

수확시기 및 사일리지 제조 방법에 따른 수수 × 수수 교잡종의 사료가치 및 품질에 미치는 영향

최기춘¹ · 송채은²

Effects of Harvest Stages and Ensiling Method on Nutritive Values and Quality of Sorghum × Sorghum Hybrid Silage

Ki Choon Choi¹ and Chae Eun Song²

ABSTRACT

This study was carried out to investigate the effect of harvest stage of Sorghum × Sorghum Hybrid (SSH) and manufacture methods of SSH silage on nutritive values and quality of SSH silage manufactured with SSH grown in paddy land of Department of Animal Resources Development, National Institute of Animal Science, RDA. SSH “SS405” was harvested at two different growth stages (heading and ripen stage) and ensiled at each harvest stages. The content of crude protein in both square baled SSH silage (SBSS) and bag silage (BS) increased with delayed harvest maturity, but the contents of ADF (acid detergent fiber), NDF (neutral detergent fiber) decreased. The contents of ADF and NDF was not influenced by the inoculation of lactic bacteria. The contents of TDN (total digestible nutrient) in both stage and *in vitro* dry matter digestibility (IVDMD) in heading stage was not influenced by the harvest stage of SSH. The pH in all SSH silage ranged from 3.8 to 4.4 at two different harvest stages, and pH in heading stage was higher than that of ripen stage ($P < 0.05$). The content of lactic acid of all SSH silage increased with delayed harvest maturity ($P < 0.05$), but the content of acetic acid decreased ($P < 0.05$). The contents of lactic acid and acetic acid in ripen stage were not influenced by manufacture method of silage. The content of lactic acid in both SBSS was higher than that of both BS and RBSS in heading and ripen stage ($P < 0.05$), but the content of acetic acid decreased ($P < 0.05$). The contents of lactic acid and acetic acid in BS were similar as compared to that of RBSS. Therefore, we suggest that the quality of SSH silage in both heading and ripen stage can be improved by manufacture methods of SBSS and BS.

(**Key words** : Sorghum-Sorghum Hybrid, Silage, Square bale, Bag, Round bale, Quality, Organic acid)

I. 서 론

최근 국제곡류가의 상승과 고가의 수입조사료로 인하여 양축농가의 부담이 크게 증가됨에 따라 양질 조사료의 생산 및 이용에 관한 기술 개발이 절실한 상황이다. 특히, 국민 1인당 쌀 소비량 감소 (1990년 119.6 kg → 2009년 74.0 kg

로 감소)와 수입쌀의 증가로 인한 쌀 재고량 증가는 유희 논에 발생을 증가시켜 농업의 근간을 흔들고 있다 (서와 이, 2009; 송 등, 2007; 이 2006).

경종농가와 축산 농가 뿐만 아니라 조사료 관련 연구자들도 유희 논에 사료작물을 재배하여 양질 조사료를 생산하면 많은 양의 수입조사료

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

² 전남대학교 (Chonnam National University, Kwangju, 500-757, 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

(906천 톤, 2010년 기준)를 대체하는 효과와 더불어 조사료 자급률을 향상시킬 수 있는 기회로 인식하여 벼 대체 하계사료작물의 도입에 다양한 접근을 시도하고 있다(지 등, 2009a; 지 등, 2009b; 김 등, 2008; 신 등, 2008). 그러나 축산관련 산·학·연·정 등은 총체보리, 이탈리아 라이그라스 등 동계사료작물 분야에서는 많은 업적(김 등, 2010; 김 등, 2006a; 김 등, 2006b; 김 등, 2004; Bevre, 1988; Romahn, 1988)을 만들어 냈으나 하계사료작물 분야에서는 뚜렷한 성과를 만들지 못하고 있는 실정이다.

논은 일반 밭보다 점토함량이 많아 배수가 양호한 상태의 논이라 하더라도 평상시에도 장마시 습해의 우려가 있으며, 특히 집중적인 장마기에는 배수가 불량하기 때문에 벼 대체 사료작물 파종은 재배적지 선정이 제일 중요하며 또한 내습성에 강한 초종의 도입이 필요하다고 보고되고 있다(지 등, 2010a; 지 등, 2010b). 그러므로 우리나라와 같이 6~8월에 집중적인 장마가 있는 기후조건에서는 다른 초종에 비해 비교적 습해에 강한 수수류 파종을 권장하고 있는 실정이다(지 등, 2010a; 지 등, 2010b). 그리고 우리나라는 동계 사료작물인 총체보리와 이탈리아 라이그라스 등과 연계하여 논에서 2모작을 대부분하기 때문에 앞뒤작물의 숙기를 고려하여 벼 대체 사료작물을 파종할 경우 5월 상순이 파종적기인 수수류가 적합하다고 보고하고 있다(축기연, 2004).

최근 활용도가 높은 곤포사일리지는 절단분쇄에 의한 관행적사일리지조제 방법에 비해 운반 및 저장 등에 소요되는 노동력을 현저하게 절감시킬 수 있는 장점(김 등, 2010; 김 등, 2006a; 김 등, 2004)이 있기 때문에 많은 사료작물이 사일리지 제조에 활용되고 있다. 그러나 베일러를 이용한 사일리지 제조는 대규모 양축농가나 경영체 등에서 선호하는 방법이나 곤포제조에 사용된 베일러는 고가의 장비이기 때문에 소규모 양축농가나 영세 양축농가의 경

우에는 베일러 구입이 어려워 베일사일리지 제조 및 이용에 많은 어려움을 가지고 있다(농림수산부, 2010). 특히, 현재 사용하고 있는 원형 곤포는 곤포무게가 500~1,000 kg인 대형으로 영세축산 농가나 소규모 축산농가에서는 취급과 급여가 불편하기 때문에 유통이 편리하고 취급에 용이한 톤백(100~200 kg)이나 소포장(25 kg)을 활용한 사일리지 제조기법의 필요성이 제기되었다.

따라서 본 연구는 수수×수수 교잡종의 수확 시기에 따라 톤백이나 소포장 사일리지 제조기를 이용하여 사일리지를 조제하였을 때 수확시기별 사일리지 사료가치 및 유기산 등 품질 변화를 조사하여 품질이 우수하고 장기보존이 가능한 기술을 개발하기 위한 기초자료를 얻기 위해서 본 연구를 수행하였다.

II. 재료 및 방법

1. 포장시험 및 사일리지 제조

본 연구는 충남 천안에 위치한 논에서 수행하였으며 공시초종으로 출수형인 수수×수수 교잡종 “SS405”를 5월 중순에 파종하였다. SS405의 파종은 트랙터에 부착된 수수류 파종기를 이용하여 줄파종(40kg/ha)하였고, 시비는 수수류 표준시용량으로 200-150-150 kg/ha(N-P₂O₅-K₂O)를 전량기비로 사용하였다. SS405의 수확시기는 출수기(8월 말경) 및 완숙기(9월 초순)로 하였으며, 사일리지 조제는 수확시기별로 수수류 수확기(Kemper C 3000H, 독일)를 이용하였다(절단길이 2~3cm). 발효 촉진을 위해 옥수수 용 젖산균 첨가제(청미바이오, 한국)를 처리하여 각 처리당 3롤의 라운드베일 사일리지를 조제하였다.

톤백 사일리지는 매 수확시기마다 SS405의 생초 150 kg을 톤백에 넣고, 트랜치 사일리지를 제조한 것처럼 포클레인(굴삭기)으로 답압하여 공기를 제거하여 완전 밀봉한 다음, 그늘에서

약 60일 보관한 후 개봉한 다음 사료가치와 품질 등을 조사하였다. 톤백은 시중에서 곡물저장용 (300 kg)으로 시판되고 있는 것을 그대로 사용하였다. 그리고 톤백에 SS405 생초를 넣기 전에 톤백 내부에 비닐(두께 0.8mm)을 2겹을 깔 다음 SS405 생초를 충전하였다. 그리고 신등 (2010)이 개발한 사각 압축베일 (소포장) 사일리지 조제장치 (Square silage wrapping compressor)를 이용하여 만든 소포장 사일리지는 매 수확 시기마다 SS405의 생초 25 kg을 사각 압축성형 챔버에 넣고 유압을 이용하여 소형의 직사각형으로 압축하고, 배출대기 챔버의 배출구에 포장지를 걸어 놓은 상태에서 압축된 사일리지를 다시 유압을 이용하여 포장지 안으로 밀어낸 다음, 압축 사일리지가 들어있는 포장지 상단부의 공기를 제거하고 난 다음 실링기로 완전 밀봉한 다음 약 60일을 보관한 후 개봉하여 사료가치와 품질 등을 조사하였다. 사각 압축베일 사일리지 제조에 사용된 비닐포대는 시중에서 비료/농후사료 등 보관용으로 시판되고 있는 것 그대로 사용하였다.

대조구인 원형베일 사일리지 조제는 수수류 전용 원형베일러 (Bio325, ViCon, 독일)를 이용하여 지름 120 cm, 높이 120 cm 규격의 대형 원형베일을 만들었고 베일링과 동시에 분무기로 젖산균 첨가제를 권장량 골고루 살포한 다음 Wrapper (Bio325, ViCon, 독일)를 이용하여 16~18겹의 비닐을 감아 제조하였다. 사일리지 wrapping에 쓰인 비닐은 두께가 25 μm 이고 폭은 800 mm이며 길이는 1,800 m인 백색 비닐이었다.

2. 사료가치 분석

수수×수수 교잡종 “SS405” 사일리지의 사료가치를 조사하기 위하여 각 시험구에서 저장 60일후 사일리지 시료채취기 (Uni-Forage Sampler; STAR QUALITY SAMPLER Co. Canada)로 각 처리구당 약 500 g을 취하여 일부는 65°C 순환

식 송풍건조기에서 3일 이상 건조 후 분쇄하여 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, 가소화 영양소 총량 (total digestible nutrients, TDN)은 $TDN = 4.898 + (89.796 \times \{0.7936 - (0.00344 \times ADF\%)\})$ 에 의하여 산출하였다 (김 등, 2009). 그리고 나머지 일부는 -20°C 냉동고에 보관하였다가 사일리지 특성조사에 사용하였다.

사일리지의 pH와 유기산 성분은 개봉한 사일리지 10 g을 증류수 100 ml에 넣고 냉장고에서 주기적으로 흔들며 주면서 24시간 보관 후 4중 거즈로 1차 거른 뒤 여과지 (Whatman No. 6)를 통과한 추출액을 조제하여 pH는 pH meter (HI 9024; HANNA Instrument Inc. UK)로, 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 최소유의성을 검정은 P-value가 0.05로 평가하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 사일리지 수확시기별 조제방법에 따른 수분함량 및 pH

숙기별 수수×수수 교잡종 소포장 및 톤백 사일리지에 대한 수분함량은 Fig. 1에서 보는 바와 같다. 사일리지의 수분함량은 출수기에서

완숙기로 수확시기가 늦어짐에 따라 2~8% 정도 감소하였으며, 사일리지 조제방법별 수분함량은 큰 차이는 보이지 않았다. 그리고 젖산균의 첨가 유무에 관계없이 수분함량은 거의 영향을 받지 않았다.

수수×수수 교잡종의 소포장 및 톤백 사일리지의 pH는 Table 2에서 보는 바와 같다. 출수기의 수수×수수 교잡종 소포장, 톤백 및 원형콘포 사일리지의 pH는 4.3~4.4 그리고 완숙기에서는 3.8~3.9로 안정된 값을 보였으며, 수확시기가 늦어짐에 따라 pH는 감소하였다 (P < 0.05). 그리고 수수×수수 교잡종은 젖산균의 첨가유무에 상관없이 출수기의 pH는 약 4.4 및 완숙기에서는 3.9로 안정된 상태를 유지하였으며, 수확시기가 늦어짐에 따라 pH는 감소하였다. 또한 사일리지 조제방법별 pH는 비슷한 수준을 유지하였다.

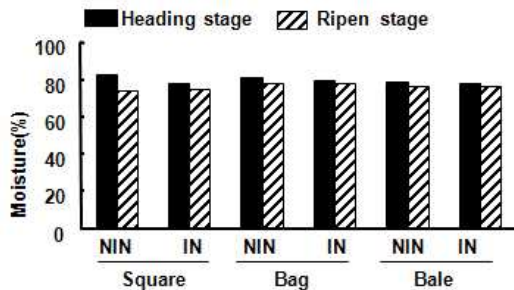


Fig. 1. Moisture content of sorghum×sorghum hybrid (SSH) silage according to harvest stage of SSH and manufacture methods of SSH silage. NIN: Non-inoculation of inoculant, IN: Inoculation of inoculant, Square: Square bale, Bag: gunny bag, Bale: Round bale.

일반적으로 사일리지의 품질은 수분 함량에 따라 영향을 받는데, 우리나라에서는 사료작물의 수확적기에 예취하여 사일리지를 제조하는 것이 아니라 일손과 기후여건에 따라 사일리지를 제조하는 경우가 대부분이기 때문에 수확적기보다 일찍 또는 늦게 예취하여 사일리지를 조제하기 때문에 사일리지의 수분 함량 차이가

심한 실정이다. 많은 연구자들은 목초나 사료작물의 사일리지 제조시 수분함량을 조절하기 위해서 예건을 실시하여 사일리지의 품질과 pH의 연관성을 조사한 연구를 수행하였으며 (임 등, 2009; 송 등, 2009; 김 등, 2006b; Manyawa 등, 2003; 김 등 1996), 김 등 (2010) 은 사일리지의 pH 변화는 사료작물의 초종과 사일리지 제조시 건물함량에 따라 pH의 증감이 달라질 수 있다고 하였는데, 본 연구에서도 수분함량의 차이에 의해서 pH의 변화가 관찰되었다. 이처럼 수분함량에 따라서 pH 차이의 변화가 예상되기 때문에 수수×수수 교잡종 소포장이나 톤백 사일리지 제조시 수분함량을 고려한 수확시기를 결정해야 할 것으로 사료된다. 특히, 수분이 과다할 경우 사일리지의 품질과 사료가치의 질을 저하시키는 요인이 될 뿐 아니라 가축의 기호성을 감소시켜 섭취량을 떨어뜨리는 요인(김 등, 2009)이 되므로 최근 정부에서는 사일리지 품질에 따라 차등을 두어 보조금을 지급하고 있다(농림수산부, 2010).

이상의 결과에서 보는 바와 같이 사일리지 조제방법별 수분 함량과 pH의 차이는 크지 않았으나 출수기에서 완숙기로 진행됨에 따라 pH의 변화는 현저하게 변화됨을 알 수 있었다. 이처럼 사료작물의 수분 함량에 따라서 pH 차이의 변화가 예상되기 때문에 수수×수수 교잡종의 소포장이나 톤백이나 사일리지 제조시 수분함량을 고려한 수확시기를 결정해야 할 것으로 사료된다.

2. 사일리지 수확시기별 조제방법에 따른 사일리지의 사료가치

숙기별 수수×수수 교잡종 소포장 및 톤백 사일리지의 사료가치는 Table 1에서 보는 바와 같다.

수수×수수 교잡종 소포장 및 톤백 사일리지는 수확시기가 늦어짐에 따라 조단백질 함량은 증가하는 경향을 보였으나 섬유소인 ADF 및

Table 1. Effect of harvest stage of sorghum x sorghum hybrid (SSH) and manufacture methods of SSH silage on nutritive values of SSH silage

SMM	Inoculant	Heading stage					Ripen stage			
		CP (%)	ADF (%)	NDF (%)	TDN (%)	IVDMD	CP (%)	ADF (%)	NDF (%)	TDN (%)
Square	NTR	6.83	48.78	71.16	50.37	53.96	8.30	45.50	67.71	52.96
	TR	7.03	48.61	70.34	50.50	52.39	8.36	43.77	65.37	54.33
Bag	NTR	8.01	48.42	71.12	50.65	51.88	8.60	42.42	64.03	55.39
	TR	8.21	47.31	69.55	50.62	53.47	7.85	46.86	70.09	51.88
Bale	NTR	7.70	48.74	68.60	50.40	54.23	8.42	43.97	64.27	54.16
	TR	7.86	48.64	70.68	50.47	54.98	8.61	43.03	64.71	54.91
Main-effect										
	Square	7.93	48.69	70.75	50.43	53.17	8.33	44.63	66.54	53.64
	Bag	8.11	47.86	70.34	50.63	52.68	8.22	44.64	67.06	53.63
	Bale	7.78	48.69	69.64	50.43	54.31	8.51	43.50	64.49	54.54
Sub-effect										
	NTR	7.51	48.65	70.29	50.47	53.36	8.44	43.96	65.34	54.17
	TR	7.70	48.19	70.19	50.53	53.61	8.27	44.55	66.72	53.70

SMM: Silage making method, Square: Square bale Bag: gunny bag, Bale: Round bale, NTR: Non-treatment, TR: Treatment, CP: Crude protein, ADF: Acid detergent fiber, NDF: Neutral detergent fiber, TDN: Total digestible nutrient, IVDMD: *in vitro* dry matter digestibility.

NDF 함량은 감소하는 경향을 보였다. 그리고 젖산균 첨가에 의해 NDF와 ADF 함량은 영향을 받지 않았다. 수수×수수 교잡종 원형곤포 사일리지도 숙기가 진행됨에 따라 소포장 및 톤백 사일리지와 비슷한 함량 변화를 보였다.

숙기별 수수×수수 교잡종 소포장 및 톤백 사일리지의 조단백질 및 NDF와 ADF 함량은 원형곤포 사일리지와 비슷한 수준을 보였으며 TDN 함량도 사일리지 제조방법에 따라 큰 차이를 보이지 않았다. 그리고 제조방법별 및 젖산균 첨가 유무에 따른 *in vitro* 건물소화율도 차이를 보이지 않았다.

사일리지 조제시 젖산균에 의한 섬유소의 변화에 대해 다양한 연구결과가 보고되고 있는데, 김 등(2000), Keady 및 Murphy(1996)은 젖

산균 첨가로 ADF 및 NDF 함량이 모두 감소되고, Kennedy 등(1989)는 ADF 함량만이 감소된다고 보고하였으나 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 사료작물의 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, 2010; 송 등, 2009; 김 등, 1996)하여 본 시험과 상반된 결과를 보였는데, 이는 SS405의 특성인 완숙기에 알곡이 많아서 단백질 함량을 증가시킨 것으로 보여진다. 그리고

수수×수수 교잡종을 이용하여 사일리지로 활용할 경우 젖산균의 첨가는 사료가치에 영향을 주지는 않았지만 개봉 시 2차 발효 예방 및 사일리지 품질 유지면에서 매우 중요하기 때문에 반드시 젖산균의 첨가가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

3. 사일리지 조제방법별 수확시기에 따른 사일리지의 소화율

출수기의 수수×수수 교잡종 조제방법별 사일리지의 *in vitro* 건물소화율은 Table 1에서 보는 바와 같다. 사일리지의 *in vitro* 건물소화율은 소포장에서 53.18%, 톤백에서 53.18% 및 원형근포에서 56.60%으로 제조방법에 따른 큰 차이는 보이지 않았다. 또한 젖산균의 첨가유무에 상관없이 사일리지의 *in vitro* 건물소화율은 비슷한 수준을 보였다.

많은 연구자들은 사일리지에서 건물소화율과 젖산균 첨가제간의 관련성에 관한 연구 결과가 다양하게 보고되고 있으나 소화율개선 효과가 있다는 보고(Smith 등, 1993; Steen 등, 1989)와 관련성이 없다는 보고(Keady와 Steen, 1994; Patterson 등, 1997)로 대별되고 있으나 본 연구의 수수×수수 교잡종 출수기에 제조된 사일리지 조제 방법에 따른 *in vitro* 건물소화율이 개선되는 효과를 보이지 않았다. 그러나 Hristov 및 McAllister (2002)는 보리 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.

4. 사일리지 조제방법별 수확시기에 따른 사일리지의 유기산 함량 변화 및 품질등급

사일리지 조제방법별 수확시기에 따른 수수×수수 교잡종 사일리지의 유기산 함량은 Table

2에서 보는 바와 같다.

출수기의 수수×수수 교잡종 조제방법별 사일리지의 젖산 함량은 완숙기보다 증가($P < 0.05$) 하였으나 초산 함량은 감소하였다($P < 0.05$). 그리고 낙산함량은 거의 나타나지 않았다. 출수기 및 완숙기의 수수×수수 교잡종 소포장 사일리지의 젖산함량은 톤백 및 원형근포 사일리지보다 증가하였으나($P < 0.05$) 초산함량은 감소하였다($P < 0.05$). 그리고 수확시기별 톤백 사일리지의 젖산 및 초산 함량은 원형근포 사일리지와 비슷하였다. Flieg법에 의한 출수기의 수수×수수 교잡종 소포장, 톤백 및 원형근포사일리지의 품질등급은 각각 100(우수), 91(우수) 및 94점(우수)이었고 완숙기에서는 모두 100점(우수)으로 나타났다(Fig. 2).

이상의 유기산 함량 및 Flieg's score의 결과에서 보는 바와 같이 출수기와 같이 수분함량이 높은 상태에서도 소포장, 톤백 및 원형근포 사일리지의 젖산 함량이 증가되고 초산함량이 감소하는 등 양질의 수수×수수 교잡종 사일리지를 조제할 수 있었으며, 특히, 소포장 및 톤백 사일리지 조제방법은 수분 함량이 많은 조건에서도 양질의 사일리지를 만들 수 있는 장점이 있기 때문에 소규모 양축농가나 영세 양축농가에서는 양질의 수수×수수 교잡종 사일리지를 조제하는데 적합한 방법으로 사료된다. 신과 윤(1983)은 사초가 예건을 통하여 적정수분 함량에 도달되면 homofermentation이 유도되어 젖산비율이 높아진다고 하였는데, 본 연구에서는 수분함량의 과소에 상관없이 젖산비율이 높아지는 것을 알 수 있었다. Cai 등(2005)은 젖산균의 영양원이 되는 가용성 탄수화물이 많은 작물은 양질의 사일리지를 조제하는데 적합하다고 하였으며 또한 Pitt(1990)도 식물체의 당 함량이 많으면 젖산 함량이 증가한다고 하였는데, 본 연구에 사용된 SS405는 당 함량이 사일리지 제조하는데 적당하여 숙기별 사일리

Table 2. Effect of harvest stage of sorghum×sorghum hybrid (SSH) and manufacture methods of SSH silage on acidity and content of lactic acid in SSH silage

SMM	Inoculant	Heading stage				Ripen stage			
		pH	Lactate (%/DM)	Acetate (%/DM)	Butyrate (%/DM)	pH	Lactate (%/DM)	Acetate (%/DM)	Butyrate (%/DM)
Square	NTR	4.45	9.63	2.29	0.00	3.81	5.86	0.35	0.00
	TR	4.24	7.41	1.78	0.00	4.05	5.79	0.77	0.00
Bag	NTR	4.42	5.92	3.23	0.00	3.82	8.46	0.64	0.00
	TR	4.38	5.54	2.74	0.00	4.04	6.59	0.78	0.00
Bale	NTR	4.43	5.84	2.32	0.00	3.79	8.25	0.54	0.01
	TR	4.41	5.68	2.36	0.00	3.78	7.74	0.91	0.00
Main-effect									
	Square	4.35	8.52a	2.04	0.00	3.93*	5.82b*	0.56*	0.00
	Bag	4.40	5.73b	2.98	0.00	3.93*	7.53a*	0.71*	0.00
	Bale	4.42	5.76b	2.34	0.00	3.79*	7.99a*	0.73*	0.01
Sub-effect									
	NTR	4.43	7.13	2.61	0.00	3.81	7.52	0.51*	0.00
	TR	4.34	6.21	2.29	0.00	3.96	6.71	0.82*	0.00

SMM: Silage making method, Square: Square bale Bag: gunny bag, Bale: Round bale, NTR: Non-treatment, TR: Treatment.

^{a,b} Different letters within a column represent significant differences (P<0.05). *vs Heading stage (P<0.05).

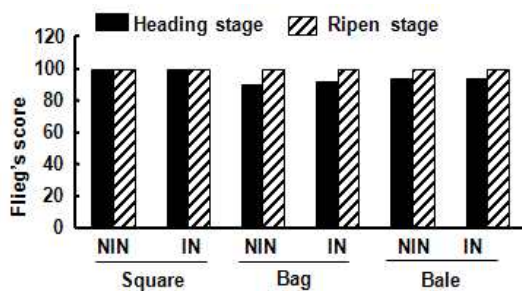


Fig. 2. Change of Flieg's score of sorghum×sorghum hybrid (SSH) according to harvest stage of SSH manufacture methods of SSH silage. NIN: Non-inoculation of inoculant, IN: Inoculation of inoculant, Square: Square bale, Bag: gunny bag, Bale: Round bale.

지 품질에는 크게 영향을 주지 않을 것으로 생각된다.

이상의 결과를 요약해 볼 때 수수×수수 교잡종의 출수기와 완숙기에 수확하여 사일리지를 조제할 경우 모두 우수한 사일리지 등급을 보였지만, 농가의 여건에 따라 출수기와 완숙기 사이에 사일리지를 제조하는 것이 우수한 사일리지 품질을 유지 할 것으로 생각되며, 또한 젖산균의 첨가는 사일리지의 품질 향상 및 장시간 안정된 품질을 유지하는 좋은 방법이 되기 때문에 젖산균 첨가는 반드시 이루어져야 할 것으로 생각된다.

IV. 요약

본 연구는 사일리지 수확시기별 조제방법에 따른 수수×수수 교잡종 사일리지의 품질에 미치는 영향을 구명하기 위하여 천안에 위치한 국립축산과학원 자원개발부에서 수행되었다. 수수×수수 교잡종 SS405를 이용하여 숙기별 2회(출수기 및 완숙기)에 걸쳐 수확을 하여 사일리지로 조제하였다. 수수×수수 교잡종 소포장 및 톤백 사일리지는 수확시기가 늦어짐에 따라 조단백질 함량은 증가하는 경향을 보였으나 섬유소인 ADF 및 NDF 함량은 감소하는 경향을 보였다. 그리고 젖산균 첨가에 의해 NDF와 ADF 함량은 영향을 받지 않았다. 수확시기에 따른 수수×수수 교잡종 사일리지의 TDN 함량 및 출수기의 *in vitro* 건물소화율은 조제방법별로 비슷한 수준을 유지하였다. 사일리지 조제방법별 수확시기에 따른 사일리지의 pH는 3.8~4.4을 유지하였으며, 출수기의 pH는 완숙기보다 높았다($P<0.05$). 조제방법별 수수×수수 교잡종 사일리지는 수확시기가 늦어짐에 따라 젖산 함량은 증가하였으나($P<0.05$) 초산 함량은 감소하였다($P<0.05$). 출수기 및 완숙기에서 수수×수수 교잡종 소포장 사일리지의 젖산함량은 톤백 및 원형근포 사일리지보다 증가하였으나($P<0.05$) 초산함량은 감소하였다($P<0.05$). 그리고 톤백 사일리지의 젖산 및 초산함량은 원형근포사일리지와 비슷하였다. 이상의 결과를 종합하여 볼 때 소포장 및 톤백 사일리지 조제 방법은 양질의 수수×수수 교잡종 사일리지 제조에 적합하였으며 원형근포와 동등한 사일리지 품질을 유지하였다.

V. 인용 문헌

1. 김종덕, 권찬호, 김종근, 김창현, 노환국, 윤영만, 이종경. 2009. 조사료생산 및 이용. 신광종합출판

- 사 p. 96.
2. 김상록, 김곤식, 우제훈, 이준우, 성경일. 2004. 연천지역에 있어서 생볏짚 원형근포사일리지의 부위별 사료성분 및 발효품질. 한초지 24(3): 253-260.
3. 김종근, 서 성, 정의수, 강우성, 함준상, 김동암. 2000. 수확시 숙기가 호밀 라운드베일 사일리지의 사료가치 변화에 미치는 영향. 한초지 20(4): 215-316.
4. 김종근, 정의수, 서 성, 함준상, 윤세형, 임영철. 2006a. 유산균제 첨가가 라운드베일 목초 사일리지의 품질에 미치는 영향. 한초지 26(3):139-146.
5. 김종근, 정의수, 서 성, 함준상, 김맹중, 이종경. 2006b. 예건기간이 라운드베일 목초 사일리지의 품질에 미치는 영향. 한초지 26(1):39-44.
6. 김종덕, 이현진, 전경협, 양가영, 권찬호, 성하균, 황보순, 조익환. 2010. 수확시기, 예건 및 싸라기 처리가 유기 청보리의 사초 생산성 및 사일리지 품질에 미치는 영향. 한초지 30(1):25-34.
7. 김종근, 정의수, 서 성, 김맹중, 이종경, 윤세형, 임영철, 조용민. 2008. 수확시기 및 품종이 총체며 사일리지의 품질에 미치는 영향. 한국초지조사료학회지, 28(1):29-34.
8. 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.
9. 농림수산식품부. 2010. 2010년 조사료대책 추진 관련 협의회 p. 24.
10. 서진교, 이정환. 2009. [쌀 산업정책연구 시리즈 13] 한시가 급한 쌀 조기관세화. 인스티튜트, 시선집중 GSnJ, 72(1):1-17.
11. 송태화, 한옥규, 윤성근, 박태일, 김경훈, 김기중. 2009. 청보리의 수확시기별 예건시간에 따른 수분과 사일리지 품질변화. 한국국제농업개발학회지. 21(4):316-321.
12. 송 진, 최윤희, 김정태, 이춘기, 손정록. 2007. 2006년 도입 밥쌀용 수입쌀 국내 유통 실태. 한작지 52(별책1):141-141.
13. 신재순, 김원호, 윤세형, 임영철, 임근발, 서 성. 2008. 중부지역 논에서 월년생 두과 사료작물의 생육특성 및 수량 비교. 한초지 28(1):13-18.

14. 신재순, 최종만, 김은모, 김원호, 정민용. 2009. 사각압축 사일리지 조제장치. 한국특허정보원, IPC 코드 A23N 17/00 (2006.01), 출원번호 1020090003621 (2009.01.16), 공개번호 1020100084246 (2010.07.26).
15. 신기남, 윤익석. 1983. 예건이 silage의 품질에 미치는 영향. 한초지 3(2):92-99.
16. 이정환. 2006. '05 쌀값대란 해부. 인스티튜트, 시선집중 GSnJ, 8: 1-17.
17. 임현진, 김종덕, 이현진, 전경협, 양가영, 권찬호, 윤세형. 2009. 예건이 수수×수단그라스 교잡종 유기 사일리지의 품질에 미치는 영향 한국유기농업학회지 17(4):519-527.
18. 지희정, 김원호, 김기용, 이상훈, 윤세형, 임영철. 2009a. 논에서 배수조건에 따른 사일리지용 옥수수 품종의 생육특성, 생산성 및 품질 비교. 한초지 29(4):329-336.
19. 지희정, 이상훈, 윤세형, 권오도, 최기준, 김원호, 김기용, 임영철. 2010a. 남부지역 논에서 수수류 품종의 생육특성, 생산성 및 품질 비교. 한초지 30(2):97-193.
20. 지희정, 이상훈, 윤세형, 김원호, 임영철. 2010b. 중부지역 논에서 수수류 품종의 생육특성, 생산성 및 품질 비교. 한초지 30(1):1-8.
21. 지희정, 이종경, 김기용, 윤세형, 임영철, 권오도, 이희봉. 2009b. 남부지방 논에서 사일리지용 옥수수 품종의 생육특성, 생산성 및 품질 비교. 한초지 29(1):13-18.
22. 축산기술연구소. 2004. 축산기술연구소 2004년도 보고서. 논에서 벼 대체 사료작물 우수품종 선발.
23. AOAC. 1990. Official method of analysis. 15th ed. Washington, DC.
24. Bevre, L. 1988. Silage making in round bales. Buscap Og Avdratt. 40(2):100-103. Norway.
25. Cai, Y. 2005. Quality improving technique of whole crop silage. 축산연구소. 사료용 총체 벼 생산·이용 기술 국제 심포지엄 proceedings. pp. 103-136.
26. Goering, H.K. and P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis. Agric. Handbook 379, U. S. Gov. Print. Office, Washington, DC.
27. Gordon, F.J. 1989. An evaluation through lactating cattle of a bacterial inoculant as an additive for grass silage. Grass Forage Sci. 44:169-179.
28. 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.
29. 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.
30. 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 Forage Sci. 49:438-446.
31. 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.
32. Manyawu, 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(6):843-851.
33. Moore, J.E. 1970. Procedure for the two-stage *in vitro* digestion of forage. Univ. of Florida, Depart. of Anim. Sci.
34. 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 Forage Sci. 52:325-335.
35. Pitt, R.E. 1990. Silage and hay preservation. National, Agriculture and Engineering Service (NRAES). Cooperative Extension. Cornell University.
36. Romahn, W. 1988. Big bale haylage fits our operation. Moard's Dairyman. March 10. Hoard and sons company. Fort Akinson, Wisconsin. p.

- 255.
37. 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.
38. 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 Forage Sci.* 44:381-390.
- (접수일: 2011년 3월 23일, 수정일 1차: 2011년 4월 15일, 수정일 2차: 2011년 5월 2일, 게재확정일: 2011년 5월 20일)