

톤백을 이용한 옥수수 사일리지 조제에 관한 연구

최기춘¹ · 조남철¹ · 정민웅¹ · 이경동² · 임영철¹ · 김원호¹ · 백광수¹ · 김맹중¹ · 서 성¹ ·
김천만¹ · 이수승¹ · 박권순¹

Study on Manufacture of Corn Silage Using Gunny Bag

Ki Choon Choi¹, Nam Chul Jo¹, Min-Woong Jung¹, Kyung Dong Lee², Young Chul Lim¹,
Won Ho Kim¹, Kwang Soo Baek¹, Maeng Jung Kim¹, Sung Seo¹, Cheon Man Kim¹,
Soo Sung Lee¹ and Kwon Sun Park¹

ABSTRACT

This study was conducted to investigate the effect of harvest stage of corn on the quality of gunny bag silage manufactured with corn grown in paddy land of Department of Animal Resources Development, National Institute of Animal Science, RDA from 2009 to 2010. Corn “Kwangpyungok” was harvested at three different growth stages (milk, yellow ripen and ripen stage) and ensiled at each harvest stages. The content of crude protein (CP) of corn in gunny bag silage decreased with delayed harvest maturity, but the contents of ADF (acid detergent fiber), NDF (neutral detergent fiber), TDN (total digestible nutrient) and *in vitro* dry matter digestibility (IVDMD) were not changed with delayed harvest maturity. The contents of moisture, pH, and the nutritive values at three different harvest stages were not influenced by the method of silage manufacture and inoculant. The content of lactate in corn bag silage at milk stage was significantly increased ($P<0.05$), as compared with that of round baled corn silage. However, The contents of lactate in corn bag silage at yellow ripen stage and ripen stage were significantly decreased ($P<0.05$). Flieg’s score in corn bag silage manufactured at milk stage increased as compared with that of round baled corn silage, and Flieg’s score was hardly influenced by inoculant. Therefore, we suggest that manufacture method of bag silage can be new silage technique to improve the fermentation of corn silage and that smallscale stock farmer could be substituted bag silage for roll bale silage on small farm land.

(Key words : Corn, Bag silage, Round bale silage, Quality, Organic acid)

I. 서 론

최근 수입조사료와 곡물가격의 급등으로 인하여 소 사육농가의 부담이 크게 증가됨에 따라 축산관련 산·학·연·정 등은 다량의 수입조사료를 대체 할 수 있는 조사료 생산이용

측면과 더불어 조사료 자급률을 향상시킬 수 있는 방법을 찾고자 많은 노력을 기울이고 있는 실정이다. 특히, 곤포기 보급은 사일리지에 대한 인식을 크게 변화시켜 조사료의 유통화를 실현시킬 수 있는 기폭제가 되었다(김 등, 2004; 김 등, 2006a; 김 등, 2010).

¹ 농촌진흥청 국립축산과학원 (National Institute of Animal Science, RDA, Cheonan 331-808, Korea)

² 동신대학교 (Dongsin University, Naju, 520-714, Korea)

Corresponding author : Ki Choon Choi, National Institute of Animal Science, RDA, Cheonan 331-808, Korea.

Tel: +82-41-580-6755, Fax: +82-41-580-6779, E-mail: choiwh@korea.kr

원형콘포를 이용한 사일리지는 1970년대 유럽을 중심으로 주로 목초에서 진행되었으며 우리나라는 1990년대 중반에 도입되어 줄기가 연한 벚지에서부터 총채보리, 호밀, 이탈리아 라이그라스 등 동계 사료작물을 중심으로 이용 (Romahn, 1988; Bevre, 1988; 김 등, 1995; 김 등, 2000a; 김 등, 2000b; 김 등, 2001; 김 등, 2004.; 김 등, 2006a; 김 등, 2006b; 김 등, 2010) 되다가 2008년부터는 줄기가 굵고 단단한 옥수수나 수수류까지도 콘포 사일리지가 가능해 집에 따라 콘포기의 공급은 조사료의 유통화와 자급률에 많은 기여를 하고 있다. 그러나 콘포기는 고가의 장비이기 때문에 콘포기를 이용한 사일리지 제조는 대규모 양축농가나 경영체 등에서 선호하는 방법으로써 소규모 양축농가나 영세 양축농가의 경우에는 고가의 원형콘포 사일리지를 구입해서 가축에 급여하는데 많은 어려움을 가지고 있다 (농림수산부, 2010). 특히, 현재 사용하고 있는 원형콘포는 콘포무게가 500~1,000 kg인 대형 포장으로 영세축산농가나 소규모 축산농가에서는 취급과 급여가 불편하기 때문에 유통이 편리하고 취급에 용이한 톤백 (100~200 kg)을 활용한 사일리지 제조의 필요성이 요구되고 있는 실정이다. 일반 영세축산 농가나 소규모 농가에서 손쉽게 구입할 수 있는 톤백을 이용하여 옥수수와 수수류의 사일리지를 제조하여 축산농가에서 양질의 조사료를 연중 안정적으로 이용할 수 있는 새로운 사일리지 제조 방법의 필요성이 제기되었다.

따라서 본 연구에서는 옥수수의 수확시기에 따라 톤백 사일리지를 조제하였을 때 옥수수 사일리지의 사료가치 및 유기산 등 품질 변화를 조사하여 콘포 사일리지와 차이점을 밝혀내어 품질이 우수한 톤백 사일리지 제조를 위한 기초자료를 얻기 위해서 수행하였다.

II. 재료 및 방법

1. 포장시험 및 사일리지 제조

본 시험은 2009년부터 2010년까지 충남 천안 소재 논에서 2년간 수행되었다. 공시초종으로 옥수수 (광평옥)를 4월 중순에 파종하였는데 옥수수의 파종은 트랙터에 부착된 옥수수 파종기로 파종하였고, 시비는 옥수수 표준시용량으로 200-150-150 kg/ha (N-P₂O₅-K₂O)를 시비하였다. 이중 질소는 기비로 50%, 추비로 50% 사용하였으며 인산과 칼리는 전량기비로 사용하였다. 옥수수 수확은 유숙기 (8월 초순), 황숙기 (8월 중순), 완숙기 (8월 말), 즉 황숙기 기준으로 유숙기는 10일전, 완숙기는 10일후에 수확하였다. 옥수수는 수확시기별로 옥수수 수확기 (Kemper C 3000H, KemPer, Germany)로 수확 (절단 길이 2~3 cm) 하여 사일리지를 조제하였으며, 이때 옥수수 젖산균 첨가제 (청미바이오, 한국)를 처리하여 각 처리당 3반복의 톤백 및 원형 콘포 사일리지를 조제하였다. 젖산균의 첨가제의 양은 첨가제 제조회사 (청미바이오, 한국)에서 제시한 권장량을 증류수에 희석하여 사용하였다. 즉, 젖산균은 *Lactobacillus plantarum*으로 1.5×10^{10} cfu/g을 함유하고 있으며, 본 제품 10g에 증류수 10L을 녹여 5톤의 사일리지 제조에 이용하였다. 옥수수 톤백 사일리지는 매 수확시기마다 옥수수 생초 150 kg을 톤백에 넣고 트랜치 사일리지를 제조한 것처럼 포크레인으로 답압하여 공기를 제거하여 완전 밀봉한 다음 그늘에서 보관한 후 원형 콘포 사일리지와 함께 약 60일을 보관하여 개봉한 다음 사료가치와 품질 등을 조사하였다. 그리고 젖산균은 분무기로 권장량을 골고루 살포하여 조제하였다. 톤백은 시중에서 곡물저장용 (300 kg)으로 시판되고 있는 것을 그대로 사용하였다. 그리고 톤백에 옥수수 생초를 넣기 전에 톤백 내부에 비

닐 (두께 0.8 mm)을 2겹을 깐 다음 옥수수 생초를 충전 하였다 (Fig. 1).

대조구의 원형 콘포조제는 옥수수전용 원형 콘포기 (Bio325, ViCon, Germany)를 이용하여 지름 120 cm, 높이 120 cm 규격의 대형 원형콘포를 만들었고 콘포조제와 동시에 분무기로 권장량의 젖산균 첨가제를 골고루 살포한 다음 Wrapper (Bio325, ViCon, Germany)를 이용하여 16~18겹의 비닐을 감아 제조하였다. 사일리지 wrapping에 쓰인 비닐은 두께가 25 μm 이고 폭은 800 mm이며 길이는 1,800 m인 백색 비닐을



Fig. 1. Manufacturing of corn silage using gunny bag.

사용하였다.

2. 사료가치 분석

옥수수 사일리지의 사료가치를 조사하기 위하여 각 시험구에서 저장 60일 후 사일리지 시료채취기 (Uni-Forage Sampler, STAR QUALITY SAMPLER Co., Canada)로 각 처리구 당 약 500g을 취하여 일부는 65°C 순환식 송풍건조기에서 3일 이상 건조 후 분쇄하였다. 시료의 Crude protein (CP)은 AOAC법 (1990)에 의해 분석하였고, Neutral detergent fiber (NDF) 및 Acid detergent fiber (ADF) 함량은 Goering 및 Van soest법 (1970)으로 분석하였다. *In vitro* 건물소화율은 Tilley 및 Terry법 (1963)을 Moore (1970)가 수정한 방법을 이용하였으며, TDN 함량은 Jurgens (1982) 방법을 수정하여 계산하였다. 그리고 나머지 일부는 -20°C 냉동고에 보관하였다가 사일리지 특성 조사에 사용하였다.

사일리지의 pH와 유기산 성분은 개봉한 사일리지 10 g을 증류수 100 ml에 넣고 냉장고에서 주기적으로 흔들며 주면서 24시간 보관 후 4중 거즈로 1차 거른 후 여과지 (Whatman No. 6)를 통하여 걸러서 추출액을 조제하여 pH는 pH meter (HI 9024, HANNA Instrument Inc. UK), 그리고 젖산은 0.22 μm 실린지 필터를 사용하여 여과시킨 다음 HPLC (HP1100, Agilent Co. USA)로 분석하였다. 초산과 낙산 분석은 Gas chromatography (GC-450, Varian Co., USA)를 이용하여 분석하였다. 추출액은 분석에 이용할 때까지 -70°C에서 냉동보관 하였다.

본 시험에서 얻은 모든 결과는 Windows 용 SPSS/PC (Statistical Package for the Science, ver 12.0. USA) 통계프로그램을 이용하여 분석하였다. 처리간의 평균비교는 t-test를 시행하였고 최소유의성의 검정은 P-value가 0.05로 평가하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 옥수수 사일리지의 수분 함량 및 pH

숙기별 옥수수 톨백 및 원형 곤포 사일리지에 대한 수분함량은 Fig. 2에서 보는 바와 같다. 옥수수 톨백 및 원형 곤포 사일리지 수분 함량은 유숙기 황숙기 및 완숙기로 수확시기가 늦어짐에 따라 현저하게 감소하였다 (P<0.05). 그리고 젖산균의 첨가 유무에 관계없이 수분 함량은 거의 영향을 받지 않았다.

옥수수 톨백 및 원형 곤포 사일리지의 pH는 Table 1에서 보는 바와 같다. 톨백 사일리지의

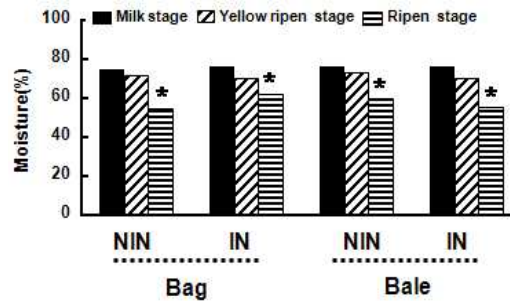


Fig. 2. Moisture content of corn bag silage according to different harvest stage of corn. NIN: Non-inoculation of inoculant, IN: Inoculation of inoculant, Bag: Gunny bag, Bale: Round bale. *vs Milk and Yellow ripen stage (P<0.05).

Table 1. Effect of harvest of harvest time of corn and inoculant treatment on the acidity and the contents of lactic acid in corn gunny bag silage

SMM ¹⁾ Inoculant	Year	Milk stage				Yellow ripen stage				Ripen stage			
		pH	Lactate (%DM)	Acetate (%DM)	Butyrate (%DM)	pH	Lactate (%DM)	Acetate (%DM)	Butyrate (%DM)	pH	Lactate (%DM)	Acetate (%DM)	Butyrate (%DM)
NTR ⁴⁾	2009	3.72	3.71	2.15	0.04	3.97	6.00	1.21	0.00	3.90	3.56	0.69	0.04
	2010	3.38	7.18	1.95	0.12	3.78	4.00	1.74	0.04	3.73	3.62	0.98	0.00
	Mean	3.55	5.41	2.05	0.08	3.88	5.02	1.47	0.02	3.82	3.59	0.83	0.02
Bag ²⁾	2009	3.51	5.76	2.44	0.13	3.80	5.55	1.40	0.00	3.59	4.03	0.67	0.03
	2010	3.70	4.82	3.29	0.04	3.74	2.63	1.21	0.03	3.68	4.77	1.59	0.00
	Mean	3.61	5.30	2.85	0.09	3.77	4.12	1.31	0.02	3.63	4.39	1.12	0.01
Bale ³⁾	2009	3.76	2.25	6.78	0.00	3.75	6.69	4.46	0.00	3.75	4.88	1.07	0.05
	2010	3.76	4.87	5.13	0.00	3.62	6.95	2.19	0.00	3.59	5.62	0.85	0.00
	Mean	3.76	3.51	5.97	0.00	3.69	6.82	3.33	0.00	3.67	5.25	0.96	0.02
TR ⁵⁾	2009	3.67	2.45	5.44	0.00	3.73	5.87	4.37	0.00	3.57	4.39	0.79	0.02
	2010	3.77	5.33	4.36	0.00	3.67	5.90	2.08	0.00	3.64	4.98	1.19	0.02
	Mean	3.72	3.88	4.91	0.00	3.70	5.89	3.23	0.00	3.61	4.68	0.99	0.02
Main-effect													
Bag		3.75a	5.35a	2.45b	0.08	3.82	4.57b	1.39b	0.02	3.73	3.99b	0.98	0.02
Bale		3.44b	3.70b	5.44a	0.00	3.66	6.35a	3.28a	0.00	3.64	4.97a	0.97	0.02
Sub-effect													
NTR		3.62	4.46	4.01	0.04	3.78	5.92	2.40	0.01	3.74	4.42	0.90	0.02
TR		3.61	4.64	3.48	0.04	3.74	5.00	2.27	0.01	3.62	4.54	1.06	0.02

¹⁾ SMM: Silage making method, ²⁾ Bag: Gunny bag, ³⁾ Bale: Round bale, ⁴⁾ NTR: Non-treatment, ⁵⁾ TR: Treatment a and b: Means with different letters within a column are significantly different at the 5% level.

pH는 유숙기, 황숙기 및 완숙기가 각각 3.75, 3.82 및 3.73으로 안정된 값을 보였다.

원형 곤포 사일리지의 pH는 유숙기, 황숙기 및 완숙기가 각각 3.44, 3.66 및 3.64으로 톤백 사일리지와 같이 안정된 값을 보였다. 젖산균의 산생성 능력을 나타내는 pH의 경우 옥수수는 젖산균의 첨가유무에 상관없이 pH는 모두 안정된 상태를 유지하였다.

일반적으로 사일리지의 물리화학적 특성은 사일리지 제조시기에 따라 영향을 받는데, 우리나라는 사료작물의 수확시기에 예취하여 사일리지를 제조하는 것이 아니라 일손과 기후여건에 따라 사일리지를 제조하는 경우가 대부분이기 때문에 수확시기보다 일찍 또는 늦게 예취하여 사일리지를 조제하기 때문에 사일리지의 수분 함량 차이가 심한 실정이다. 목초나 사료작물의 사일리지 제조 시 수분 함량을 조절하기 위해서 예건을 실시하여 사일리지의 품질과 pH의 연관성을 조사한 연구가 많이 수행되어졌으며(김 등, 1996; 임 등, 2009; 송 등, 2009; 김 등, 2006b; Manyawa 등, 2003), 김 등(2010)의 보고에 의하면 사일리지의 pH 변화는 사료작물의 초종과 사일리지 제조시 건물 함량에 따라 pH의 증감이 달라질 수 있다고 하였는데, 본 연구에서는 숙기가 다르고 수분 함량이 차이가 심하게 나타났음에도 불구하고 pH의 변화는 거의 관찰되지 않았다. 이러한 결과는 모든 사일리지에서 밀봉이 잘되고 수분과 당이 충분하여 완전한 발효가 일어났거나 2차 발효가 없었다는 것을 의미한다. 앞선 연구에 의하면 재료의 수분 함량에 따라서 pH 차이의 변화가 예상되기 때문에 옥수수 톤백 사일리지나 원형 곤포 사일리지 제조시 수분 함량을 고려하여 수확시기를 결정해야 바람직할 것으로 생각된다.

2. 옥수수 톤백 사일리지의 사료가치

옥수수 톤백 사일리지 제조 후 60일에 개봉한 옥수수의 화학성분은 Table 2에서 보는 바와 같다. 옥수수 톤백 사일리지는 수확시기가 늦어짐에 따라 조단백질 함량은 감소하는 경향을 보였으며 섬유소인 ADF와 NDF 함량은 비슷한 수준을 유지하였다. 그리고 젖산균 첨가에 의해 ADF와 NDF 함량은 영향을 받지 않았다. 옥수수 원형 곤포 사일리지도 숙기가 진행됨에 따라 옥수수 톤백 사일리지와 비슷한 함량 변화를 보였는데 숙기별 옥수수 톤백 사일리지의 조단백질 및 NDF와 ADF 함량은 원형 곤포 사일리지와 비슷한 경향을 보였으며 TDN 함량도 사일리지 제조방법에 따라 큰 차이를 보이지 않았다.

많은 연구자는 젖산균에 의해서 사료가치가 영향을 받는다고 보고하고 있는데, 김 등(2000b), Keady 및 Murphy(1996)은 젖산균 첨가로 ADF 및 NDF 함량이 감소된다고 하였으며 Kennedy 등(1989)도 젖산균 첨가로 ADF 함량이 감소된다고 하였다. 그러나 Gordon(1989) 및 Patterson 등(1997)은 젖산균 처리로 ADF 함량이 증가한다고 보고하였는데, 본 연구에서는 젖산균에 의해서 NDF와 ADF 함량은 영향을 받지 않은 것으로 나타났다. 이처럼 연구자에 따라 ADF 및 NDF 함량은 상반된 보고를 하고 있기 때문에 지속적인 연구가 진행되어야 할 것으로 보인다. 또한 대부분의 사료작물은 숙기가 진행됨에 따라 조단백질 함량은 감소(김 등, 1996; 송 등, 2009; 김 등, 2010)한다고 하였는데 본 시험과 비슷한 경향을 보였다.

이상의 결과에서 보는 바와 같이 사일리지 제조 방법과 수확시기에 따라서 사료가치 변화가 관찰되었으나 젖산균의 처리효과는 나타나지 않았다. 이처럼 젖산균 처리효과가 나타나지 않은 이유는 옥수수의 경우 당분 함량이 충분하고 사일리지 제조시 밀봉 및 보관 등이 잘

Table 2. Effect of harvest of harvest time of corn and inoculant treatment on its nutritive values in corn gunny bag silage

SMM ¹⁾	Inoculant	Year	Milk stage					Yellow ripen stage					Ripen stage				
			CP ⁶⁾ (%)	ADF ⁷⁾ (%)	NDF ⁸⁾ (%)	TDN ⁹⁾ (%)	IVDMD ¹⁰⁾ (%)	CP (%)	ADF (%)	NDF (%)	TDN (%)	IVDMD (%)	CP (%)	ADF (%)	NDF (%)	TDN (%)	IVDMD (%)
Bag ²⁾	NTR ⁴⁾	2009	7.89	33.44	52.18	68.85	67.3	8.64	32.36	47.90	67.57	73.69	7.90	37.90	52.78	65.22	77.4
		2010	9.17	29.33	48.34	67.11	68.9	7.36	28.12	45.44	69.37	71.43	8.18	29.78	46.41	68.66	-
		Mean	8.53	31.39	50.26	67.98	68.1	8.00	30.24	46.67	68.47	72.56	8.04	33.84	49.59	66.94	77.4
	TR ⁵⁾	2009	9.59	29.93	49.28	68.60	67.9	9.03	33.25	49.08	67.19	71.90	8.11	34.87	46.91	66.50	77.7
		2010	7.87	29.98	48.02	68.58	66.8	7.76	26.15	42.37	70.21	69.10	7.90	32.17	46.35	68.83	-
		Mean	8.73	29.95	48.65	68.59	67.3	8.39	29.70	45.73	68.70	70.50	8.01	33.52	46.63	67.67	77.7
Bale ³⁾	NTR	2009	9.89	33.49	53.10	67.09	62.8	9.96	36.48	52.71	65.82	66.2	7.99	38.98	52.97	64.76	78.3
		2010	8.11	30.44	49.15	68.38	67.6	7.32	26.56	43.25	70.03	70.8	7.46	37.41	41.01	69.67	-
		Mean	9.00	31.96	51.12	67.74	65.2	8.64	31.52	47.98	67.92	68.5	7.72	38.20	46.91	67.21	78.3
	TR	2009	9.68	33.86	52.67	66.93	68.8	9.15	34.71	51.39	66.57	70.6	7.86	37.08	49.12	65.56	74.0
		2010	7.84	29.71	48.70	68.69	69.9	7.60	28.11	44.90	69.37	70.1	7.85	30.23	45.23	68.47	-
		Mean	8.76	31.79	50.69	67.81	69.3	8.38	31.41	48.15	67.97	70.3	7.85	33.65	47.17	67.02	74.0
Main-effect																	
	Bag		8.63	30.67	51.68	68.29	67.7	8.20	29.97	46.20	68.58	71.53	8.02	33.68	48.11	67.30	77.5
	Bale		8.88	31.88	50.91	67.77	67.2	8.51	31.47	48.06	67.95	69.4	7.79	35.92	47.04	67.12	76.1
Sub-effect																	
	NTR		8.76	31.68	50.96	67.86	66.6	8.32	30.88	47.33	68.20	70.53	7.88	36.02	48.29	68.33	77.8
	TR		8.74	30.87	51.62	68.20	68.3	8.38	30.56	46.94	68.33	70.43	7.93	33.59	46.90	67.34	75.8

¹⁾ SMM: Silage making method, ²⁾ Square: Square bale, ³⁾ Round: Round bale, ⁴⁾ NTR: Non-treatment, ⁵⁾ TR: Treatment, ⁶⁾ CP: Crude protein, ⁷⁾ ADF: Acid detergent fiber, ⁸⁾ NDF: Neutral detergent fiber, ⁹⁾ TDN: Total digestible nutrient, ¹⁰⁾ IVDMD: *in vitro* dry matter digestibility.

관리되어 젖산균 첨가 없이도 발효가 양호하게 일어난 것으로 보여진다.

3. 옥수수 톤백 사일리지의 소화율

옥수수 톤백 사일리지의 *in vitro* 건물소화율은 Table 2에서 보는 바와 같이 옥수수 톤백 사일리지의 *in vitro* 건물소화율은 숙기가 진행됨에 따라 증가되는 경향을 보였다. 옥수수 원형 곤포 사일리지의 *in vitro* 건물소화율도 비슷한 경향을 보였다. 그리고 젖산균의 첨가유

무에 관계없이 사일리지의 *in vitro* 건물소화율은 비슷한 수준을 보였다.

많은 연구결과에서 젖산균 첨가제가 건물 소화율 증가와 관련성이 있다는 보고 (Keady 및 Steen, 1994; Patterson 등, 1997)와 반대로 소화율 개선효과가 없다는 보고 (Steen 등, 1989; Smith 등, 1993)로 대별되는데, 본 연구에서는 옥수수 사일리지의 *in vitro* 건물소화율이 개선되는 효과를 보이지 않았다. 그러나 Hristov 및 McAllister (2002)는 사일리지에 미생물 첨가제를 처리함으로써 *in situ* 건물 소화율에 영향을

주지는 않았지만 젖산균의 함량과 개봉 후 호기적 안정성을 개선하는 데는 효과가 있었다고 보고하였는데, 본 연구에서도 유사한 경향의 결과를 보여주었다. *in vitro* 건물소화율은 초종과 제조시 건물 함량에 따라 약간의 변화는 관찰될 수 있겠으나 옥수수 사일리지의 경우에는 수확시기와 수분 함량에 상관없이 높은 소화율을 유지하기 때문에 사료가치가 우수하고 농가 작업이 용이한 시기에 예취하여 톤백 사일리지를 조제하는 것이 경제적이거나 가급적 황숙기에 톤백 사일리지를 조제 하는 것이 유리할 것으로 생각된다.

4. 옥수수 톤백 사일리지의 유기산 함량 변화 및 품질등급

옥수수 수확시기별 옥수수 톤백 및 원형 곤포 사일리지의 유기산 함량은 Table 1에서 보는 바와 같다. 옥수수 톤백 사일리지는 수확시기가 늦어짐에 따라 젖산 및 초산함량은 감소하는 경향을 보였다. 옥수수 원형 곤포 사일리지의 젖산함량은 황숙기 > 완숙기 > 유숙기 순으로 나타났으며 초산 함량은 수확시기가 늦어짐에 따라 감소하는 경향을 보였다. 그리고 낙산함량은 유숙기~완숙기까지 거의 나타나지 않았다. 유숙기에서 옥수수 톤백 사일리지의 젖산 함량은 원형 곤포 사일리지보다 증가하였으나 ($P<0.05$), 초산 함량은 감소하였다 ($P<0.05$). 그러나 황숙기 및 완숙기에서는 옥수수 톤백 사일리지의 젖산 함량이 원형 곤포 사일리지보다 감소하였고 ($P<0.05$), 황숙기에서의 초산 함량도 감소하였다 ($P<0.05$).

초산, 낙산 및 젖산 등의 비율을 이용하여 사일리지의 품질을 표시하는 Flieg's score는 Fig. 3에서 보는 바와 같다. 옥수수 톤백 및 원형 곤포 사일리지의 Flieg's score는 수확시기가 늦어짐에 따라 높게 나타났으며 젖산균 첨가에

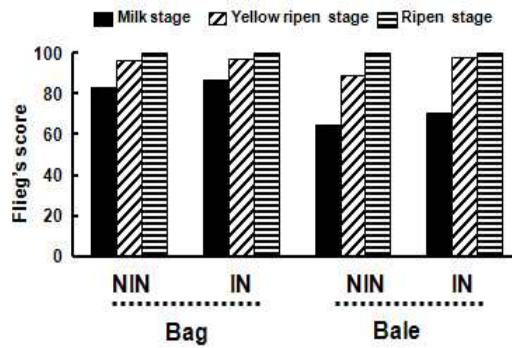


Fig. 3. Change of Flieg's score of corn bag silage according to harvest stage of corn. NIN: Non-inoculation of inoculant, IN: Inoculation of inoculant, Bag: Gunny bag, Bale: Round bale.

의해서도 무첨가 보다 Flieg's score는 경미하게 상승하는 것으로 나타났다. 유숙기 옥수수 톤백 사일리지(우수)의 Flieg's score는 원형 곤포 사일리지(양호) 보다 약간 증가하였으나 황숙기와 완숙기에는 비슷한 경향을 나타냈다.

이상의 유기산 함량 및 Flieg's score의 결과에서 보는 바와 같이 유숙기와 같이 수분 함량이 높은 상태에서 옥수수 곤포 사일리지 조제 시에는 톤백 사일리지보다 젖산 함량이 감소되고 초산 함량이 증가하여 톤백 사일리지 보다 품질이 저하되는 현상이 나타나기 때문에 가급적 원형 곤포 사일리지를 만들 때에는 수분 함량이 적은 황숙기에 사일리지를 조제하는 것이 좋을 것으로 생각된다. 따라서 톤백 사일리지는 유숙기와 같이 수분 함량이 많은 조건에서도 양질의 사일리지를 만들 수 있는 장점이 있기 때문에 소규모 양축농가나 영세 양축농가에서는 좋은 사일리지 제조 방법이 될 수 있다고 생각한다.

Cai 등 (2005)은 옥수수 경우 젖산균의 영양원이 되는 가용성 탄수화물이 타 작물에 비하여 월등히 많기 때문에 옥수수 사일리지 제조 시에 사일리지 품질이 양호하다고 보고하였는데, 본 연구에서도 수분함량이 다소 많은 상태

인유숙기에서도 톤백 사일리지는 높은 사일리지 품질(우수)을 유지하였다. 그러나 원형 곤포 사일리지에서는 다소 낮은 품질(양호)을 유지하였다 (Fig. 2).

이상의 결과를 종합해 보면 옥수수 톤백 사일리지를 조제시에 젖산균을 접종하고 공기를 잘 제거하여 혐기상태를 잘 유지해 주어 충분한 발효조건을 유도할 수만 있다면, 원형 곤포 사일리지 조제시보다 양질의 사일리지를 만들 수 있기 때문에 일반 소규모 농가나 영세 농가에서 손쉽게 구입할 수 있는 톤백을 활용함으로써 양질의 조사료를 연중 안정적으로 이용할 수 있을 것으로 생각된다. 또한 옥수수 톤백 사일리지의 제조가 황숙기가 적기로 판단되지만 농가의 여건에 따라 황숙기 전후에도 양질의 톤백 사일리지가 제조가 가능하기 때문에 원형 곤포 사일리지보다 많은 장점이 있는 것으로 생각된다. 그리고 본 연구에서는 사일리지의 물리화학적 특성이 제조방법별, 젖산균 유무 등에 따라 차이를 보이지 않고 있는데, 이는 옥수수내 당분 함량이 충분하면서 실험 여건상 사일리지 제조시 최적의 상태를 유지하기 위해 사일리지 제조시 밀봉 및 보관 등을 잘 유지하였기 때문인 것으로 생각된다. 그러나 일반농가의 대부분은 농사 여건에 따라 사일리지를 제조하기 때문에 수확시기, 답압 및 밀봉 등에 주의를 기울이지 않은 경우가 많기 때문에 사일리지의 품질에 영향을 줄 수 있는 많은 요인을 고려하여 사일리지를 제조해야 한다. 그러므로 양질의 톤백 사일리지를 제조하고자 할 때에도 반드시 젖산균을 첨가할 뿐 아니라 톤백 사일리지가 들어있는 비닐상단부의 공기를 제거하고 난 다음 완전히 밀봉하여 혐기상태를 잘 유지함으로써 사일리지의 품질을 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다.

따라서 톤백 사일리지의 품질이 일반 원형 곤포 사일리지와 비교 하였을 때 품질 면에서

는 차이가 없기 때문에 톤백 사일리지는 500~1,000kg 무게를 갖는 원형 곤포사일리지 보다 운반 및 취급 등 편리하다는 많은 장점이 있어 톤백 사일리지의 이용 가능성은 높다고 생각된다.

IV. 요약

본 시험은 수확시기가 옥수수 톤백 사일리지의 품질에 미치는 영향을 구명하기 위하여 2009년부터 2010년까지 국립축산과학원에서 수행되었다. 옥수수 사일리지 전용 품종인 광평옥을 이용하여 숙기별 3회(유숙기, 황숙기 및 완숙기)에 걸쳐 수확을 하여 사일리지로 조제하였다. 숙기가 진행됨에 따라 옥수수 원형 곤포 사일리지의 조단백질 함량은 감소하는 경향을 보였으나 ADF와 NDF 함량 그리고 TDN 및 *in vitro* 건물소화율은 비슷하였다. 숙기별 수분함량, pH 및 사료가치는 사일리지 제조 방법 및 젖산균에 의해 영향을 받지 않았다. 유숙기에서 옥수수 톤백 사일리지의 젖산 함량은 원형 곤포 사일리지보다 증가하였으나 ($P<0.05$), 황숙기 및 완숙기에서는 옥수수 톤백 사일리지의 젖산 함량이 원형 곤포 사일리지보다 감소하였다 ($P<0.05$). 유숙기에서 옥수수 톤백 사일리지의 Flieg's score는 원형 곤포 사일리지보다 높았다. 그리고 옥수수 톤백 사일리지와 원형 곤포 사일리지의 Flieg's score는 젖산균에 의해서 영향을 받지 않았다. 따라서 본 연구에서는 옥수수 톤백 사일리지는 새로운 사일리지 제조 방법이 될 수 있고 또한 양질의 사일리지 발효에 적합한 것으로 나타났다.

V. 인용 문헌

1. 김정갑, 한민수, 김건엽, 한정대, 강우성, 신정남. 1995. 주요 사료작물의 곤포 Silage 조제이용에

- 관한 연구. II. 생육단계별 건물 축적 형태와 근포사일리지 조제이용. 한초지 15(3):157-230.
2. 김상록, 김근식, 우제훈, 이준우, 성경일. 2004. 연천지역에 있어서 생볏짚 원형근포사일리지의 부위별 사료성분 및 발효품질. 한초지 24(3): 253-260.
 3. 김종근, 정의수, 서 성, 함준상, 윤세형, 임영철. 2006a. 유산균제 첨가가 라운드베일 목초 사일리지의 품질에 미치는 영향. 한초지 26(3):139-146.
 4. 김종근, 정의수, 서 성, 강우성, 함준상, 김동암. 2001. 수확시 숙기가 호밀 라운드베일 사일리지의 품질변화에 미치는 영향. 한초지 21(1):1-6.
 5. 김종근, 정의수, 서 성, 함준상, 김맹중, 이종경. 2006b. 예건기간이 라운드베일 목초 사일리지의 품질에 미치는 영향. 한초지 26(1):39-44.
 6. 김종근, 서 성, 정의수, 강우성, 함준상, 김동암. 2000a. 수확시 숙기가 호밀 라운드베일 사일리지의 사료가치 변화에 미치는 영향. 한초지 20(4): 215-316.
 7. 김종근, 정의수, 서 성, 강우성, 함준상, 이성철. 2000b. 제조 방법이 라운드베일 연맥 사일리지의 품질에 미치는 영향. 한초지 20(3): 147-232.
 8. 김종덕, 이현진, 전경협, 양가영, 권찬호, 성하균, 황보순, 조익환. 2010. 수확시기, 예건 및 싸라기 처리가 유기 청보리의 사초 생산성 및 사일리지 품질에 미치는 영향. 초지조사료 30(1):25-34.
 9. 김정갑, 진현주, 신재순, 정의수, 한민수. 1996. 볏 재배 연맥의 silage 제조 이용시 예건 및 formic acid 처리에 의한 품질개선 효과. 한초지 16(2):155-160.
 10. 농림수산식품부. 2010. 2010년 조사료대책 추진 관련 협의회. p. 24.
 11. 송태화, 한옥규, 윤성근, 박태일, 김경훈, 김기중. 2009. 청보리의 수확시기별 예건시간에 따른 수분과 사일리지 품질변화. 한농개발지 21(4):316-321.
 12. 임현진, 김종덕, 이현진, 전경협, 양가영, 권찬호, 윤세형. 2009. 예건이 수수×수단그라스 교잡종 유기 사일리지의 품질에 미치는 영향. 한유학지 17(4):519-527.
 13. AOAC. 1990. Official method of analysis. 15thed. Washington, DC. 15th ed.
 14. Bevre, L. 1988. Silage making in round bales. Buscap Og Avdratt. 40(2):100-103.
 15. Cai, Y. 2005. Quality improving technique of whole crop silage. 축산연구소. 사료용 총체 벼 생산·이용 기술 국제 심포지엄 proceedings. pp. 103-136.
 16. Jurgens, M.H. 1982. Animal feeding and nutrition. Kentall & Hunt Publishing, Inc. Virginia.
 17. Goering, H.K., and P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis. Agric. Handbook 379, U. S. Gov. Print. Office, Washington, DC.
 18. Gordon, F.J. 1989. An evaluation through lactating cattle of a bacterial inoculant as an additive for grass silage. Grass and Forage Sci. 44:169-179.
 19. Hristove, A.N. and T.A. McAllister. 2002. Effect of inoculants on whole-crop barley silage fermentation and dry matter disappearance *in situ*. J. Anim. Sci. 80:510-516.
 20. Keady, T.W.J. and J.J. Murphy. 1996. Effects of inoculant treatment on ryegrass silage fermentation, digestibility, rumen fermentation, intake and performance of lactating dairy cattle. Grass and Forage Sci. 51:232-241.
 21. Keady, T.W.J. and R.W.J. Steen. 1994. Effects of treating low dry matter grass with a bacterial inoculant on the intake and performance of beef cattle and studies on its mode of action. Grass and Forage Sci. 49:438-446.
 22. Kennedy, S.J., H.I. Gracey, E.F. Unsworth, R.W.J. Steen and R. Anderson. 1989. Evaluation studies in the development of a commercial bacterial inoculant as an additive for grass silage. 2. Responses in finishing cattle. Grass and Forage Sci. 44:371-380.
 23. Manyawa, G.J., S. Sobanda, C. Mutisi, I.C. Chakoma and P.N. Ndiweni. 2003. Effect of prewilting and incorporation of maize meal on the fermentation of bana grass silage. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 16:843-851.
 24. Moore, J.E. 1970. Procedure for the two-stage *in vitro* digestion of forage. Univ. of Florida, Depart. of Anim. Sci.

25. Patterson, D.C., C.S. Mayne, F.J. Gordon and D.J. Kilpatrick. 1997. An evaluation of an inoculant/enzyme preparation as an additive for grass silage for dairy cattle. *Grass and Forage Sci.* 52:325-335.
26. Romahn, W. 1988. Big bale haylage fits our operation. *Moard's Dairyman*. March 10. Hoard and sons company. Fort Akinson, Wisconsin. p. 255.
27. Smith, E.J., A.R. Henderson, J.D. Oldham, D.A. Whitaker, K. Aitcheson, D.H. Anderson, and J.M. Kelly. 1993. The influence of an inoculant/enzyme preparation as an additive for grass silage offered in combination with three levels of concentrate supplementation on performance of lactating dairy cows. *Anim. Prod.* 56:301-310.
28. Steen, R.E.J., E.F. Unsworth, H.I. Gracey, S.J. Kennedy, R. Anderson and D.J. Kilpatrick. 1989. Evaluation studies in the development of a commercial bacterial inoculant as an additive for grass silage. 3. Responses in growing cattle and interaction with protein supplementation. *Grass and Forage Sci.* 44:381-390.
- (접수일: 2011년 3월 25일, 수정일 1차: 2011년 4월 15일, 수정일 2차: 2011년 5월 6일, 게재확정일: 2011년 5월 20일)