

## 수수 × 수수 교잡종의 수확시기가 원형 곤포사일리지의 품질에 미치는 영향

최기춘 · 정민웅 · 김원호 · 김천만 · 윤세형 · 최은민 · 김종근 · 이상문 · 최종만 · 김혁기 · 임영철

### Effect of Harvest Stage of Sorghum × Sorghum Hybrid (SSH) on the Quality of Round Baled SSH Silage

Ki Choon Choi, Min-Woong Jung, Won Ho Kim, Cheon Man Kim, Sei Hyung Yoon, Eun Min Choi, Jong Geun Kim, Sang Moon Lee, Jong Man Choi, Hyuck Gi Kim and Young Chul Lim

#### ABSTRACT

This study was performed to investigate the effects of harvest stage of sorghum × sorghum hybrid (SSH) on nutritive values and quality of round baled 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. Crude protein content of round baled SSH silage increased with delayed harvest maturity, but contents of ADF (acid detergent fiber), NDF (neutral detergent fiber), TDN (total digestible nutrient) and *in vitro* dry matter digestibility (IVDMD) was not changed. The pH in round baled 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. The content of lactic acid of round baled 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 acetic acid in round baled SSH silage of heading stage increased as compared to that of trench SSH silage ( $P<0.05$ ). Therefore, this study suggest that round baled SSH silage manufactured in both heading and ripen stage can improve the silage fermentation.

(Key words : Sorghum×sorghum hybrid, Silage, Round bale, Quality, Organic acid)

#### I 서 론

최근 국외에서는 바이오 에너지의 이용성에 대한 영향으로 곡물가격이 급등하고 국내에서는 쌀 소비량 감소와 더불어 수입 쌀의 증가로 인하여 쌀 재고량(서와 이, 2009; 송 등, 2007; 이 2006; 이 등, 2006; 전, 2004)이 많아지면서 유류 논이 발생이 증가되어 우리나라 농 · 축산

업은 많은 어려움에 처해 있다. 지금까지 논은 벼를 중심으로 한 주곡생산지로 활용되어져 왔는데, 지속적인 쌀 수요 감소에 따라 논을 벼 재배 이외의 목적으로 활용코자 하는 방안들이 논의되고 있다(김 등, 2009; 지 등, 2009a; 2009b; 김 등, 2008; 신 등, 2008).

경종농가와 축산 농가의 입장에서는 유류 논에 사료작물을 재배하여 양질 조사료를 생산하

농촌진흥청 축산과학원 (National Institute of Animal Science, RDA, Cheonan 331-808, 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

면 다량의 수입조사료('10년 906천 톤)를 대체하는 효과와 더불어 조사료 자급률을 향상시켜 축산경영비를 개선시킬 수 있는 기회로 인식하고 있다.

일반적으로 논은 밭보다 점토함량이 많아 물 빠짐이 좋은 논이라 하더라도 장마시 습해의 우려가 있으며, 또한 집중 장마시 배수가 불량하여 물이 고일 염려가 매우 크므로 습해에 강한 수수류 파종을 권장하고 있는 실정이다(지 등, 2010a; 지 등, 2010b). 그리고 우리나라는 동계 사료작물인 청보리와 이탈리아인 라이그라스 등과 연계하여 논에서 2모작을 하기 때문에 옥수수의 경우 파종기를 맞추어 파종하게 되면 앞 작물의 조기 수확으로 수량감소가 우려되며, 답리작 사료작물을 숙기에 맞게 수확하면 옥수수의 파종이 늦어 수량이 감소가 발생하기 때문에 벼 대체 사료작물을 파종할 경우 5월 상순이 적기 파종인 수수류가 적합하다고 보고하고 있다(축산연, 2004). 특히, 수수류는 옥수수에 비해 내병성, 내충성, 내염성 등이 강하고 잡초 경합력이 강한 특성을 가지고 있는 것으로 연구자들은 보고하고 있다(Kwon 등, 2006; Seo 등, 2006; 권 등, 2005; FAO, 1985).

한편, 축산관련 산 . . . } 등은 유휴논에 총채보리, 이탈리아인 라이그라스 등을 재배하여 양질 조사료를 생산 및 보급을 위한 많은 업적(김 등, 2010; 김 등, 2006a; 2006b; 김 등, 2004)을 만들어 냈으나 수수류 등과 같은 하계사료작물 분야에서는 뚜렷한 성과를 만들지 못하고 있는 실정이다. 그러나 최근 논에서 수수류 중심의 유통사료화를 위한 조제방법기술 개발에 관한 다양한 접근이 이루어져 수수류의 유통사료화가 가능한 시점까지 도래하였다. 곤포사일리지는 절단분쇄에 의한 관행적 사일리지 조제 방법에 비해 운반 및 저장 등에 소요되는 노동력을 현저하게 절감시킬 수 있는 장점이 있기 때문에 많은 사료작물의 사일리지 제조에 활용되고 있다.

총채보리, 호밀, 이탈리아인 라이그라스 등 줄

기가 연한 동계 사료작물은 현재 보급이 일반화 되어있는 원형곤포기로 곤포조제(김 등, 2010; 김 등, 2006a; 2006b; 김 등, 2004; 김 등, 2001; 김 등 2000a; 김 등 2000b; 김 등, 1995; Bevre, 1988; Romahn, 1988)가 가능하나, 수수류는 줄기가 굵고 단단하기 때문에 곤포사일리지 조제 및 유통조사료로써 활용되기에는 더 많은 연구가 필요한데, 이제까지 수수 곤포사일리지는 길이가 약 10~15 cm 정도로 잘라진 재료를 이용하여 곤포사일리지 제조 방법으로 제조되고 활용되어 왔다. 그러나 이들 방법은 양질의 사일리지 제조 및 장기보존 측면에서 탁월한 효과를 거두지 못하고 있는 실정이다. 그리고 수수류는 일반 줄기가 연한 사료작물용 곤포기로는 조제가 어렵기 때문에 최근 수수류 전용 원형곤포기가 많이 개발되고 있으며 일부는 보급 중에 있는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 현재 보급중인 수수류 전용 원형 곤포사일리지 제조기를 이용하여 사일리지를 조제하였을 때 수확시기별 수수×수수 교잡종 곤포사일리지에 대한 사료가치 및 유기산 등 품질 변화를 조사하여 품질이 우수하고 장기보존이 가능한 수수류 사일리지 제조 기술을 개발하기 위한 기초자료를 얻기 위해서 수행하였다.

## II 재료 및 방법

### 1. 포장시험 및 사일리지 제조

본 연구는 충남 천안에 위치한 답작지에서 수행하였으며 공시초종으로 출수형인 수수×수수 교잡종 “SS405”를 5월 17일에 파종하였다. SS405의 파종은 트랙터에 부착된 수수류 파종기를 이용하여 파종(40 kg/ha)하였고, 시비는 수수류 표준시용량으로 200-150-150 kg/ha (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O)를 전량기비로 사용하였다.

SS405의 수확은 출수기(8월 27일) 및 완수기(9월 9일)에 맞추어서 하였으며, 사일리지

조제는 수확시기별로 수수류 수확기 (Kemper C 3000H, 독일)를 이용하였다 (절단길이 2~3 cm). 발효 촉진을 위해 옥수수용 젖산균 첨가제 (청미바이오, 한국)를 처리하여 각 처리당 3롤의 원형 곤포사일리지를 조제하였다. 원형 곤포사일리지 조제는 수수류 전용 원형곤포기 (Bio325, ViCon, Germany)를 이용하여 지름 120 cm, 높이 120 cm 규격의 대형 원형곤포를 만들었고 곤포조제와 동시에 분무기로 젖산균 첨가제를 권장량으로 골고루 살포한 다음, Wrapper (Bio325, ViCon, Germany)를 이용하여 16~18겹의 비닐을 감아 제조하였다. 사일리지 wrapping에 쓰인 비닐은 두께가 25  $\mu\text{m}$ 이고 폭은 800 mm이며 길이는 1,800 m인 백색 비닐이었다.

대조구의 SS405의 사일리지는 수확시기마다 20 l 플라스틱 시험용 사일로에 충전 시킨 후 완전 밀봉 (트렌치)하여 그늘에서 보관한 다음 원형 곤포사일리지와 함께 약 60일을 보관 한 후 개봉하여 사료가치 등을 조사하였다.

## 2. 사료가치 분석

수수×수수 교잡종 SS405의 사일리지의 사료가치를 조사하기 위하여 각 시험구에서 저장 60일 후 사일리지 시료채취기 (Uni-Forage Sampler, STAR QUALITY SAMPLER Co., Canada)로 각 처리구당 약 500 g을 취하여 일부는 65°C 순환식 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 soest (1970) 방법으로 분석하였다. *In vitro* 건물소화율은 Tilley 및 Terry (1963) 방법을 Moore (1970)가 수정한 방법을 이용하였으며, 가소화영양소 총량 (total digestible nutrients, TDN)은  $\text{TDN} = 4.898 + (89.796 \times \{0.7936 - 1.00344 \times \text{ADF}\})$ 에 의하여 산출하였다 (김 등, 2009). 그리고 나머지 일부는 -1°C 냉동고에 보관하

였다가 사일리지 특성조사에 사용하였다.

사일리지의 pH와 유기산 성분은 개봉한 사일리지 10 g을 증류수 100 ml에 넣고 냉장고에서 주기적으로 흔들어 주면서 24시간 보관후 4중 가아제로 1차 거른 뒤 여과지 (Whatman No. 6)를 통하여 걸러서 추출액을 조제하여 pH는 pH meter (HI 9024, HANNA Instrument Inc., UK)로, 그리고 젖산은 0.22  $\mu\text{m}$  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 -1°C 이하 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. 수수×수수 교잡종 사일리지의 수분함량 및 pH

숙기별 수수×수수 교잡종 원형 곤포사일리지에 대한 수분 함량은 Fig. 1에서 보는 바와 같다. 사일리지의 수분 함량은 출수기에서 완숙기로 수확시기가 늦어짐에 따라 2%에서 4% 정도 감소하였다. 그리고 젖산균의 첨가 유무에 관계없이 수분 함량은 거의 영향을 받지 않았다.

수수×수수 교잡종 원형 곤포사일리지의 pH는 Table 2에서 보는 바와 같이 pH는 출수기 및 완숙기에서 각각 4.42 및 3.79로 안정된 값을 보였으며, 수확시기 늦어짐에 따라 pH는 감소하였다 ( $P < 0.05$ ). 수수×수수 교잡종 트렌치 사일리지의 pH는 출수기 및 완숙기에서 각각 4.06 및 3.79로 수수×수수 교잡종 원형 곤포사

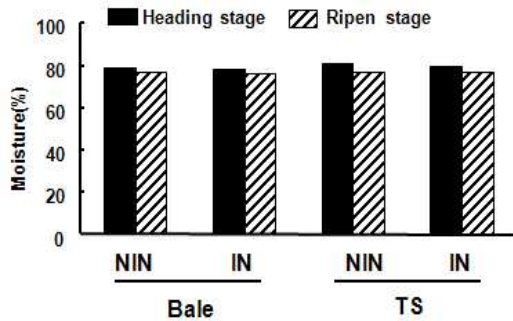


Fig. 1. Moisture content of round baled sorghum×sorghum hybrid (SSH) silage according to harvest stage of SSH. NIN: Non-inoculation of inoculant, IN: Inoculation of inoculant, Bale: Round bale, TS: Trench silo.

일리지와 같이 안정된 값을 보였으며, 원형 곤포사일리지와 같이 수확시기 늦어짐에 따라 pH는 감소하였다 ( $P<0.05$ ). 그리고 수수×수수 교잡종은 젖산균의 첨가유무에 상관없이 pH는 안정된 상태를 유지하였다.

일반적으로 사일리지 제조시 수분함량은 사일리지의 품질에 영향을 주기 때문에 재료의 수분함량을 조절하기 위해서 예건이나 숙기를 조절하는 것이 양질의 사일리지를 조제할 수

있다고 많은 연구자들은 보고하고 있다(임 등, 2009; 송 등, 2009; 김 등, 2006b; 김 등, 1996). 또한 김 등 (2010)은 사일리지의 pH 변화는 사료작물의 초종과 사일리지 제조시 수분함량에 따라 pH의 증감이 달라질 수 있다고 하였는데, 본 연구에서는 숙기가 늦어짐에 따라 수분 함량이 약 2~4% 차이가 나타났음에도 불구하고 pH의 변화는 0.2~0.6 정도의 높은 변화를 보였다. 이처럼 수분함량에 따라서 pH 차이의 변화가 예상되기 때문에 수수×수수 교잡종이나 수수×수단그라스 교잡종을 이용하여 원형 곤포사일리지 제조시에는 수분함량을 고려한 수확시기를 결정해야 할 것으로 사료된다.

## 2. 수수×수수 교잡종 원형 곤포사일리지의 화학성분

수수×수수 교잡종 원형 곤포사일리지 제조 후 60일에 개봉한 수수×수수 교잡종의 화학성분은 Table 1에서 보는 바와 같다. 수수×수수 교잡종 원형곤포사일리지는 수확시기가 늦어짐에 따라 조단백질 함량은 증가하는 경향을 보였으나 섬유소인 NDF 및 ADF 함량은 숙기간

Table 1. Effect of harvest stage of sorghum×sorghum hybrid (SSH) on nutritive values of round baled SSH silage

SMM <sup>1)</sup>	Inoculant	Heading stage					Ripen stage			
		CP <sup>6)</sup> (%)	ADF <sup>7)</sup> (%)	NDF <sup>8)</sup> (%)	TDN <sup>9)</sup> (%)	IVDMD <sup>10)</sup>	CP (%)	ADF (%)	NDF (%)	TDN (%)
Bale <sup>2)</sup>	NTR <sup>4)</sup>	7.70	48.74	68.60	50.40	54.98	8.42	43.97	64.27	54.16
	TR <sup>5)</sup>	7.86	48.64	70.68	50.47	54.23	8.61	43.03	64.71	54.91
TS <sup>3)</sup>	NTR	7.80	43.93	64.90	52.52	55.26	8.07	46.06	66.68	54.20
	TR	7.44	45.45	66.44	53.00	53.35	8.09	42.71	64.11	55.16
Main-effect										
	Bale	7.78	48.69	69.64	50.43	54.60	8.51	43.50	64.49	54.54
	TS	7.62	44.69	65.67	52.76	54.31	8.08	44.38	65.39	54.68
Sub-effect										
	NTR	7.75	46.33	66.75	51.46	55.12	8.24	45.01	65.47	54.18
	TR	7.65	47.04	68.56	51.74	53.79	8.35	42.87	64.41	55.03

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

에 약간의 차이를 보였다. 출수기에는 젖산균의 첨가유무에 상관없이 비슷한 함량을 보였으나 완숙기에서는 젖산균의 첨가함으로써 함량 감소를 보였다. 수수×수수 교잡종 트랜치 사일리지는 원형 곤포사일리지와 비슷한 경향을 유지하였다.

출수기와 완숙기의 수수×수수 교잡종 원형 곤포사일리지는 트랜치 사일리지보다 조단백질 함량은 약간 증가하였다. 그리고 출수기에서의 원형 곤포사일리지의 NDF 및 ADF 함량은 트랜치 사일리지보다 약간의 함량 증가를 보였으나 완숙기에서는 트랜치 사일리지와 원형 곤포사일리지 간에 비슷한 함량을 보였다.

많은 연구자의 보고에 의하면 대부분의 사료 작물은 숙기가 진행됨에 따라 NDF와 ADF 함량은 증가하고 조단백질 함량은 감소(김 등, 2010; 송 등, 2009; 김 등, 1996)한다고 하였는데 본 시험에서는 반대의 경향을 보였는데 이는 SS405의 특성인 완숙기에 수수알곡이 많아서 단백질 함량을 증가시킨 것으로 보인다. 그리고 수수×수수 교잡종 원형 곤포사일리지 제조시 젖산균의 첨가는 사료가치에 영향을 주지는 않았는데, 이는 수수류의 특성상 당분 함량이 충분하고 사일리지 제조시 최적의 상태로 제조되고 관리되어 젖산균 첨가 없이도 발효가 양호하게 일어난 것으로 보여 진다. 그러나 일 반농가 수준에서는 수확시기나 곤포제조기술 등에 능숙하지 않아 사일리지 발효에 영향을 줄 수 있기 때문에 원형 곤포사일리지 제조시에 젖산균의 첨가는 사일리지 품질 유지에 매우 중요하기 때문에 젖산균의 첨가는 반드시 수행되어야 할 것으로 생각된다.

### 3. 수수×수수 교잡종 원형 곤포사일리지의 소화율

출수기의 수수×수수 교잡종 원형 곤포사일리지의 *in vitro* 건물소화율은 Table 1에서 보는 바와 같이 사일리지의 *in vitro* 건물소화율은

54.60% 이었으며, 트랜치 사일리지의 *in vitro* 건물소화율은 54.31%으로 제조방법에 따른 *in vitro* 건물소화율은 차이를 보이지 않았다. 또한 젖산균의 첨가유무에 상관없이 사일리지의 *in vitro* 건물소화율은 비슷한 수준을 보였다.

많은 연구결과에서 젖산균 첨가제가 건물 소화율 증가와 관련성이 있는 것으로 보고(Keady와 Steen, 1994; Patterson 등, 1997)와 반대로 소화율 개선효과가 없는 것으로 보고(Smith 등, 1993; Steen 등, 1989)로 대별되는데, 본 연구에서는 수수×수수 교잡종 사일리지의 *in vitro* 건물소화율의 개선효과는 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. *in vitro* 건물소화율은 초종과 제조시 건물함량에 따라 약간의 변화는 관찰될 수 있겠으나 수수×수수 교잡종 원형 곤포사일리지의 경우에는 수확시기와 수분함량에 상관없이 좋은 소화율을 유지하기 때문에 사료가치가 우수하고 농가작업이 용이한 시기에 예취하여 원형 곤포사일리지를 조제하는 것이 유리할 것으로 생각된다.

### 4. 수수×수수 교잡종 원형 곤포사일리지의 유기산 함량과 품질등급

숙기별 수수×수수 교잡종 원형 곤포사일리지의 유기산 함량은 Table 2에서 보는 바와 같다. 수수×수수 교잡종 원형 곤포사일리지의 수확시기가 늦어짐에 따라 젖산 함량은 증가( $P<0.05$ )하였으나 초산 함량은 감소하였다( $P<0.05$ ). 그리고 낙산함량은 거의 나타나지 않았다. 출수기의 수수×수수 교잡종 원형 곤포사일리지의 젖산 함량은 트랜치 사일리지보다 감소하였으나( $P<0.05$ ) 완숙기의 젖산 함량은 트랜치 사일리지와 비슷하였다. 그리고 출수기의

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

SMM <sup>1)</sup>	Inoculant	Heading stage				Ripen stage			
		pH	Lactate (%/DM)	Acetate (%/DM)	Butyrate (%/DM)	pH	Lactate (%/DM)	Acetate (%/DM)	Butyrate (%/DM)
Bale <sup>2)</sup>	NTR <sup>4)</sup>	4.43	5.84	2.32	0.00	3.79	8.25	0.54	0.01
	TR <sup>5)</sup>	4.41	5.68	2.36	0.00	3.78	7.74	0.91	0.00
TS <sup>3)</sup>	NTR	4.07	9.89	1.61	0.00	3.79	8.15	0.56	0.00
	TR	4.06	10.39	1.33	0.00	3.79	8.01	0.54	0.00
Main-effect									
	Bale	4.42	5.76b	2.34a	0.00	3.79*	7.99*	0.73*	0.01
	TS	4.06	10.14a	1.47b	0.00	3.79*	8.08	0.55	0.00
Sub-effect									
	NTR	4.25	7.87	1.96	0.00	3.79*	8.20	0.55	0.01
	TR	4.23	8.03	1.85	0.00	3.78*	7.88	0.73	0.00

<sup>1)</sup> SMM: Silage making method, <sup>2)</sup> Bale: Round bale, <sup>3)</sup> TS: Trench silo, <sup>4)</sup> NTR: Non-treatment, <sup>5)</sup> TR: Treatment  
<sup>a, b</sup>: Different letters within a column represent significant differences ( $P<0.05$ ). \* vs Heading stage ( $P<0.05$ ).

원형 곤포사일리지의 초산 함량은 트랜치 사일리지보다 증가되었다( $P<0.05$ ). 완숙기에서는 제조방법에 따라 젖산과 초산 함량은 큰 차이를 보이지 않았다.

Flieg 법에 의한 출수기의 수수×수수 교잡종 원형 곤포사일리지의 품질등급은 94점(우수)이었고 완숙기에서는 100점(우수)으로 나타났다. 그리고 트랜치 사일리지는 출수기와 완숙기 모두 100점(우수)을 유지하였다(Fig. 2).

일반적으로 사일리지 조제시 수분이 양질의 발효를 유지하는데 영향을 주는 것으로 알려져 있지만, Flieg 법의 결과에서 보는 바와 같이 수수×수수 교잡종의 경우 원형 곤포사일리지 조제시에는 수분함량이 76~80%를 유지할 때도 사일리지 발효에는 영향을 주지 않은 것으로 나타났다. Pitt(1990)는 사일리지의 pH가 낮고, 식물체의 당 함량이 많으면 젖산 함량이 증가한다고 하였는데, 본 연구에 사용된 SS405는 당 함량이 사일리지 제조하는데 적당하여 숙기별 사일리지 품질에는 크게 영향을 주지 않은 것으로 생각된다.

이상의 결과를 요약해 볼 때 수수×수수 교잡종의 출수기와 완숙기에 수확할 경우 모두 우수한 사일리지 등급을 보였지만, 농가의 여

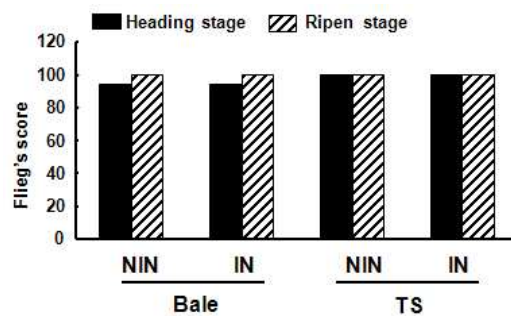


Fig. 2. Change of Flieg's score of round baled sorghum×sorghum hybrid (SSH) according to harvest stage of SSH. NIN: Non-inoculation of inoculant, IN: Inoculation of inoculant, Bale: Round bale, TS: Trench silo.

건에 따라 출수기와 완숙기 사이에 원형곤포사일리지를 제조하는 것이 우수한 사일리지 품질을 유지할 것으로 생각되며, 특히, 일반농가 수준에서는 수확시기나 곤포제조기술 등에 능숙하지 않아 사일리지 발효에 영향을 줄 수 있기 때문에 수수×수수 교잡종의 원형 곤포 제조시에 젖산균의 첨가는 사일리지 품질 유지에 매우 중요하므로 젖산균의 첨가는 반드시 이루어져야 할 것으로 생각된다.

#### IV 요약

본 연구는 수확시기가 수수×수수 교잡종 원형 곤포사일리지의 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. 숙기가 진행됨에 따라 수수×수수 교잡종 원형 곤포사일리지의 조단백질은 증가하는 경향을 보였으나 NDF 및 ADF 함량 그리고 TDN 함량은 비슷한 수준을 유지하였다. 그리고 숙기별 *in vitro* 건물소화율도 비슷하였다. 숙기별 사일리지의 pH는 3.8~4.4을 유지하였으며, 출수기의 pH는 완숙기의 보다 높았다. 수수×수수 교잡종 원형 곤포사일리지의 수확시기가 늦어짐에 따라 젖산 함량은 증가하였으나 초산 함량은 감소하였다( $P<0.05$ ). 그리고 출수기의 원형 곤포사일리지의 초산 함량은 트랜치 사일리지보다 증가되었다( $P<0.05$ ). 완숙기에서는 제조방법에 따라 젖산과 초산 함량은 큰 차이를 보이지 않았다. 이상의 결과를 종합하여 볼 때 양질의 수수×수수 교잡종 원형곤포 사일리지 조제를 위해서는 출수기와 완숙기 사이에 수확하여 사일리지를 만드는 것이 사일리지 발효를 향상시킬 수 있다.

#### V 인용 문헌

- 권찬호, 김호중, 김종덕, 김수곤, 이병생, 채상현. 2005. CODEX 유기축산 규정에 따른 조사료 생산체계 확립에 관한 연구. 농림부.
- 김종덕, 권찬호, 김종근, 김창현, 노환국, 윤영만, 이종경. 2009. 조사료생산 및 이용. 신평종합출판사 p 96.
- 김정갑, 한민수, 김진엽, 한정대, 강우성, 신정남. 1995. 주요 사료작물의 곤포 Silage 조제이용에 관한 연구. II. 생육단계별 건물축적형태화 곤포 사일리지 조제이용. 한초지 15(3):157-230.
- 김상록, 김곤식, 우제훈, 이준우, 성경일. 2004. 연천지역에 있어서 생벼짚 원형곤포사일리지의 부위별 사료성분 및 발효품질. 한초지 24(3): 253-260.
- 김원호, 이종경, 박형수, 황보순, 임영철, 지희정, 이효원, 윤봉기, 서 성. 2009. 논에서 생육특성과 수량이 우수한 두과 사료작물 선발. 한초지 29(4):307-312.
- 김종근, 정의수, 서 성, 함준상, 윤세형, 임영철. 2006a. 유산균제 첨가가 라운드베일 목초 사일리지의 품질에 미치는 영향. 한초지 26(3):139-146.
- 김종근, 정의수, 서 성, 강우성, 함준상, 김동안. 2001. 수확시 숙기가 호밀 라운드베일 사일리지의 품질변화에 미치는 영향. 한초지 21(1):1-6.
- 김종근, 정의수, 서 성, 함준상, 김맹중, 이종경. 2006b. 예건기간이 라운드베일 목초 사일리지의 품질에 미치는 영향. 한초지 26(1):39-44.
- 김종근, 정의수, 서 성, 강우성, 함준상, 이성철. 2000a. 제조 방법이 라운드베일 연맥 사일리지의 품질에 미치는 영향. 한초지 20(3):185-192.
- 김종근, 서 성, 정의수, 강우성, 함준상, 김동안. 2000b. 수확시 숙기가 호밀 라운드베일 사일리지의 사료가치 변화에 미치는 영향. 한초지 20(4): 215-316.
- 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.
- 김종근, 정의수, 서 성, 김맹중, 이종경, 윤세형, 임영철, 조용민. 2008. 수확시기 및 품종이 총체 벼 사일리지의 품질에 미치는 영향. 한국초지조사료학회지, 28(1):29-34.
- 김정갑, 진현주, 신재순, 정의수, 한민수. 1996. 봄 재배 연맥의 silage 제조 이용시 예건 및 formic acid 처리에 의한 품질개선 효과. 한초지 16(2):155-160.
- 서진교, 이정환. 2009. [쌀 산업정책연구 시리즈 13] 한시가 급한 쌀 조기관세화. 인스티튜트, 시선집중 GSnJ, 72(1):1-17.
- 송태화, 한옥규, 윤성근, 박태일, 김정훈, 김기중. 2009. 청보리의 수확시기별 예건시간에 따른 수분과 사일리지 품질변화. 한국국제농업개발학회지. 21(4):316-321.
- 송진, 최윤희, 김정태, 이춘기, 손정록. 2007. 2006년 도입 밥쌀용 수입쌀 국내 유통 실태. 한작지 52(별책1):141-141.
- 신재순, 김원호, 윤세형, 임영철, 임근발, 서 성. 2008. 중부지역 논에서 월년생 두과 사료작물의

- 생육특성 및 수량 비교. 한초지 28(1):13-18.
18. 이정환. 2006. '05 쌀값대란 해부. 인스티튜트, 시선집중 GSnJ, 8:1-17.
19. 이정환, 김관수, 김명환, 김태균, 사공용, 안동환, 임정빈. 2006. 쌀 산업을 지배하는 원리 인스티튜트, 쌀산업을 지배하는 원리 pp. 1-186.
20. 임현진, 김종덕, 이현진, 전경협, 양가영, 권찬호, 윤세형. 2009. 예전이 수수×수단그라스 교잡종 유기 사일리지의 품질에 미치는 영향 한국유기농업학회지 17(4):519-527.
21. 전영서. 2004. 농산물시장 개방화와 사회후생의 변화 — — 한국경제연구, 13: 111-129.
22. 지희정, 김원호, 김기용, 이상훈, 윤세형, 임영철. 2009a. 논에서 배수조건에 따른 사일리지용 옥수수 품종의 생육특성, 생산성 및 품질 비교. 한초지 29(4):329-336.
23. 지희정, 이상훈, 윤세형, 권오도, 최기준, 김원호, 김기용, 임영철. 2010a. 남부지역 논에서 수수류 품종의 생육특성, 생산성 및 품질 비교. 한초지 30(2):97-193.
24. 지희정, 이상훈, 윤세형, 김원호, 임영철. 2010b. 중부지역 논에서 수수류 품종의 생육특성, 생산성 및 품질 비교. 한초지 30(1):1-8.
25. 지희정, 이종경, 김기용, 윤세형, 임영철, 권오도, 이희봉. 2009b. 남부지방 논에서 사일리지용 옥수수 품종의 생육특성, 생산성 및 품질 비교. 한초지 29(1):13-18.
26. 축산기술연구소 2004년도 보고서. 2004. 논에서 벼 대체 사료작물 우수품종 선발.
27. AOAC. 1990. Official method of analysis. 15thed. Washington, DC.
28. Bevre, L. 1988. Silage making in round bales. Buscap Og Avdratt. 40(2):100-103. Norway.
29. FAO, 1985. Water quality for agriculture. R.S. Ayers and D.W. Westcot. FAO Irrigation and Drainage Paper. 29 Rev. 1. FAO Rome.
30. Goering, H.K. and P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis. Agric. Handbook 379, U. S. Gov. Print. Office, Washington, DC.
31. 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.
32. 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.
33. Kwon, C.H., J.D. Kim, S.G. Kim and C.H. Kim. 2006. Effect of corn grain addition on forage quality and production cost of sorghum silage. Chinese J. Grassl. Sci. 16:59-61.
34. Moore, J.E. 1970. Procedure for the two-stage *in vitro* digestion of forage. Univ. of Florida, Depart. of Anim. Sci.
35. 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.
36. Pitt, R.E. 1990. Silage and hay preservation. National, Agriculture and Engineering Service (NRAES). Cooperative Extension. Cornell University.
37. Romahn, W. 1988. Big bale haylage fits our operation. Moard's Adiryman. March 10. Hoard and sons company. Fort Akinson, Wisconsin. p. 255.
38. Seo, S., W.H. Kim and J.G. Kim. 2006. Production and utilization of whole crop barley and whole crop rice in Korea. Chinese J. of Grassl. Sci. 16:274-279.
39. 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.
40. 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 2월 27일, 수정일 1차: 2011년 3월 31일, 수정일 2차: 2011년 4월 3일, 게재확정일: 2011년 4월 22일)