

## 반추가축전용 기후변화대응 비식량자원 거대억새의 생육부위 및 시기에 따른 체내 이용가치 비교 연구\*

오성진\*\*\*·송완선\*\*\*·김미소\*\*\*·최솔잎\*\*\*·이수록\*\*\*  
김은성\*\*\*\*·김용수\*\*\*\*·최낙진\*\*

Effect of Different Parts and Growing Stages of *Miscanthus sacchariflorus* as a non-Food Resource that does not Contribute towards Climate Change on Metabolic Availability in Ruminants

Oh, Seong-Jin·Song, Wan-Sun·Kim, Mi-So·Choi, Sol-Ip·Lee, Su-Rok·  
Kim, Eun-Sung·Kim, Yong-Soo·Choi, Nag-Jin

*Miscanthus sacchariflorus* var. No. 1 has been newly developed in Korea. This study was conducted to assess the feed value of *M. sacchariflorus* var. No. 1 at different growth and harvesting time. Total 3 different miscanthus - 1y4m (first shoot and harvested at 4 month), 2y4m (second shoot and harvested at 4 month) and 2y8m (second shoot and harvested at 8 month). Two experiments were carried out, *In vitro* rumen simulated fermentation and *In situ* dry matter digestibility (DMD). Ruminant pH at *in vitro* fermentation were higher in *M. sacchariflorus* var. No. 1 treatments compared to the rice straw (RS). In volatile fatty acid production, 1y4m resulted in higher acetate production than the other *M. sacchariflorus* var. No. 1 at higher maturity stages. Significant differences among treatments were observed in propionate and total volatile fatty acid (VFA) productions at 9, 24 and 48 h of incubation times. Higher ammonia nitrogen productions were found as increased maturity of *M. sacchariflorus* var. No. 1. At *In situ* experiment, high DMD was detected in the order of RS (60.51%) > 1y4m (57.65%) > 2y4m (57.63%) > 2y8m (46.28%). The results from this study indicate that young and early harvested *M. sacchariflorus* var. No. 1 are able to improve its nutrient values in the ruminant animal.

Key words : *cutting stage, forage, miscanthus, ruminant*

\* 본 논문은 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호: PJ906934)의 지원에 의해 이루어졌습니다.

\*\* Corresponding author, 전북대학교 동물자원과학과(E-mail : nagjin@jbnu.ac.kr)

\*\*\* 전북대학교 동물자원과학과

\*\*\*\* 전라북도 축산위생연구소 축산시험장

## I. 서 론

반추동물은 인간이 이용 불가능한 섬유소원을 에너지원으로 사용한다. 반추동물의 섬유소 이용성은 반추위에 서식하는 미생물들에 의해서 이루어지며, 미생물들이 섬유소를 분해하여 생성한 휘발성지방산이 반추동물의 에너지원으로 이용되며, 미생물 자체는 하부소화기관에서 단백질원으로 이용된다(Russell and Ruchlik, 2001). 반추동물의 주된 섬유소 공급원은 조사료이며 반추동물 영양 및 생산성에 있어 중요한 요인으로 인식되고 있다. 반추동물의 조사료 품질을 향상시키기 위한 방법 중 하나로 질소시비를 들 수 있으며, 이것은 조사료의 생산량과 세포벽 구성성분에 영향을 준다(Van soest et al., 1978). 그러나 과도한 질소시비는  $N_2O$  생성과 밀접한 관계가 있는 것으로 보고되었고(Crutzen et al., 2008),  $N_2O$ 는  $CO_2$ ,  $CH_4$ , Chlorofluorocarbons(CFCs) 등 과 함께 주요한 온실가스로 알려져 있다(Moss et al., 2000). 최근의 지구온실효과로 인한 급격한 기후변화가 큰 문제로 인식되고 있으며 이러한 문제 해결을 위하여 전세계적으로 많은 노력들이 기울여지고 있다. 이러한 노력의 일환으로 2009년 12월 코펜하겐기후변화회의에 따라 국가 중기 온실가스감축목표(2020년까지 배출전망 대비 30% 감축)가 수립되었고, 2010년 1월 저탄소 녹색성장 기본법이 제정되었다. 따라서 온실가스 발생률이 낮은 사료자원의 개발은 지구환경보호에 있어 중요하다고 볼 수 있다. 국내 자생 야초 중에서 억새는 대표적인 C4 식물로 알려져 있으며 특히 낮은 질소시비요구량으로 인해 친환경 초종으로 인식되고 있다. 그리고 최근 건물수량이 높게 개량된 새로운 억새 초종인 거대억새 1호가 개발된 바 있다(Moon et al., 2010). 야초의 사료자원으로서 이용을 위해서는 사료적 가치평가가 요구된다. Seo 등(2011, 2012)은 억새나 갈대 같은 야초의 사료적 가치를 평가 하였고, Lee (1985)는 억새의 생육 및 재생 특성에 대해 연구하였다. 이전까지의 억새의 사료적 가치에 대한 평가를 살펴보면, Lee (1985)는 억새는 6월에서 8월 사이에 성장속도가 빠르다고 보고하였으며, Choung 등(1984)은 6월 이후부터 급속한 목질화 및 소화율 저하가 발생하여 사료로 이용 시 최대 수량을 기대할 수 있는 시기는 8월에서 9월 이라고 하였다. Cho 등(2012)은 거대억새 1호의 *in vitro* 반추위 발효 특성을 조사하여, 이를 반추가축용 조사료 자원으로 개발하기 위한 시도를 하였고 그 이용가치는 벣짚의 약 80% 수준이라고 보고하였다.

거대억새는 지하경이 중요한 식물임에도 불구하고 뿌리의 연수에 따른 억새의 사료영양적 가치를 비교한 연구는 거의 없었다. 그러므로 환경친화적 특징을 지닌 거대억새 1호를 이용하여 새로운 환경 문제로 대두되는 지구온난화 방지에 기여할 수 있는 조사료 개발이 본 연구의 목적이다.

## II. 재료 및 방법

### 1. *In vitro* 반추위 발효 시험

#### 1) 공시축 및 사양관리

전라북도 김제 소재의 전라북도축산위생연구소에서 반추위에 cannula가 장착된 거세우 2두 (체중 400kg±30kg)로부터 *in vitro* 반추위 발효용 시험용 위액을 채취하였다. 위액을 채취한 거세우는 풍건물 기준으로 볏짚 4 kg와 시판 비육전기 배합사료 4kg을 1일 2회 (오전 09:00 및 오후 17:00) 섭취하였으며, 미네랄 블록 및 물은 자유 섭취하였다.

#### 2) 시료 준비

대조구(볏짚)와 거대역새 1호의 1년근 4개월생(1y4m), 2년근 4개월생(2y4m) 및 2년근 8개월생(2y8m)의 성숙기에 따른 거대역새 시험구를 두었다. 볏짚은 전라북도 김제 소재의 한우 농가로부터 볏짚을 받아 대조구로 사용하였고, 성숙기 별 거대역새 시료는 2012년 8월 말 전라북도 익산시 용안면 거대역새단지에서 수확하였다. 각 시료는 실험용 분쇄기(Cutter mill, ICA MF10.1, Staufen, Germany)에 1mm의 크기로 분쇄하여 사용하였다. 시험사료는 분쇄된 거대역새와 시판배합사료를 4:6의 비율로 혼합하여 시험에 사용하였다. 화학적 성분 분석은 A.O.A.C (1995)법에 의하여 분석하였으며 Neutral detergent fiber(NDF) 와 Acid detergent fiber(ADF) 함량은 Van Soest (2006)에 따라 분석하였다.

#### 3) 반추위액 준비

반추위액은 오전사료 급여시간 전에 반추위에 장착된 cannula를 통하여 채취하였고, 4겹의 cheese cloth에 걸러서 O<sub>2</sub>-free CO<sub>2</sub>가 충전된 보온용기에 담아 1시간 안에 실험실로 운반하였다. 잔여 사료입자를 제거하기 위해 2겹의 cheese cloth로 다시 걸러낸 반추위액을 McDougall's buffer(McDougall, 1948)와 1:4비율로 희석하여 O<sub>2</sub>-free CO<sub>2</sub>를 분사하였고, Tilley와 Terry(1963)의 방법에 따라 3반복으로 시험하였다.

#### 4) *In vitro* 반추위 소화 시험

모든 배양시간 별 총 가스 발생량은 유리 주사기를 이용하여 측정하였고 발효가 종료된 serum bottle을 개봉 후 pH meter(S20 Seven Eazy™, Mettler-Toledo)를 이용하여 반추위액의 pH를 측정하였다. 반추위액 내 NH<sub>3</sub>-N 함량은 Chaney와 Marbach (1962)의 방법에 따라 진행되었으며, 4,000rpm으로 원심분리한 사료입자가 제거된 반추위액의 상등액 20ul에 phenol 50g과 sodium-nitroferricyanide 0.25g을 증류수 1L에 녹여서 만든 phenol color reagent 1ml와 수산화나트륨(NaOH) 25g과 sodium hypochlorite(4~6%) 16.8ml를 멸균 증류수 1L에 녹여서

만든 alkali-hypochlorite reagent 1ml를 완전히 혼합 후 37°C에서 15분 간 반응 후 spectrophotometer(Optizen UV2120, Mecasis, Korea)를 이용하여 630 nm에서 측정 하였다. 반추위액 내 휘발성 지방산은 Erwin 등(1961)의 방법에 따라 진행되었다. 배양이 종료된 반추위액을 4,000rpm 원심분리하여 사료입자가 제거된 반추위액 상등액 1mL에 HPO<sub>3</sub> 200uL를 첨가하여 30분 동안 정치 후 13,000rpm에서 원심분리하는 전처리 과정을 거친 시료를 Nukol™, fused silica capillary column(0.25mm i.d. × 0.25µm film × 30 mlength, SUPELCO, USA)가 장착된 gas chromatography(HP7890, Agilant, CA. USA)로 분석하였고 oven 및 injector와 detector 온도는 각각180°C, 220°C 및 200°C였다.

## 2. *In situ* 반추위 분해 시험

### 1) 공시축 및 사양관리

*In vitro* 시험과 동일한 공시축을 사용하였고 사양관리 또한 동일하다.

### 2) 시료 준비

*In vitro* 시험과 동일한 대조구(벧짚)와 거대역새 1호의 1년근 4개월생(1y4m), 2년근 4개월생(2y4m) 및 2년근 8개월생(2y8m)의 성숙기에 따른 시험구를 두었다. 각 시료는 2mm sieve가 장착된 실험용 분쇄기로 세절하여 시판 배합사료를 6:4 비율로 혼합하여 nylon bag (80×150mm; 45µm pore size)에 넣고 열로 봉합하였다. 화학적 성분분석은 A.O.A.C(1995)법에 의하여 분석하였으며 NDF와 ADF 함량은 Van Soest(2006)에 따라 분석하였다.

### 3) *In situ* 반추위 분해 시험

준비된 Nylon bag은 실험 수행 20분 전에 39~40°C의 물에 담근 후 공시동물의 오전사료 급여와 동시에 반추위에 넣었으며 3 반복으로 0, 4, 8, 12, 24, 48 및 72시간 동안 배양하였다. 배양이 종료된 nylon bag은 반추위에서 즉시 꺼내어 미생물의 성장을 억제시키기 위해 얼음물에 침지하고 흐르는 맑은 물로 충분히 세척한 후, 세척이 완료된 Nylon bag은 60°C 환류 건조기에서 48시간 건조하고 칭량했으며, 시료는 -70°C에 보관하여 분석하였다.

### 4) 반추위 분해율 계산

반추위 내 건물 분해율은 Nylon bag을 이용한 시간대별 반추위 소실율을 바탕으로 하여 Ørskov and McDonald(1979)의 방법으로 산출하였다.

$$P = a + b(1 - e^{-ct})$$

- P: t시간의 반추위 내 건물분해율(%)
- a: 0h의 건물분해율(%), 빠르게 분해되는 건물부분
- b: 주어진 시간에 분해될 수 있는 잠재적 건물분해율(%)
- c: b의 시간당 분해 상수
- t: 반추위 내 발효시간

반추위 내 유효분해도(Effective ruminal degradability, ED)는 반추위 내 사료의 통과속도를 시간 당 2%로 가정하였다.

$$ED = a + b\{c/(c+r)\}$$

- ED: 건물의 유효분해도
- a, b, c: 건물분해율의 상수와 동일
- r: 사료의 반추위 내 통과속도(passage rate)로서 시간 당 2%로 가정

### 3. 통계분석

본 연구의 모든 결과는 SPSS program(version 18, IBM, NewYork, USA)의 General Linear Model(GLM) procedure에 따라 분석되었으며, 각 시험구간 유의성 검증을 위해 분산분석 실시 후, Duncan's multiple range test로 하였고 유의수준은 5%였다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. *In vitro* 발효 성상

전 배양 시간 동안 *in vitro* pH는 반추위 미생물활동에 적합한 5.8-7.0 범위(Hiltner and Dehority, 1983) 내에서 조사되었으며 모든 시험 집단 내에서 미생물 발효에 부(-)의 영향은 없는 것으로 사료된다(Table 1). 0시간에서는 대조구에 비해 시험구에서 높은 pH 값을 보였으며( $p < 0.05$ ), 배양 3시간 이후부터 12시간까지는 시험구별 통계적 유의성이 없었다. 반면에 배양 24시간 이후부터는 대조구와 1y4m과 비교하여 2y4m와 2y8m에서 높은 수치의 pH가 조사되었다. 완숙기 거대역새를 볏짚과 비교한 Cho 등(2012)에 의하면 볏짚보다 거대역새의 pH 수치가 배양 3시간부터 72시간 사이에서 높게 나타났고, 본 연구에서도 전반적으로 거대역새가 볏짚 보다 높은 pH 수치를 보였으며, 1y4m이 통계적으로 볏짚에 준하는 결

과를 나타냈다. 총 가스 발생량은 투입된 사료원이 반추위 내 미생물에 의해 발효되는 과정에서 생기는 가스의 총량을 의미하는 것으로서 전 배양 시간대에 걸쳐 전체적으로 타 시험구 대비 1y4m에서의 가스발생량이 가장 높았다(Table 3). 배양 6시간과 12시간에서는 총 가스 발생량이 시험구들간 통계적 유의성이 없었다. 반면에, 배양 9시간에서는 대조구와 1y4m에서 타 시험구 대비 상대적으로 높은 가스발생량을 보였다( $p < 0.05$ ). 또한 배양 24시간 이후부터 72시간까지의 가스발생량은 1y4m에서 가장 높았으며, 2y8m에서는 가장 낮았다( $p < 0.05$ ). 이는 예취시기가 빠를수록 반추위 분해효율이 상대적으로 양호한 것을 반영한다.  $\text{NH}_3\text{-N}$  생성량은 배양 3시간부터 72시간까지 전체적으로 2y4m과 2y8m에서 타 시험구에 비해 높은  $\text{NH}_3\text{-N}$  생성량을 보였으며(Table 4), 0시간, 3시간 및 24시간에서는 각 시험구들 간에 통계적 유의성은 없었다. 배양 48시간을 제외한 전 배양 시간 동안 2y4m에서 가장 높은  $\text{NH}_3\text{-N}$  생성량을 나타내었다( $p < 0.05$ ). 야초나 저질 조사료원에는 동물의 성장이나 체구성에 필요한 조단백질함량이 양질의 조사료에 비해 적기 때문에 이를 추가로 보충해주거나 조단백질의 함량이 높은 양질의 조사료를 급여하는 것이 반추동물에게 이롭다고 할 수 있다(Ahn et al., 1995). 또한 목초나 야초의 생육이 진행됨에 따라 조단백질 함량이 감소하는 경향이 있다고 알려져 있다. 본 연구에서는 줄기 및 뿌리의 성장이 진행될수록 더 높은  $\text{NH}_3\text{-N}$  생성량을 보였으며 각 시험구별 조단백질 함량(Table 1) 또한 대조구와 1y4m에 비해 2y4m과 2y8m이 상대적으로 높은 수치를 나타냈다. 그 중에서도 2y4m보다 2y8m에서 더 높은 조단백질 함량을 보였다. 이는 Ahn 등(1995)이 보고한, *Miscanthus sinensis*(참억새)의 조단백질 함량이 7월부터 9월까지 점점 증가한 이후 감소하고 그 중 가장 높은 함량을 보인 시기는 9월이라는 내용과 연관이 있다고 사료된다. 반추위 내에서 주로 섬유질 사료의 분해에 의해 생성되는 acetate는 배양 3시간부터 9시간까지 및 48시간에서 통계적 유의성을 보이지 않았다. 72시간에 이르러서 1y4m에서 다른 시험구에 비해 유의적으로 높은 생성량을 나타내었으며( $p < 0.05$ ), 전반적으로 2y4m, 2y8m은 볏짚에 준하거나 그에 못 미치는 결과를 나타내었다(Fig. 1). 반추위 내에서 근대 지방 합성 원료로 쓰이는 propionate는 전반적으로 볏짚과 1y4m에서 다른 시험구에 비해 높은 생성량을 보였다. 특히 배양 72시간에 이르러서 1y4m이 유의적으로 높은 생성량을 나타내었고, 나머지 시험구에서 볏짚에 유사하거나 낮은 형태의 발효 패턴을 보였다(Fig. 1). 총 휘발성 지방산 생성량은 0, 3, 6, 12 및 48시간에서 통계적 유의성이 나타나지 않았으며, 72시간에서 1y4m에서 유의적으로 높게 조사되었다( $p < 0.05$ ). acetate의 propionate에 대한 비율인 A/P ratio의 경우 발효 중반과 후반(배양 12시간-48시간)에 걸쳐서 1y4m이 유의적 높게 조사되었다. 모든 휘발성 지방산 조사 결과에 의하면 1y4m이 전반적으로 다른 시험구나 대조구에 비해 높은 생성량을 나타내었다. 이전의 연구결과가 많지 않기 때문에 정확한 비교는 어렵지만 반추가축의 영양에 있어서 주요한 휘발성 지방산의 결과를 볼 때, 1y4m이 볏짚을 대체할만한 잠재성을 지녔다고 판단되었다. 전 배양시간에 걸쳐 *in vitro* 건물소화율(IVDMD)은 타 시험구에 비해 1y4m에

서 전반적으로 높았고 2y8m에서는 상대적으로 낮았다(Table 4). 시험구들 간 통계적 유의성이 나타나지 않은 0시간, 6시간 및 9시간을 제외한 모든 배양시간에 걸쳐서 1y4m에서 IVDMD가 유의적으로 높았다( $p < 0.05$ ). Bae 등(1983)은 약 4개월 자란 *M. sinensis*의 소화율을 67.8%라고 보고하였는데 본 연구에서는 4개월 간 자란 거대역새의 소화율이 1년근과 2년근에서 각각 67.47%, 64.15%로 조사되어 선행 연구와 유사한 수준 보였다. 대조구로 사용된 벯짚은 배양 72시간에 이르러서 1y4m 및 2y4m과 통계적으로 유사한 수치를 보였다. 2y8m의 3시간 소화율이 0시간 소화율에 비해 낮게 나타난 것은 시험을 준비하는 과정에서 생긴 오차로 사료된다. 또한 Bae와 Welch(1979) 및 Bae 등(1983)은 *M. sinensis*의 IVDMD가 생육이 진행됨에 따라 감소한다고 보고하였다. Cho 등(2012)은 완숙기의 거대역새 1호의 배양 72시간 소화율은 벯짚의 약 80% 수준이라고 보고하였다. 본 시험의 2y8m은 개화기 이전의 청초로 벯짚의 약 92% 정도의 소화율을 보였다.

Table 1. Chemical composition of experimental diets (dry matter basis, %)

Content	Rice straw	1y4m <sup>1</sup>	2y4m <sup>2</sup>	2y8m <sup>3</sup>	Concentrate
Dry matter	95.96	95.85	93.98	92.69	95.46
Crude protein	4.04	4.15	6.02	7.40	13.25
Ether extract	1.08	1.00	1.02	1.30	4.04
Crude fiber	15.25	35.95	41.10	38.05	10.27
Crude ash	17.03	4.89	3.40	7.86	6.40
Neutral detergent fiber	62.76	74.13	73.07	76.60	ND
Acid detergent fiber	35.95	42.45	42.24	50.20	ND
Calorie (cal/g)	3,615	4,195	4,144	4,118	ND

<sup>1</sup> First shoot and harvested at 4 month of *M. sacchariflorus* var. No. 1.

<sup>2</sup> Second shoot and harvested at 4 month of *M. sacchariflorus* var. No. 1.

<sup>3</sup> Second shoot and harvested at 8 month of *M. sacchariflorus* var. No. 1.

ND: Not determined.

Table 2. Effect of different growth stages and harvesting times of miscanthus on ruminal pH patterns

Incubation time (h)	Rice straw	1y4m <sup>1</sup>	2y4m <sup>2</sup>	2y8m <sup>3</sup>	SEM <sup>4</sup>
0	6.90 <sup>a</sup>	6.93 <sup>ab</sup>	6.94 <sup>b</sup>	6.96 <sup>b</sup>	0.008
3	6.79	6.80	6.83	6.84	0.009
6	6.71	6.73	6.79	6.79	0.014
9	6.71	6.73	6.73	6.74	0.005
12	6.67	6.68	6.70	6.72	0.009
24	6.60 <sup>a</sup>	6.60 <sup>a</sup>	6.63 <sup>b</sup>	6.66 <sup>c</sup>	0.008
48	6.56 <sup>a</sup>	6.56 <sup>a</sup>	6.59 <sup>b</sup>	6.61 <sup>c</sup>	0.007
72	6.52 <sup>a</sup>	6.53 <sup>a</sup>	6.56 <sup>b</sup>	6.57 <sup>b</sup>	0.008

<sup>1</sup> First shoot and harvested at 4 month of *M. sacchariflorus* var. No. 1.

<sup>2</sup> Second shoot and harvested at 4 month of *M. sacchariflorus* var. No. 1.

<sup>3</sup> Second shoot and harvested at 8 month of *M. sacchariflorus* var. No. 1.

<sup>4</sup> Standard error of the mean.

<sup>a, b, c</sup> Different superscript in the same row mean differ significantly(p<0.05).

Table 3. Effect of different growth stages and harvesting times of miscanthus on total gas emission from in vitro rumen fermentation (mL)

Incubation time (h)	Rice straw	1y4m <sup>1</sup>	2y4m <sup>2</sup>	2y8m <sup>3</sup>	SEM <sup>4</sup>
6	14.33	14.00	11.33	12.33	0.522
9	30.00 <sup>b</sup>	31.17 <sup>b</sup>	26.67 <sup>a</sup>	26.83 <sup>a</sup>	0.713
12	45.83	47.00	44.00	43.67	0.734
24	64.67 <sup>b</sup>	70.67 <sup>a</sup>	65.17 <sup>b</sup>	58.00 <sup>a</sup>	0.713
48	79.67 <sup>bc</sup>	82.00 <sup>c</sup>	77.67 <sup>b</sup>	70.83 <sup>a</sup>	1.316
72	93.83 <sup>c</sup>	98.67 <sup>d</sup>	89.17 <sup>b</sup>	83.50 <sup>a</sup>	1.790

<sup>1</sup> First shoot and harvested at 4 month of *M. sacchariflorus* var. No. 1.

<sup>2</sup> Second shoot and harvested at 4 month of *M. sacchariflorus* var. No. 1.

<sup>3</sup> Second shoot and harvested at 8 month of *M. sacchariflorus* var. No. 1.

<sup>4</sup> Standard error of the mean.

<sup>a, b, c</sup> Different superscript in the same row mean differ significantly(p<0.05).



Table 4. Effect of different growth stages and harvesting times of miscanthus on NH<sub>3</sub>-N production from *in vitro* rumen fermentation (mg/100 mL)

Incubation time (h)	Rice straw	1y4m <sup>1</sup>	2y4m <sup>2</sup>	2y8m <sup>3</sup>	SEM <sup>4</sup>
0	1.09	0.93	1.10	0.93	0.046
3	0.99 <sup>a</sup>	1.03 <sup>a</sup>	1.44 <sup>b</sup>	1.21 <sup>ab</sup>	0.070
6	0.74 <sup>a</sup>	0.88 <sup>ab</sup>	1.43 <sup>c</sup>	1.07 <sup>b</sup>	0.085
9	0.71 <sup>a</sup>	0.84 <sup>a</sup>	1.30 <sup>c</sup>	1.04 <sup>b</sup>	0.071
12	0.56 <sup>a</sup>	0.72 <sup>b</sup>	1.14 <sup>c</sup>	1.04 <sup>c</sup>	0.072
24	1.90 <sup>a</sup>	2.05 <sup>a</sup>	2.60 <sup>b</sup>	2.34 <sup>ab</sup>	0.104
48	5.43 <sup>a</sup>	6.08 <sup>ab</sup>	6.97 <sup>b</sup>	6.97 <sup>b</sup>	0.246
72	7.30 <sup>a</sup>	7.65 <sup>ab</sup>	8.51 <sup>c</sup>	7.88 <sup>b</sup>	0.150

<sup>1</sup> First shoot and harvested at 4 month of *M. sacchariflorus* var. No. 1.

<sup>2</sup> Second shoot and harvested at 4 month of *M. sacchariflorus* var. No. 1.

<sup>3</sup> Second shoot and harvested at 8 month of *M. sacchariflorus* var. No. 1.

<sup>4</sup> Standard error of the mean.

<sup>a, b, c</sup> Different superscript in the same row mean differ significantly(p<0.05).

Table 5. Effect of different growth stages and harvesting times of miscanthus on *in vitro* dry matter digestibility (%)

Incubation time (h)	Rice straw	1y4m <sup>1</sup>	2y4m <sup>2</sup>	2y8m <sup>3</sup>	SEM <sup>4</sup>
0	13.07	15.44	16.90	16.02	0.434
3	13.46 <sup>a</sup>	16.23 <sup>bc</sup>	17.97 <sup>c</sup>	14.09 <sup>ab</sup>	0.627
6	18.43 <sup>a</sup>	20.37 <sup>b</sup>	20.02 <sup>ab</sup>	19.93 <sup>ab</sup>	0.324
9	25.95 <sup>ab</sup>	27.35 <sup>b</sup>	25.91 <sup>ab</sup>	23.98 <sup>a</sup>	0.543
12	28.18 <sup>a</sup>	32.04 <sup>b</sup>	33.06 <sup>b</sup>	28.43 <sup>a</sup>	0.801
24	41.59 <sup>b</sup>	45.19 <sup>c</sup>	46.34 <sup>c</sup>	38.65 <sup>a</sup>	0.987
48	60.23 <sup>ab</sup>	62.72 <sup>bc</sup>	63.47 <sup>c</sup>	58.69 <sup>a</sup>	0.676
72	64.77 <sup>b</sup>	67.47 <sup>b</sup>	64.15 <sup>ab</sup>	59.72 <sup>a</sup>	1.040

<sup>1</sup> First shoot and harvested at 4 month of *M. sacchariflorus* var. No. 1.

<sup>2</sup> Second shoot and harvested at 4 month of *M. sacchariflorus* var. No. 1.

<sup>3</sup> Second shoot and harvested at 8 month of *M. sacchariflorus* var. No. 1.

<sup>4</sup> Standard error of the mean.

<sup>a, b, c</sup> Different superscript in the same row mean differ significantly(p<0.05).

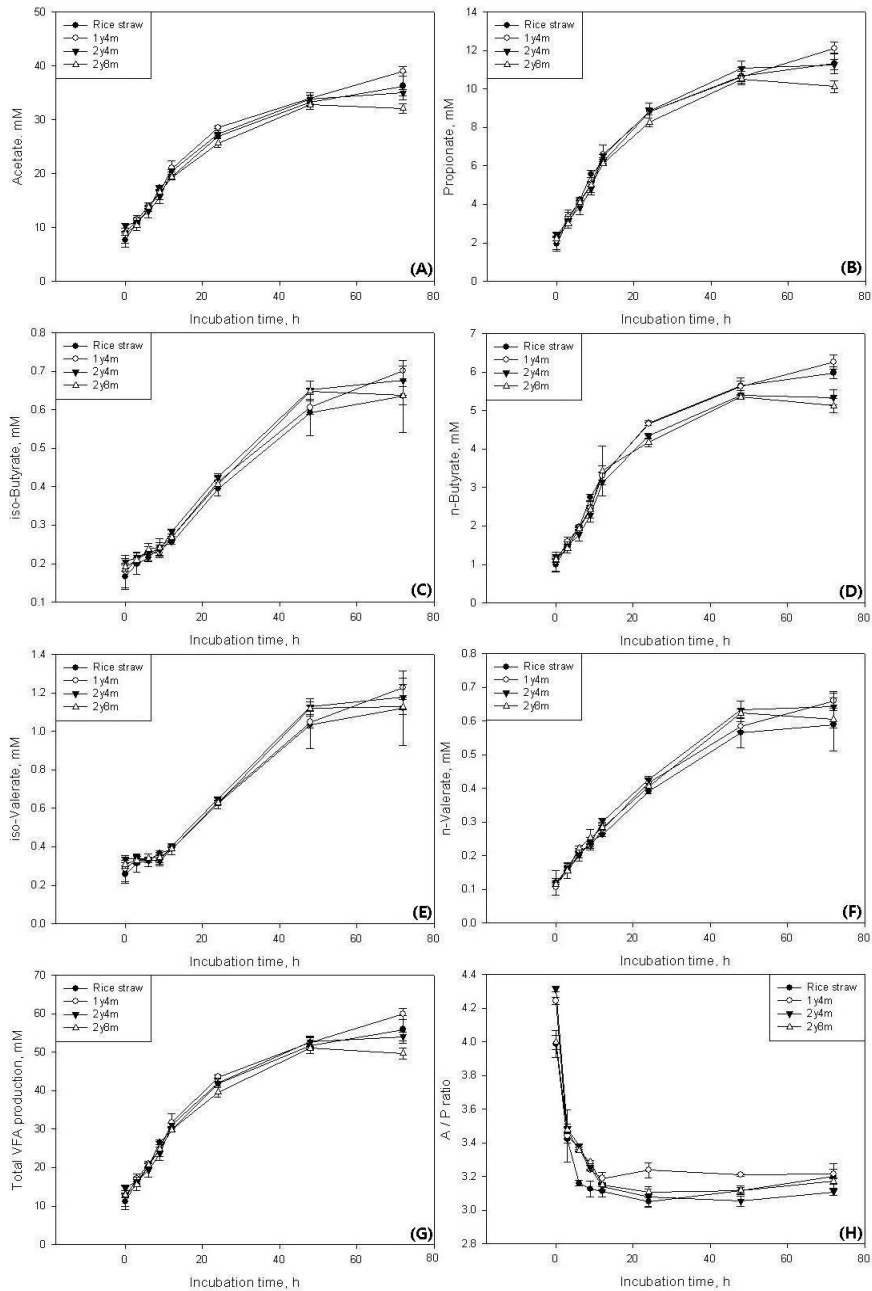


Fig. 1. Effect of different growth stages and harvesting times of miscanthus on volatile fatty acid production; (A) acetate, (B) propionate, (C) iso-butyrates, (D) n-butyrates, (E) iso-valerates, (F) n-valerates, (G) total VFA, (H) A/P ratio; acetate to propionate ratio. 1y4m, 2y4m, 2y8m means first shoot and harvested at 4 month, second shoot and harvested at 4 month, second shoot and harvested at 8 month of *M. sacchariflorus* var. No. 1. respectively.



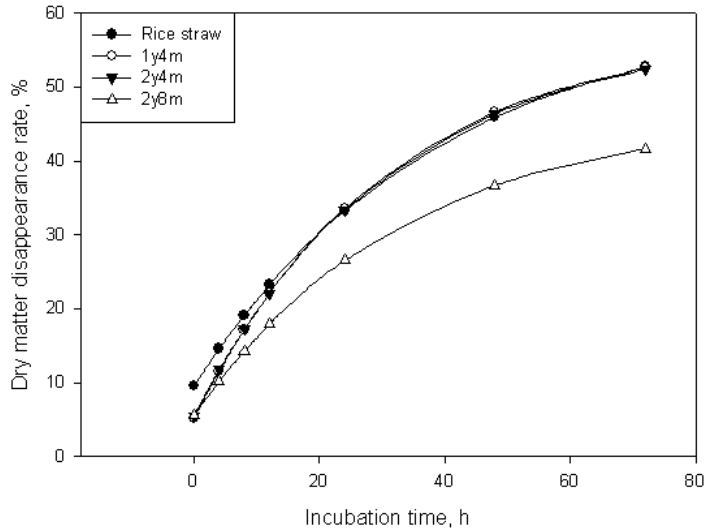


Fig. 2. Effect of different growth stages and harvesting times of miscanthus on in situ dry matter disappearance rate. 1y4m, 2y4m, 2y8m means first shoot and harvested at 4 month, second shoot and harvested at 4 month, second shoot and harvested at 8 month of *M. sacchariflorus* var. No. 1. respectively.

소화속도를 나타내며 체내 이용성 또한 떨어지는 것을 나타낸다. 그러므로 거대역새를 실제 한우에게 적용할 시 4개월 정도 자란 연한 청초를 이용하는 것이 더 유리할 것으로 판단된다.

#### IV. 요약

거대역새 1호는 한국에서 새로이 개발된 품종이다. 본 연구의 목적은 거대역새 1호의 사료적 가치를 평가하기 위해 *in vitro* 반추위 발효 시험 및 *in situ* 건물소화율을 조사하였다. *in vitro* 발효에 따른 pH는 전반적으로 거대역새 1호 시험구들이 RS에 비해 높은 수치를 보였다. 1y4m에서 다른 시험구에 비해 가장 높은 acetate 생성량을 나타내었다. propionate 및 전체 휘발성 지방산 생성량에서 시험구들간 유의성이 배양 9, 24 및 48시간에서 나타났다. *in situ* 건물소실율 시험 결과 RS(60.51%) > 1y4m(57.65%) > 2y4m(57.63%) > 2y8m(46.28%) 순으로 나타났다. 본 연구의 결과는 이른 예취시기가 거대역새 1호의 영양적 가치를 향상시키는 것을 반영한다. 그러나 거대역새 1호가 반추가축을 위한 양질의 조사료로 이용되기 위해서는 실제 사양시험이 우선되어야 한다.

[논문접수일 : 2013. 7. 29. 논문수정일 : 2013. 8. 1. 최종논문접수일 : 2013. 8. 1.]

## Reference

1. A.O.A.C. 1995. Official methods of analysis 16th edition. Association of official analytical chemist(Washington, D.C.).
2. Ann, Y. J., B. W. Kim, K. I. Sung, and C. J. Kim. 1995. Changes in the growth, chemical composition and nutritive yield of *Miscanthus sinensis* at different cutting date. J. Korean Grassl. Sci. 15: 274-278.
3. Bae, D. H. and J. G. Welch. 1979 Study on the nutritive value of the *Miscanthus sinensis* in relation to its maturity. J. Korean Grassl. Sci. 21: 503-508
4. Bae, D. H., B. E. Gilman, J. G. Welch, and R. H. Palmer. 1983. Quality of forage from *Miscanthus sinensis*. J. Dairy Sci. 66: 630-633.
5. Crutzen, P. J., A. R. Mosier, K. A. Smith, and W. Winiwarter. 2008. N<sub>2</sub>O release from agro-biofuel production negates global warming reduction by replacing fossil fuels. Atmos. Chem. Phys. 8: 389-395.
6. Chaney, A. L. and E. P. Marbach. 1962. Modified reagents for determination of urea and ammonia. Clin. Chem. 8: 130-132.
7. Cho, S. B., D. T. Mbiriri, S. J. Oh, A. R. Lee, J. H. Yang, C. H. Ryu, C. M. Park, Y. H. Moon, J. I. Chae, and N.-J. Choi. 2012. Effect of mature *Miscanthus sacchariflorus* var. No. 1 on *in vitro* rumen fermentation characteristics and its dry matter digestibility. J. Korean Grassl. Sci. 32: 165-174.
8. Choung, C. C., M. C. Kim, S. H. Kim, and Y. K. Paik. 1984. Effect of cutting stage of *Miscanthus sinensis* on silage quality. J. Anim Sci & Technol. (Kor). 26: 95-101.
9. Erwin, E. S., G. J. Marco, and E. M. Emery. 1961. Volatile fatty acid analyses of blood and rumen fluid by gas chromatography. J. Dairy Sci. 44: 1768-1771.
10. Hiltner, P. and B. A. Dehority. 1983. Effect of soluble carbohydrates on digestion of cellulose by pure cultures of rumen bacteria. Appl. Environ. Microb. 46: 642-648.
11. Hirata, M., N. Hasegawa, T. Takahashi, R. Chowdappa, S. Ogura, K. Nogami, and T. Sonoda. 2008. Grazing behaviour, diet selection and feed intake of cattle in a young tree plantation in southern Kyushu, Japan. Trop. Grassl. 42: 170-180.
12. Lee, S. K. 1985. Study on the characteristics of growth and regrowth in *Miscanthus sinensis*. J. Kor. Grassl. Sci. 5: 1-7.

13. McDougall, E. I. 1948. Studies on ruminant saliva. 1. Composition and output of sheep's saliva. *Biochem. J.* 43: 99-109.
14. Moon, Y. H., B. C. Koo, Y. H. Choi, S. H. Ahn, S. T. Bark, Y. L. Cha, G. H. An, J. K. Kim, and S. J. Suh. 2010. Development of "Miscanthus" the promising bioenergy crop. *Kor. J. Weed Sci.* 30: 330-339.
15. Moss, A. R., J.-P. Jouany, and J. Newbold. 2000. Methane production by ruminants: its contribution to global warming. *Ann. Zootech.* 49: 231-253
16. Ogura, S. 2011. Diet selection and foraging behavior of cattle on species-rich, Japanese native grassland. *JIFS.* 8: 25-33.
17. Ørskov, E. R. and I. McDonald. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *J. agric. Sci., Camb.* 92: 499-503.
18. Russell, J. B. and J. L. Rychlik. 2001. Factors that alter rumen microbial ecology. *Science.* 292: 1119-1122.
19. Seo, S., W. H. Kim, M. W. Jung, H. S. Park, J. J. Shim, J. G. Park, H. G. Sung, J. D. Kim, and J. K. Lee 2011. Studies on utilization survey and forage quality of phragmites communis and *Miscanthus sinensis* as native grasses in Paju and Ansan District, 2010. *J. Korean Grassl. Sci.* 31: 151-158.
20. Seo, S., D. D. Han, S. S. Jang, W. H. Kim, M. W. Jung, J. H. Choi, J. S. Kim, H. Y. Kim, and J. K. Lee. 2012. Utilization survey and forage quality of phragmites communis and native grasses in Haenam, Pyeongchang and Wonju regions, 2010. *J. Korean Grassl. Sci.* 32: 1-8.
21. Tilley, J. M. A. and R. A. Terry. 1963. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *J. Br. Grassl. Soc.* 18: 104-111.
22. Van Soest, P. J., D. R. Mertens, and B. Deinum. 1978. Preharvest factors influencing quality of conserved forage. *J. Anim. Sci.* 47: 712-720.
23. Van Soest, P. J. 2006. Rice straw, the role of silica and treatments to improve quality. *Anim. Feed Sci. Technol.* 130: 137-171.