

## 수수·수단그라스 사일리지 제조에 있어 BMR 품종과 파옥쇄 첨가 효과

권찬호<sup>1\*</sup> · 김은중<sup>2</sup> · 조상범<sup>3</sup>

<sup>1</sup>경북대학교 말특수동물학과, <sup>2</sup>경북대학교 축산학과, <sup>3</sup>건국대학교 동물자원연구센터

### Effects of BMR Variety and Corn Grain (Grounded) Supplement on Silage Quality of Sorghum × Sudan Hybrids

Chan Ho Kwon<sup>1\*</sup>, Eun Joong Kim<sup>2</sup> and Sangbueom Cho<sup>13\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Horse / Companion and Wild Animal Science, Kyungpook National University, Sangju 742-711, Republic of Korea, <sup>2</sup>Department of Animal Science, Kyungpook National University, Sangju 742-711, Republic of Korea, <sup>3</sup>Animal Resources Research Center, Konkuk University, Seoul 143-701, Republic of Korea

#### ABSTRACT

The present study was conducted to evaluate the productivity of Sorghum × sudangrass (SX17) hybrid and BMR (brown mid rib) Sorghum × sudangrass hybrid and silage quality of these forages with corn grain supplementation. The effect of corn grain supplementation on the quality of silages was also investigated. No remarkable differences at growth characteristics and productivities in two hybrids were found. Sugar content, however, in stem of BMR hybrid showed significantly great ( $p < 0.05$ ) and the difference between two hybrids was about 2 B°. Ratio of lactic acid in total organic acid in BMR hybrid (82.8%) was significantly greater than the control (SX17 hybrid) (78.5%) ( $p < 0.05$ ). Ratio of butyric acid in total organic acid in SX17 hybrid (18.5%) was significantly greater than BMR hybrid (9.8%) ( $p < 0.05$ ). According to the result of organic acid ratio, it could be assumed that the use of BMR hybrid can improve silage quality. NDF and ADF contents in both SX17 and BMR hybrids were significantly declined with increased corn grain supplementation ( $p < 0.05$ ). Different TDN values in SX17 (56.2) and BMR (57.1) hybrids were detected. However, TDN values of both SX17 and BMR hybrid silages were significantly elevated by increasing the proportion of ground corn ( $p < 0.05$ ).

(Key words : Sorghum × sudangrass hybrids, BMR, Corn, Productivity, Silage quality)

#### I. 서 론

유기 축산을 위해서는 순환농업의 기반이 조성되어야 하며 순환농업을 위해서는 유기사료 생산이 필수적이다. 방목형 산지초지가 절대적으로 부족하며, 여름과 겨울의 기온 차이가 큰 우리나라에서는 작부체계를 통한 사료작물재배가 필요하다. 작부체계 가운데 동계작물은 잡초 및 질병의 피해가 미미하기 때문에 비교적 손쉽게 유기사료 생산이 가능하나, 여름철 사료작물인 옥수수의 경우 잡초 및 병충해가 심하여 유기농업에 활용할 경우 생산성이 낮아 경제성이 떨어진다고 (Kim et al., 2001; Kim et al., 2007; Kim, 2011). 옥수수 대체작물인 수수·수단그라스 교잡종 또는 수수잡종의 경우 생산성이 높고, 잡초문제가 미미하

며, 병충해에 의한 피해도 작아서 유기사료 생산에 적합하나 대량 생산된 원료사료를 사일리지로 저장하기 위해서는 당분 함량이 부족하고 수분 함량이 높아 낙산발효로 인해 품질유지에 문제가 있어 활용하지 못하고 있다 (Kim et al., 2006; Kim et al., 2011; Kim et al., 2012).

단위면적당 가치 생산에 있어서도 옥수수는 건물 생산량의 50%가 종실이기 때문에 단위면적당 TDN 생산량이 높지만 조사료의 비중은 50%에 불과하다. 수수·수단교잡종은 건물생산량이 가장 높고 100% 조사료를 생산하므로 조사료의 절대가격이 곡류보다 비싼 우리나라에서 단위면적당 가치생산의 측면에서는 유리하지만 사일리지 제조중의 손실이 많고 사일리지 품질이 급감하여 섭취량 감소로 이어짐으로 저장 후에 사일리지로 활용할 경우의 가치는 옥

\* Corresponding author : Chan Ho Kwon, Department of Horse/Companion and Wild Animal Science, Kyungpook National University, Sangju 742-711, Republic of Korea, Tel: +82-54-530-1226, Fax: +82-54-530-1226, E-mail: chkwon@knu.ac.kr

수수에 비하여 불리하다. 따라서 최근에는 유기적으로 재배한 다엽성 조사료에 수분조절 및 양분조절 목적으로 상대적으로 가격이 싼 곡류사료나 곡류 부산물을 혼합하여 사일리지로 제조하는 연구가 많이 진행되어 왔다 (Kwon et al., 2006; Lim et al., 2009; Kim et al., 2010)

근래에 미국에서 수수·수단 교잡종 또는 수수잡종에 있어 잎, 줄기 내 당도가 높고, 리그닌 함량이 낮으며 (Cherney et al., 1991; Li et al, 2013) 건조한 기후조건에 강한 특성을 지닌 BMR (Brown Mid Rib) 품종이 개발되어 재배면적이 급증하고 있다 (Gregory et al, 2014). BMR 수수·수단교잡종은 당도가 높아 당분 함량의 경우 사일리지 제조에 적합하나, 예건을 하지 않으면 수분 함량이 높아 트렌치 또는 탑형사일로에 사일리지를 제조할 경우 수분이 과다하여 사일리지 품질에 문제가 발생할 수 있다.

따라서 본 시험은 기존의 수수·수단교잡종과 BMR 수수·수단교잡종을 재배하여 생육특성, 수량 및 당 함량을 비교하고, 과옥쇄 첨가수준에 따른 사일리지 품질을 비교함으로써 새롭게 개발되어 국내에서의 재배면적이 증가하고 있는 BMR 수수·수단교잡종의 적절한 사일리지 조제 방법을 찾고, 기존의 수수·수단교잡종의 사일리지 조제시 양질의 사일리지를 만들 수 있는 방법을 찾고자 하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 품종, 재배방법 및 생육특성

재배시험에 사용한 품종은 추천품종인 Sordan 79와 SX17로 하였으며, BMR 품종으로는 Honey chew BMR 품종과 Diamond BMR 품종을 사용하였다. 시험구의 면적은 12 m<sup>2</sup> (3×4 m)로 하였고, 시험구 배치는 난괴법 3반복으로 하였다. 시비는 질소 100 kg/ha, 인산 150 kg/ha, 칼리 150 kg/ha를 기비로 주고, 질소는 1회 수확직후에 100 kg/ha를 추비로 시비하였다. 5월 24일에 산파하고 7월 26일과 9월 17일에 각각 수확하였으며 당도측정용 시료로 매 수확시 마다 지표에서 5 번째 마디에서 추출한 즙액을 사용하였고, 당도 측정에는 당도측정기 (Pocket Refractometer Pal-1, ATAGO, Japan)를 이용하였으며, 반복별 5 개씩 품종당 15개를 측정하였다.

시험기간 동안 작물별 생육특성은 내병성, 내충성 및 내도복성을 조사하여 평가하였다. 각각의 특성들은 평점 1에서 9까지의 점수를 부여함으로써 나타내었으며, 아주 좋은 경우는 1점을 부여하였고, 아주 나쁜 경우에는 9점을 부여하였다.

### 2. 사일리지 제조

사일리지 재료는 2회 예취에서 수확한 SX17 품종 및 Diamond BMR 품종에서 생산한 재료를 1 cm 길이로 세절한 후 사용하였다. 사일리지 제조는 5 L 용량의 plastic bag 사일로를 사용하였고, 출수시기가 같은 SX17 품종 및 Diamond BMR 품종을 각각 세절한 재료에 과옥쇄를 0, 5, 및 10% (w/w)이 비율로 첨가하여 각각의 bag에 2 kg만을 채운 후 (6처리 3반복) 진공펌프를 사용하여 용기내의 공기를 제거하고, 밀봉하여 실온의 암소에 40 일간 보관하였다.

### 3. 분석시료의 준비 및 사일리지 품질 평가

40일째에 무게를 측정 후 냉동 보관하고, 보관된 시료를 유기산 분석에 활용하였으며, 화학 분석을 위한 시료는 시험구별로 약 300 g의 시료를 채취한 다음 열풍건조기에서 72시간 이상 충분히 건조한 후 20 mesh의 표준체를 장착한 Wiley Mill로 분쇄하여 시료로 활용하였다.

사일리지의 pH는 사일리지 10 g을 증류수 100 mL에 넣고 -5°C 냉장고에서 12시간 교반 후 4점의 거즈로 걸러낸 액을 pH meter로 측정하였다 (McDonald, 1981). 유기산분석용 시료는 1차 여과한 용액을 filter paper (No. 6)로 여과한 후 0.45 µm syringe 필터로 최종 여과하여 준비하였다. 젖산분석은 C18 column과 UV/VIS detector가 장착된 HPLC (High Performance Liquid Chromatography, Prostar, Varian, USA)를 이용하여 분석하였다. 초산과 낙산은 위의 전처리 과정을 거친 용액에서 5 mL를 취하여 다시 SPE cartridge를 통과시킨 후, 아세톤을 1 mL씩 두 번에 걸쳐 처리하여 유기산을 회수한 후 DB-FFAP column이 장착된 GC (Gas chromatography, Aglient 6809N, Aglient, USA)를 이용하여 분석하였다.

ADF (Acid detergent fiber)와 NDF (Neutral detergent fiber) 함량은 각각 Goering 및 Van Soest (1970)와 Van Soest 및 Robertson (1980) 등의 방법에 따라서 자동섬유분석기 (ANKOM<sup>2000</sup> Fiber Analyzer, Ankom Technology, Macedon NY)로 추출하여 분석하였다. 시료는 0.5 g을 분석에 이용하였으며, ADF 분석시 acid detergent solution (FAD20C, ANKOM Tech.)을 사용하였고, NDF 분석에는 neutral detergent solution (FND20C, ANKOM Tech.), sodium sulfite 및 열에 안정적인 alpha-amylase를 사용하였다. 상대사료가치 (Relative feed value, RFV)는 Linn 및 Martin (1989)이 제시한 가소화건물함량 [digestible dry matter, DDM = 88.9 - (0.779 × ADF)] 측정법과 건물섭취량 [dry matter intake, DMI = 120 / NDF] 측정법을 이

용하였다. 상대사료가치의 계산은 산출된 DDM과 DMI를 이용하여 계산하였다(RFV = DDM × DMI / 1.29). 사일리지의 TDN은 ADF 분석치에 의한 관계식  $TDN = 88.9 - (0.79 \times ADF\%)$ 에 의하여 산출하였다(Holland et al., 1990).

#### 4. 통계분석

본 실험의 모든 시험성적은 GLM (general linear model) 을 이용한 분산분석을 통하여 처리간 유의성 검정을 수행하였다. 처리간 유의성은 유의수준 0.05를 기준으로 검정하였고, 처리간의 비교는 최소유의차(LSD) 검정을 통하여 수행하였다. 모든 통계분석은 SAS 프로그램 (version 9.2, by SAS Institute, Inc., Cary, N.C, USA)을 이용하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 생육특성 및 생산성

조사료의 생육특성 및 생산성을 조사한 결과는 Table 1 과 2에서 보는 바와 같다. 1회 예취 시 4개 품종의 출수기는 Diamond BMR 품종이 6월 23일로 가장 빨랐으며, SX17 품종과 Honey chew BMR 품종은 6월 28일로 늦었다. 내병성은 SX17 품종이 1.7로 가장 우수하였고, Honey chew BMR 품종은 8.7으로 질병이 많았으나 Diamond BMR 품종은 3.3으로 Sordan 79 품종의 4.3에 비해 내병성이 우수하여 BMR 여부 보다는 품종간에 내병성의 차이가 있는 것으로 판단되었다. 내충성은 모든 품종에서 1회 및 2회 예취 시에 모두 우수하였다. 내도복성은 Honey chew

BMR 품종이 2.7로 가장 우수하였고, Sordan 79 품종이 8.7로 가장 약하였다. 그러나 Diamond BMR 품종은 7.3수준으로 약한데 비해 SX17 품종은 4.3 수준으로 상대적으로 강하게 나타났다. 이러한 경향은 품종간의 특성에 기인한 것으로 보여지며, BMR 여부에 따라 내 도복성의 차이가 있는 것으로는 판단할 수 없었다. BMR 품종은 당도가 높고, 리그닌 함량이 낮아(Li et al, 2013; Cherney et al., 1991) 질병과 해충에 약하고 도복이 많이 나타난다는 보고가 있으나, 본 연구 결과에서는 품종간 차이는 있으나 BMR 품종이 도복이 심하고 내병충성에 약하다는 증거는 찾을 수 없었다. 사일리지 제조 시 품질에 영향을 미치는 당도의 경우 1회 예취 시에는 Honey chew BMR 품종이 5.3 B°로 가장 높았고 Sordan 79 품종과 SX17 품종이 각각 3.2 B°와 3.4 B°로 낮았다(p>0.07). 2회 예취 시에는 Diamond BMR 품종이 6.6 B°로 가장 높았고 SX17 품종이 2.7 B°로 낮았다(p>0.03). 전체적으로 BMR 품종이 유의적으로 높은 당도를 나타냈으며(p<0.05), 그 차이는 약 2 B° 정도인 것으로 나타났다.

시험에 사용한 4개 품종의 건물물은 1회 예취 시 Honey chew BMR 품종이 28.4%로 높았고, Sordan 79 품종 및 SX17 품종은 각각 25.2%와 25.7%로 낮았다. 전체적으로도 Honey chew BMR 품종이 28.3%로 가장 높았고 SX17 품종이 25.4%로 낮았으나 통계적인 유의성은 없었다(p>0.05). 건물 생산량은 SX17 품종이 38,160 kg/ha로 가장 높았으나 처리간에 통계적 유의성은 없었다(p>0.05). Marsalis 등 (2009)도 시비 수준이 충분한 경우에는 수량에 차이가 없으며 시비수준이나 종자 과중량이 적은 경우에도 BMR 품종은 생산량 감소가 상대적으로 크지 않다고 하였다.

Table 1. Forage performance of sorghum × sudangrass

Variety	Heading date	DIS RST	INS RST	LOG RST	Brix degree			Plant height		
					1st	2nd	Mean	1st	2nd	Mean
		..... (1 - 9) .....			..... B° .....			..... cm .....		
Sordan 79	26-Jul	4.3	1.0	8.7	3.2 <sup>b</sup>	4.1 <sup>bc</sup>	3.7 <sup>b</sup>	237	304	271 <sup>a</sup>
SX17	28-Jul	1.7	1.0	4.3	3.4 <sup>b</sup>	2.7 <sup>c</sup>	3.1 <sup>b</sup>	257	275	266 <sup>ab</sup>
Honey chew BMR	28-Jul	8.7	1.0	2.7	5.3 <sup>a</sup>	5.4 <sup>ab</sup>	5.4 <sup>a</sup>	242	247	245 <sup>b</sup>
Diamond BMR	23-Jul	3.3	1.0	7.3	4.3 <sup>ab</sup>	6.6 <sup>a</sup>	5.5 <sup>a</sup>	228	259	243 <sup>b</sup>
Mean	26-Jul	4.5	1.0	5.8	4.1	4.7	4.4	241	271	256
P value					0.07	0.03	0.01			0.05

DIS RST : Disease resistance (1 : best) checked on 17 Sep., INS RST : Insects resistance (1 : best) checked on 26 July and 17 Sep., LOG RST : Lodging resistance (1 : best) checked on 26 July.

<sup>abc</sup> Different superscripts in same column mean significantly different (P<0.05).

Table 2. Forage yield of sorghum × sudangrass

Variety	DM			DM yield			DM index
	1 <sup>st</sup>	2 <sup>nd</sup>	Mean	1 <sup>st</sup>	2 <sup>nd</sup>	Total	
	..... % .....			..... kg/ha .....			
Sordan 79	25.2	26.3	25.8	15,287	13,699	28,986	100
SX17	25.7	25.0	25.4	21,461	16,699	38,160	132
Honey chew BMR	28.4	28.1	28.3	14,029	13,388	27,416	95
Diamond BMR	26.6	24.9	25.7	15,892	11,845	27,738	96
Mean	26.5	26.1	26.3	16,667	13,908	30,575	
P value			0.55			0.20	

## 2. 사일리지 품질

사일리지의 유기산 함량에 따른 품질 분석의 결과는 Table 3에서 보는바와 같다. 사일리지의 pH는 BMR 품종이 유의적으로 높게 나타났다 ( $p < 0.05$ ). 그러나 파옥쇄의 첨가수준에 따라서는 차이가 없어서 파옥쇄의 첨가수준에 따라 pH의 차이가 클 것이라는 예상과는 다른 경향을 나타내었으며, 사일리지의 수분 함량이 높을수록 pH는 낮아지는 경향이 있었다.

유기산 분석결과 lactic acid 함량은 BMR 품종과 파옥쇄 첨가 수준에 있어 유의적인 차이를 나타내지 않았다 ( $p > 0.05$ ). 그러나 acetic acid는 대조구 (SX17 품종)에 비하여 BMR 품종에서 유의적으로 높게 나타났으나 ( $p < 0.001$ ) 그 함량이 전체적으로 사일리지의 품질에 영향을 미치지 않을 정도로 낮게 나타남으로서 초기의 공기배제가 잘 된 사일리지로 평가되었다. Butyric acid의 경우 대조구 (SX17 품종)

가 BMR 품종에 비하여 유의적으로 높았으나 ( $p < 0.05$ ), 파옥쇄의 첨가수준에 따라서는 차이가 없는 것으로 나타났다 ( $p > 0.05$ ).

사일리지의 품질을 평가하는데 주요 지표로 활용되는 총 유기산 중 lactic acid의 비율은 대조구 (SX17 품종)가 78.5%로 BMR 품종의 82.8%에 비하여 유의적으로 낮게 나타남으로서 ( $p < 0.05$ ) lactic acid의 비율에 따라 사일리지의 품질 평가를 할 경우 BMR 품종을 사용할 경우 품질이 개선되었다. 그러나 파옥쇄의 첨가수준에 따라 lactic acid 비율이 증가하지는 않았다. 사일리지의 품질을 평가하는데 또 다른 지표로 활용되는 유기산 중 butyric acid의 비율은 대조구 (SX17 품종)가 18.5%로 BMR 품종의 9.8%에 비하여 유의적으로 낮게 나타났다 ( $p < 0.05$ ). Butyric acid의 비율에 따라 사일리지의 품질평가를 할 경우 BMR 품종을 사용할 경우 품질이 크게 개선되었다. 그러나 파옥쇄의 첨가수준에 따른 butyric acid 함량 비율은 유의적인 감소는 없었

Table 3. Effects of BMR variety and corn grain supplement on the quality of sorghum × sudangrass silage

Variety	Corn grain supplement (fresh basis)	pH	Organic acid (%)			Lactic/ Total organic, %	Butyric/ Total organic, %
			Lactate	Acetate	Butyrate		
Control (SX17)	0 %	3.7	8.5	0.2	2.1	78.5	19.4
	5 %	3.8	8.5	0.4	2.0	78.2	18.1
	10 %	3.8	8.4	0.3	1.9	78.8	18.1
	Mean	3.8	8.5	0.3	2.0	78.5	18.5
BMR Variety (Diamond BMR)	0 %	3.9	8.7	0.8	1.2	81.5	11.3
	5 %	3.8	9.4	0.8	1.0	84.1	8.7
	10 %	3.9	7.7	0.7	0.9	82.7	9.4
	Mean	3.9	8.6	0.8	1.0	82.8	9.8
P value							
Variety		0.005	0.847	0.001	0.001	0.001	0.001
Corn grain supplement		0.670	0.374	0.064	0.280	0.309	0.123
V×C		NS	NS	NS	NS	NS	NS

NS, not significant.

지만 파옥쇄를 5% 정도 첨가할 경우 파옥쇄를 첨가하지 않은 처리구에 비하여 감소하여 품질개선의 경향을 나타내었다.

### 3. 사료가치

사일리지의 영양학적 품질 분석의 결과는 Table 4에서 보는바와 같다. 사일리지의 건물함량은 BMR 품종이 높은 경향을 보였으나 유의성은 없었으며, 파옥쇄의 첨가수준에 따라서도 유의적인 차이는 없었다 ( $p>0.05$ ). 조단백질 함량은 BMR 품종이 유의적으로 낮게 나타났으나 ( $p<0.05$ ), 파옥쇄의 첨가수준에 따라서는 유의적인 차이가 관찰되지 않았다. 조지방의 경우 BMR 품종이 유의적으로 높게 나타났으며 ( $p<0.05$ ), 파옥쇄의 첨가수준에 따라서는 차이가 없었다. 조회분의 경우에는 품종간의 차이는 없었으나, 파옥쇄의 첨가수준이 증가할수록 조회분 함량이 유의적으로 감소하였다 ( $p<0.05$ ).

조사료의 NDF와 ADF 함량은 사료 섭취량 및 소화율과 밀접한 상관관계를 가지고 있어 조사료의 영양학적 품질평가에 중요하다 (Martin et al., 1975). NDF 및 ADF 함량은 대조구 (SX17) 품종과 BMR 품종 (Diamond BMR) 간에는 차이가 없었다. Di Marco et al. (2009)은 당도가 높은 BMR 품종은 NDF 함량이 낮았다고 보고한 바 있으나, 본 시험에서는 차이가 없었다. 그러나 파옥쇄 첨가시에는 NDF 및 ADF 함량 각각에서 대조구 (SX17) 품종과 BMR 품종

(Diamond BMR) 모두 유의적으로 감소하였다 ( $p<0.05$ ).

대조구 (SX17) 품종과 BMR 품종 (Diamond BMR)의 TDN은 각각 56.2와 57.1로 나타났으며, 처리간의 유의적인 차이는 나타나지 않았다 ( $p>0.05$ ). 그러나 파옥쇄 첨가 시에는 대조구 (SX17) 품종과 BMR 품종 (Diamond BMR) 모두에서 파옥쇄 첨가수준이 증가함에 따라 TDN 함량은 유의적으로 증가하였다 ( $p<0.05$ ).

수수·수단교잡종에 비하여 BMR로 육중한 품종은 당도가 높고, 가물에 강하며 건물 함량이 높은 특징을 가진 반면 리그닌 함량이 낮아 도복에 약할 수 있다는 의견이 제기되어 왔다. 시험결과 줄기의 당도가 약 2 B° 정도 높은 경향을 나타내었고 건물 함량은 동일한 숙기를 기준으로 할 경우에 높은 경향을 나타내었으나 유의성은 없었다. BMR 품종을 이용하여 사일리지를 조제할 경우 수수·수단그라스의 당 함량이 높아서 옥수수사일리지에 비견할 수 있는 사일리지를 조제할 수 있다고 하였으나, 시험결과 유기산 중 lactic acid의 비율이 증가하고 butyric acid의 비율이 감소하여 유기산 조성에 따른 품질은 개선되나 사료의 영양학적 개선은 없었다. 반면에 사일리지 조제시 파옥쇄를 첨가할 경우에는 유기산 조성에 따른 품질개선은 없었던 반면에 NDF 함량이 감소하여 섭취량 증가가 예상되고, ADF 함량이 감소하여 소화율의 개선이 기대되며, TDN 함량은 10% 첨가시 2개 품종 모두 약 10% 정도 증가하였다.

수수·수단그라스 교잡종을 활용하여 사일리지를 제조할 경우 BMR 품종을 사용할 경우 사료가치가 개선되는 것은

Table 4. Effects of BMR variety and corn grain implement on the chemical composition of sorghum × sudangrass silage

Variety	Corn grain supplement (fresh basis)	Dry matter	Crude protein	Crude fat	Crude ash	NDF	ADF	TDN
..... % .....								
Control (SX17)	0 %	24.7	10.1	2.5	12.5	60.1	50.3	49.1
	5 %	24.8	9.8	2.3	10.8	59.6	38.6	58.4
	10 %	25.3	9.8	2.6	9.0	52.6	35.4	60.9
	Mean	24.9	9.9	2.5	10.8	57.4	41.4	56.2
BMR Variety (Diamond BMR)	0 %	26.2	9.0	3.4	11.7	59.5	46.3	52.3
	5 %	24.9	8.9	2.7	10.6	55.9	41.8	55.9
	10 %	28.5	9.7	2.7	9.5	52.0	32.5	63.2
	Mean	26.6	9.2	3.0	10.6	55.8	40.2	57.1
P value								
	Variety	0.273	0.046	0.011	0.608	0.184	0.544	0.540
	Corn grain supplement	0.501	0.576	0.099	0.001	0.001	0.001	0.001
	V×C	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

NS, not significant.

아니나 유기산 조성비율에 따른 품질은 개선되었다. 파옥쇄의 첨가로 사일리지의 유기산 조성비율이 개선되는 것은 아니나 사료가치는 개선되었다. 파옥쇄의 첨가가 사일리지의 유기산 조성을 개선할 것이라는 기대와는 달리 유기산 조성비율은 BMR 품종에 포함된 당 함량이 영향을 미칠 수 있으며 파옥쇄의 전분 함량이 유기산 조성 비율에 미치는 효과는 크지 않은 것으로 나타났다.

유기사료 생산을 위하여 수수·수단교잡종을 활용할 경우 사일리지의 유기산 함량에 따른 품질개선을 원할 경우에는 BMR 품종을 파종하는 것이 유리하며, 사료가치 개선을 위해서는 파옥쇄를 활용하는 것이 바람직한 것으로 나타났다.

#### IV. 요약

유기 축산을 위한 여름철 사료작물인 수수·수단교잡종은 생산성이 높고, 잡초발생이 미미하며, 병충해에 의한 피해도 작아서 무농약 재배에 적합하다. 그러나 수수·수단교잡종 교잡종은 당 함량이 부족하고, 수분 함량이 높아서 낙산발효로 인해 사일리지 품질에 문제가 있다. 최근 육성된 BMR (Brown Mid Rib) 품종은 줄기 내 당도가 높게 개발되었다. 따라서 본 시험은 기존의 수수·수단교잡종과 BMR 수수·수단교잡종을 재배하여 사일리지로 제조하고, 수분 조절 및 영양소 보충을 위해 파옥쇄를 첨가하여 사일리지의 품질변화를 관찰하였다. 수수·수단교잡종과 BMR 수수·수단교잡종 사이에 생육특성 및 생산성은 차이가 없었으나 줄기내 당 함량은 BMR 품종이 약 2 B° 정도 높은 경향을 나타내었다 ( $p < 0.05$ ). 유기산 중 lactic acid의 비율은 대조구 (SX17 품종)의 78.5%에 비해 BMR 품종은 82.8%로 유의적으로 ( $p < 0.05$ )에 높았고, butyric acid의 비율은 대조구 (SX17 품종)의 18.5%에 비해 BMR 품종은 9.8%로 유의적으로 ( $p < 0.05$ )에 낮아서 BMR 품종을 사용할 경우 품질이 크게 개선되었다. 파옥쇄 첨가시 첨가수준간에는 NDF 및 ADF 함량은 대조구 (SX17) 품종과 BMR 품종 (Diamond BMR) 모두 유의적으로 감소하였다 ( $p < 0.05$ ). TDN 함량 역시 대조구 (SX17) 품종의 56.2와 BMR 품종 (Diamond BMR)의 57.1간에는 유의적 차이가 없었다. 그러나 파옥쇄 첨가시에는 대조구 (SX17) 품종과 BMR 품종 (Diamond BMR) 모두에서 파옥쇄의 첨가수준에 따라 TDN 함량이 유의적으로 증가하였다 ( $p < 0.05$ ).

#### V. 사 사

이 논문은 2010학년도 경북대학교 신입교수정착연구비에 의하여 연구되었음.

#### VI. REFERENCES

- Cherney, J.H., Cherney, D.J.R., Akin, D.E. and Axtell, J.D. 1991. Potential of brown-midrib, low-lignin mutants for improving forage quality. *Crop Science*. 46:157-198.
- Di Marco, O.N., Ressia, M.A., Arias, S., Aello, M.S. and Arzadún, M. 2009. Digestibility of forage silages from grain, sweet and bmr sorghum types: Comparison of *in vivo*, *in situ* and *in vitro* data. *Animal Feed Science and Technology*. 153:161-168.
- Goering, H.K. and Van Soest, P.J. 1970. Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures, and some applications). *Agriculture Handbook*. 379. USDA-ARS, U.S. Government. Print. Office, Washington, DC.
- Gregory, W.R. and Harper, J.K. 2014. Forage Sorghum. Penn State Extension. Publication Series: Agronomy Facts 48 sorghum silage.
- Holland, C., Kezar, W., Kautz, W.P., Lazowski, E.J., Mahanna, W.C. and Reinhart, R. 1990. The pioneer forage manual. A nutritional guide. Pioneer Hi-Bred Int. Inc., Des Moines, LA.
- Kim, J.D. 2011. The present status and invigoration of organic husbandry using organic forage production in Korea. *Proceeding of 2011 Annual Meeting and International Symposium of Korean Association of Organic Agriculture*. Korea. pp. 96-113.
- Kim, J.D., Kim, S.G. and Kwon, C.H. 2006. Effect of single, inter and mixed cropping on the agronomic characteristics, weeds and forage yield of corn and sorghum. *Chinese Journal of Grassland Science* 16 (Suppl.):57-58.
- Kim, J.D., Kwon, C.H., Chae, S.H. and Kim, C.H. 2007. Comparison of production and cost between conventional and organic forage crops. *International Grassland Congress*. China.
- Kim, J.D., Kwon, C.H. and Kim, D.A. 2001. Yield and quality of silage corn as affected by hybrid maturity, planting date and harvest stage. *Asian-Australasian Journal of Animal Science*. 14:1705-1711.
- Kim, J.D., Lee, H.J., Jeon, K.H., Yang, G.-Y., Kwon, C.H., Sung, H.G., Hwangbo, S. and Jo, I.H. 2010. Effect of harvest stage, wilting and crushed rice on the forage production and silage quality of organic whole crop barely. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 30:25-34.

- Kim, J.D., Shim, K.S., Lee, H.J., Jeon, G.H., Lee, M.H., You, Y.Y., Oh, E.Y. and Lee, H.W. 2011. Evaluation of organic sudangrass silage for feed value, silage quality and palatability in Korea. The 17th IFOAM Organic World Congress, Korea.
- Kwon, C.H., Kim, J.D., Kim, S.G. and Kim, C.H. 2006. Effect of corn grain addition on forage quality and production cost of sorghum silage. Chinese Journal of Grassland Science 16 (Suppl.):59-61.
- Li, J., Wang, L., Zhan, Q., Liu, Y., Fu, B. and Wang, C. 2013. Sorghum BMR6 mutant analysis demonstrates that a shared MYB1 transcription factor binding site in the promoter links the expression of genes in related pathways. Functional & Integrative Genomics 13:445-453.
- Lim, H.J., Kim, J.D., Lee, H.J., Jeon, K.H., Yang, K.-Y., Kwon, C.H. and Yoon, S.H. 2009. Effect of pre-wilting on the forage quality of organic Sorghum × Sudangrass silage. Journal of Organic Agriculture. 17:519-527.
- Linn, J.G. and Martin, N.P. 1989. Forage quality tests and interpretation. AG-FO-2637, Minnesota Extension, USA.
- Marsalis, M.A., Angadi, S.V. and Contreras-Govea, F.E.. 2009. Dry matter yield and nutritive value of corn, forage sorghum, and BMR forage sorghum at different plant populations and nitrogen rates. Field Crop Research 116:52-57.
- Marten, G.C., Goodrich, R.D., Schmid, A.R., Meiske, J.C., Jordan R.M. and Linn, J.G. 1975. Evaluation of laboratory methods for determining quality of corn and sorghum silages: II. Chemical methods for predicting *In vivo* digestibility. Agronomy Journal. 67:247-251.
- McDonald, P. 1981. The biochemistry of silage. John Wiley and Sons Ltd. England.
- SAS. 2002. Statistical Analysis System Version. 9.2. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Van Soest, P.J. and Roberson, J.B. 1980. Systems of analysis for evaluating fibrous feeds. p. 49-60. In W.J. Pigden et al.(ed.) Proc. Int. Workshop on standardization Anal. Meth. Feeds. Ottawa, Canada. 12-14 Mar. 1979. Unipub., New York.

(Received December 02, 2014 / Revised December 17, 2014 / Accepted December 22, 2014)