	0.00	0.00
	V	4.1	0.57	0.00	0.00	0.00
	VI	3.8	6.24	0.00	0.00	0.00
	Mean		4.0 ± 0.2 ^a	4.0 ± 2.6 ^a	0.03 ± 0.08 ^a	0.00 ± 0.00 ^{ab}
E3	I	-	-	-	-	-
	II	-	-	-	-	-
	III	3.7	7.82	0.00	0.00	0.00
	IV	3.6	6.16	0.00	0.00	0.00
	V	3.6	4.35	0.00	0.00	0.01
	VI	3.5	1.65	0.00	0.00	0.00
	Mean		3.6 ± 0.1 ^b	5.0 ± 2.6 ^a	0.00 ± 0.00 ^a	0.00 ± 0.00 ^b
L1	I	-	5.27	0.72	0.12	0.00
	II	4.5	3.35	0.00	0.00	0.04
	III	3.6	7.40	0.36	0.03	0.00
	IV	4.1	3.83	0.00	0.06	0.00
	V	4.1	1.83	0.06	0.00	0.00
	VI	4.1	3.40	0.05	0.01	0.00
	Mean		4.1 ± 0.3 ^a	4.2 ± 1.9 ^a	0.20 ± 0.29 ^a	0.04 ± 0.05 ^a

¹⁾ Treatment(farm) means within the same row were determined to be significant at $p < 0.05$.

2. 사료성분

CS의 개봉 후 경과 기간에 따른 DM 함량은 Fig 1. 과 같다. E1 농가의 CS 개봉 후 경과기간에 따른 평균 건물률은 24.1%(21.3~27.0%)로 경과기간에 따른 일정한 경향은 보이지 않았으나, 변이가 심하였다. E2 및 E3 농가는 DM 함량이 각각 25.0~27.3% 와 22.5~26.0%로 경과기간에 따른 차이는 없었으며, E1 농가보다 변이는 적었다. 그러나 E2 및 E3 농가의 평균 DM 함량은 각각 25.9 및 23.6%로 E1 농가와 비슷한 수준이었다. 또한 만생종인 L1 농가는 경과기간에 따른 DM 함량의 차이는 없었으며, 평균 20.4%로 다른 조생종 농가보다 현저히 낮았다. 일반적인

로 CS를 수확적이인 황숙기에 수확하였을 때의 적정 DM 함량이 33%(NRC, 1988)임을 고려한다면 조사된 모든 농가의 DM 함량은 낮은 편이었으며,

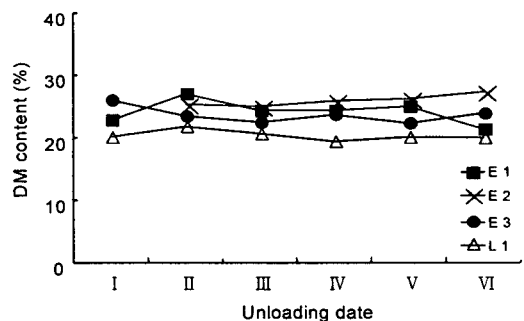


Fig. 1. Effect of feed out during the feeding period on DM content of CS.

특히 L1 농가의 CS 건물물은 유숙기에 수확한 CS에 해당할 정도로 매우 낮아서 발효과정에서 과발효와 누즙에 의한 손실이 염려되므로 보다 속기가 빠른 품종의 재배가 권장된다. CS의 DM 함량이 낮으면 이상발효와 침출액이 많고, 건물 함량이 높으면 열과 곰팡이가 발생하기 쉽다 (Vetter 및 Glan, 1978). 반면 너무 늦게 수확하면 건물섭취량과 소화율이 감소하므로(Gordon, 1968; Johnson 및 McClure, 1968), CS의 수확시기와 DM 함량은 CS의 사료성분 및 발효 품질에 결정적인 영향을 준다. 적기수확 시 옥수수의 DM 함량에 대한 연구결과를 보면Giardini 등(1976a; 1976b)은 38~42%, Gordon 등(1968)은 26~30%, Aldrich 등(1986)은 32~38%, 이 등(1981)은 29.6

~36.8%라고 보고하여, 연구 간에 차이는 있으나 모두 본 조사연구의 결과보다 높게 나타나고 있다. 또한 이 때의 출사 후 일수를 보면 출사 후 36일~42일 정도에 해당하고 있다(Wiersma 등, 1993). 따라서 사일리지용 옥수수의 수확 시기는 기계작업 및 지역 기후의 여건에 따라 다소 차이가 있을 수 있으나, 연천지역에서 최대의 DM 수량과 양질의 CS를 조제하기 위해서는 DM 함량을 고려하여 적기에 수확할 수 있도록 기술지도가 필요할 것으로 사료된다.

CP 함량은 E1 농가의 경우 9.3~11.6%로 경과기간에 따른 일정한 경향은 나타나지 않았으며 평균 CP 함량은 10.2%였으며, 이러한 경향은 L1 에서도 유사하게 나타나고 있다(Table 2).

Table 2. Effect of feed out during the feeding period on chemical composition of CS

Farm ¹⁾	Unloading date	CP	EE	NDF	ADF	CF	Ash	NFE
..... % of DM								
E1	I	10.3	2.9	62.2	33.6	25.3	7.6	54.2
	II	9.3	4.1	59.6	30.2	22.1	6.2	58.3
	III	10.5	3.0	58.4	30.5	22.4	6.7	57.4
	IV	9.6	3.5	63.5	32.9	24.2	6.5	56.1
	V	9.7	3.2	60.3	31.1	15.1	6.6	65.4
	VI	11.6	4.7	67.7	31.8	25.4	7.8	50.4
	Mean	10.2 ± 0.8 ^a	3.6 ± 0.7 ^{ab}	62.0 ± 3.4 ^a	31.7 ± 1.4 ^b	22.4 ± 3.9 ^a	6.9 ± 0.6 ^b	57.0 ± 5.0 ^a
E2	I	8.0	2.6	63.0	34.4	25.9	6.9	56.6
	II	8.0	2.6	65.7	38.9	27.9	6.3	55.1
	III	8.0	2.9	56.5	34.1	23.2	6.6	59.3
	IV	7.8	3.8	64.1	35.7	24.8	7.3	56.4
	V	8.4	2.6	64.2	35.1	22.3	6.9	59.7
	Mean	8.0 ± 0.2 ^b	2.9 ± 0.5 ^b	62.7 ± 3.6 ^a	35.6 ± 1.9 ^a	24.8 ± 1.9 ^a	6.8 ± 0.4 ^b	57.4 ± 2.0 ^a
E3	I	9.0	4.1	63.1	30.2	22.7	6.3	58.1
	II	8.6	3.0	66.3	34.1	26.1	5.9	56.5
	III	8.0	2.5	64.8	35.8	27.0	6.4	56.2
	IV	8.0	2.9	56.5	34.1	23.2	6.6	59.3
	V	8.4	3.1	61.8	33.3	20.3	6.4	61.7
	VI	9.0	3.0	68.8	32.1	21.8	6.3	59.9
	Mean	8.5 ± 0.5 ^a	3.1 ± 0.5 ^b	63.6 ± 4.2 ^a	33.3 ± 1.9 ^b	23.5 ± 2.6 ^a	6.3 ± 0.2 ^b	58.6 ± 2.1 ^a
L1	I	9.1	3.2	64.9	36.7	23.2	8.1	50.5
	II	9.1	3.6	67.2	35.3	26.7	6.7	53.9
	III	9.2	3.7	62.5	36.1	27.4	6.8	53.0
	IV	10.0	3.6	65.4	40.0	28.9	8.2	49.3
	V	9.9	4.1	61.1	34.9	19.8	7.8	58.4
	VI	11.3	4.1	65.6	40.0	30.7	8.0	45.8
	Mean	9.8 ± 0.9 ^a	3.7 ± 0.3 ^a	64.5 ± 2.2 ^a	37.2 ± 2.3 ^a	26.1 ± 4.0 ^a	7.6 ± 0.7 ^b	51.8 ± 4.3 ^b

¹⁾ Treatment(farm) means within the same row were determined to be significant at $p < 0.05$.

E2 및 E3 농가는 각각 7.8~8.4%(평균 8.0%)와 8.0~9.0%(평균 8.5%)로 비슷하였으나, E1 농가보다는 낮았다. CP 함량은 E2와 E3 농가 공히 경과기간에 따른 차이는 없었으나 E1 농가에 비해 낮았다. 특히, E1 농가와 E2 농가의 경우 동일한 DK 689 품종 임에도 불구하고 CP 함량에 차이가 나타난 것은 Perry 및 Compton (1977)이 수확시기가 늦어짐에 따라 조단백질 수량이 감소하였다는 보고를 고려한다면 본 연구에서도 파종시기와 수확시기의 차이가 영향을 준 것으로 사료된다. 한편, NRC(1989) 및 農林水産省 農林水産技術會議(1995)에서는 황숙기의 CS의 CP 함량을 각각 8.1 및 8.0%로 보고하고 있는데 E2 및 E3 농가의 결과와 비슷하다. 그러나 농촌진흥청 축산연구소(2002)는 CP 함량이 11.7%로 E1과 L1 농가와 비슷하나, NRC (1989) 및 農林水産省 農林水産技術會議(1995)보다는 현저히 높은 결과를 보이고 있다.

CS의 NDF 함량은 각 농가 공히 경과기간에

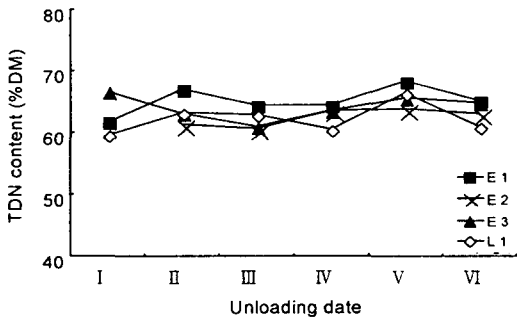


Fig. 2. Effect of feed out during the feeding period on TDN content of CS.

다른 차이는 없었으나 시기에 따라 변이가 있었다. 그러나 평균 NDF 함량은 각 농가 공히 62.0~64.5%로 농가 간에 차이는 없었다. 또한 조생종과 만생종의 품종 간에 뚜렷한 차이는 없었다. 이는 농촌진흥청 축산연구소(2002)에서 황숙기에 수확한 CS의 평균 NDF 함량인 60.2%와 비슷하나, NRC(1989) 및 農林水産省 農林水産技術會議(1995)보다는 약 10~12% 정도 높은 수준이었다. ADF 및 CF 함량의 경우도 NDF 함량과 같은 경향으로 경과기간 및 농가 간에 차이는 없었다.

CS의 TDN 함량은 각 농가 공히 경과기간에 따른 차이는 없었다(Fig. 2). 농가별 TDN 함량에서는 E1 농가 64.4~68.3%(평균 65.2%), E2 농가 63.1~66.7%(평균 62.6%), E3 농가 60.7~63.9%(평균 64.2%) 및 L1 농가 59.7~66.5%(평균 63.3%)로 E1 농가가 높은 경향을 보였으나, 농가 간에 차이는 없었다. 본 연구의 TDN 함량은 농촌진흥청 축산연구소(2002) 및 農林水産省 農林水産技術會議(1995)과 유사하지만, NRC (1989) 보다 낮았다.

이상의 결과에서와 같이 연천지역에서 CS를 겨울부터 이듬해 봄까지 트랜치사일로에 조제하여 매일 급여하는 사양조건하에서 사일로 개봉 후 경과기간에 따른 사료성분의 변화에 차이는 없었다. 본 실험에서는 오히려 동일한 품종이라도 농가의 수확시기에 따라 DM 함량(Fig. 1) 및 사료성분(Table 2)에 차이를 보이고 있었다. 특히 옥수수의 적절한 수확시기의 선정이 무엇보다도 중요하며, 적정 수확 시기는 원료의 DM 함량과 밀접한 관계를 갖고 있었다(Fig. 1). Fig. 3에는

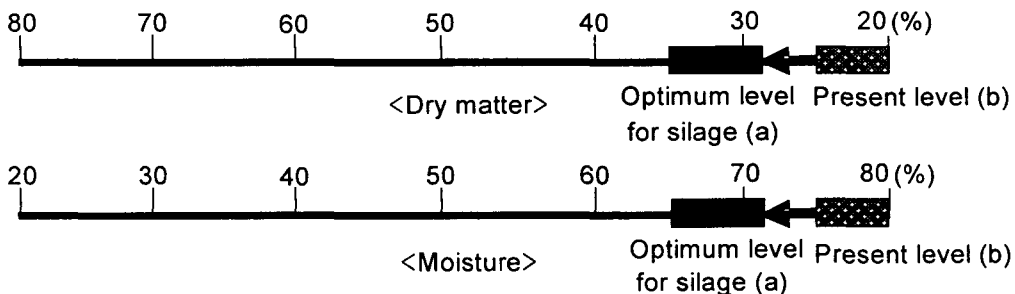


Fig. 3. Optimum DM content for good corn silage making.

연천지역에서 양질의 사일리지 조제에 필요한 수확 시 적정 DM 함량에 대한 권장수준을 제시하였다. 연천지역의 경우 사일리지용 옥수수의 수확 시기는 지금보다 늦추어야 하며, 원료초의 적정 DM 함량으로 보면 현재수준(b)인 20~26%에서 적정수준(a)인 28~35%로 증가시키는 것이 바람직하다.

IV. 적 요

본 연구는 연천지역에서 수확, 조제한 옥수수사일리지의 개봉 후 경과 일수에 따른 발효 품질 및 사료성분의 변화를 조사·연구하여, 양질 CS의 안정적인 보급을 위한 기초 자료를 얻고자 수행되었다. 연구는 품종, 파종 및 수확 시기가 다른 연천지역 4개 농가(E1, E2, E3 및 L1 농가)가 조제한 CS를 동절기 4개월(2002년 11월~2003년 2월)동안 15일 간격으로 6회(I, II, III, IV, V 및 VI)에 걸쳐 채취하여 사일로 개봉 후 경과일수에 따른 발효 품질 및 사료성분의 변화를 조사·연구하였다. CS의 건물 함량은 E1, E2, E3 및 L1 농가 공히 21.3~27.3%의 범위로 경과기간에 따른 일정한 경향은 나타나지 않았으며, 평균 건물 함량은 각각 24.1, 25.9, 23.6 및 20.4% 이었다. 일반적으로 수확적기인 황숙기에 수확하였을 때의 CS의 적정 건물 함량이 33%(NRC, 1988)임을 고려한다면 각 농가 공히 건물 함량이 낮았다. CS의 CP 함량은 각 농가 공히 경과기간에 따른 일정한 경향은 나타나지 않았으며 평균 CP 함량은 E1, E2, E3 및 L1가 각각 10.2, 8.0, 8.5 및 9.8%로 농가 간에 차이가 있었다. CS의 TDN 함량은 각 농가 공히 경과기간에 따른 차이는 없었으며, 농가 간에 차이도 없었다. CS의 개봉 후 경과기간에 따른 pH는 E1, E2, E3 및 L1 농가 공히 경과기간에 따른 차이는 없었으며, 평균 pH는 각각 3.8, 3.9, 3.6 및 4.1로 모두 정상적인 범위에 있었다. CS의 유산 함량은 E1, E2, E3 및 L1 농가 모두 경과기간에 따른 일정한 경향은 나

타나지 않았으나, 1.13%부터 7.82%까지 심한 변이를 나타냈다. CS의 acetate, propionate 및 butyrate 함량은 아주 낮아 경과기간 및 농가 간에 차이는 없었다. 이상에서 겨울철 연천지역 CS를 매일 사일로로 개봉하여 급여할 때 경과일수에 따른 사료성분 및 발효 품질이 우수한 옥수수사일리지를 조제하기 위해서는 적절한 수확시기의 선정이 무엇보다도 중요하며, 적정 수확 시기는 원료초의 수분 함량(건물 함량)과 밀접한 관계를 갖고 있었다. 따라서 연천지역에서 사일리지용 옥수수의 수확 시기는 지금보다 늦추어야 하며, 원료초의 건물 함량(수분 함량)면에서 보면 적정 수확 시기는 현재의 20~26%에서보다는 28~35% 범위 일 때가 바람직한 것으로 사료된다. 또한, 실제로 축산 농가는 CS를 매일 사일로로 개봉하여 가축에게 급여하고 있으므로, 겨울철이라고 하더라도 매일 사일로 개봉 후에는 공기가 접하기 쉬운 표면을 비닐과 함께 보온덮개로 밀봉을 해주는 것이 품질이 우수한 CS를 가축에게 안정적으로 급여할 수 있는 방법이라고 할 수 있다.

V. 사 사

본 연구는 강원대학교 동물자원공동연구소의 분석기기를 활용하여 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

VI. 인 용 문 헌

1. 고영두, 강우성, 강한석, 김대진, 김두환, 김재황, 남기홍, 류영우, 송영민, 신정남, 유성오. 1999. 반축가축을 위한 사일리지 제조 전략. pp. 15-41.
2. 농촌진흥청 축산기술연구소. 2002. 한국표준 사료성분표. 문영당.
3. 성장섭. 2003. 2002년말 목장종합실태 조사. 서울우유(5):54-67.
4. Aldrich, S.R., W.O. Scott and R.G. Hoefl, 1986. Modern corn production(3rd ed). A & L Publications Inc. Station. Illinois.

5. AOAC. 1990. Official methods of analysis(15th Ed.). Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA.
6. Barker and Summerson. 1941. The colorimetric determination of lactic acid in biological material. *J. Biol. Chem.* 138:535-554.
7. Giardini, A., M. Vecchietini and A. Lo Bruno. 1976a. Energy pplementation of maize silage harvested at different maturity States. *Anim. Feed Sci. Tech.* 1:369-379.
8. Giardini, A., F. Gaspari, M. Vecchietini and P. Schenoni. 1976b. Effect of maize silage harvested stage on yield, plant composition and fermentation losses. *Anim. Feed Sci. Tech.* 1:313-326.
9. Goering, H.K. and P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber analyses(Apparatus, reagents, procedures, and some applications). *Agric. Handbook 379*. ARS, USDA, Washington, DC.
10. Gordon, C.H., J.C. Derbyshire and P.J. Van Soest. 1968. Normal and late harvesting of corn for silage. *J. Dairy Sci.* 51:1258-1263.
11. Heath, M.E, R.F. Barnes and D.S. Metcalfe. 1985. *Forages*. Iowa State Univ. Press, Iowa, USA.
12. Johnson, R.R. and K.E. McClure. 1968. Corn plant maturity. IV. Effects on digestibility of corn silage in sheep. *J. Anim. Sci.* 27:535-540.
13. McDonald, P. 1991. *The biochemistry of silage*, John Wiley and Sons, Ltd. Pitman Press, Bath, England.
14. NRC. 1989. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*, sixth Revised Edition. National Academy Press Washington. D.C.
15. Perry, Jr. L.J. and W.A. Compton. 1977. Seruak neasyres if dry matter accumulation and forage quality of leaves, stalks, and ears of three corn hybrids. *Agron. J.* 69:751-755.
16. Ruppel, K.A. 1993. Bunker silo management and its effects on haycrop quality. *in Proceedings from the National Silage Production Conference*, Syracuse, New York, pp. 67-84.
17. Vetter, R.L. and K.N. Von Glan. 1978. Abnormal silages and silage related disease problems. p. 291-293. In M. E. McCullough(ed) *Fermentation of silage-A review*. Net Feed Ingr. Assoc. Des Moines. LA.
18. Wardch, M.F. 1981. Models for estimating energy and protein utilization for feed. Ph.D. Dissertation. Utah State Univ. Logan.
19. Wardnski, F.A. 1991. Effects of microbial cultures and various other additives on the feeding quality, fermentation pattern, dry matter recovery and arabic of high moisture corn. M. S. thesis. Michigan State University, East Lansing, MI.
20. Wiersma, D.W., P.R. Carter, K.A. Albercht and J.G. Coors. 1993. Kernel milkline stage and corn forage yield, quality, and dry matter content *J. Prod. Agric.* 6:94-99.
21. 農林水産省 農林水産技術會議(1995年版). 1995. 日本飼養標準. 1995. 肉用牛, 中央畜産會, 東京.