

Sudangrass, Pioneer 931 및 Pioneer 988의 刈取次別 營養素 生産量에 關한 研究

尹在仁 · 尹益錫 · 鄭承憲

建國大學校 畜産大學

A Study on the Nutrient Production of Sudangrass, Pioneer 931 and Pioneer 988 during the First Growth and the Regrowth

J. I. Yun, I. S. Yun, S. H. Jeong

College of Animal Husbandry, Kon-Kuk University

Summary

The production of dry matter, general composition, hemicellulose and cell contents and *in vitro* digestible dry matter, cellulose and crude protein production were investigated in the Sudangrass and the hybrid of Sudangrass x sorghum, Pioneer 931 and Pioneer 988 during the first growth and the regrowth.

1. Dry matter yield of Sudangrass showed the highest value among the cultivars tested, being 1,638kg per 10a, those of the Pioneer 988 and Pioneer 931 showed 1,404kg and 1,282kg respectively. The effect of the first growth and the regrowth on the dry matter production of Sudangrass and Pioneer 988 was relatively small.
2. The *in vitro* digestibility of cellulose and the estimated digestible energy value per kg had a trend to be lower in order of Pioneer 931, Pioneer 988 and Sudangrass. But the production of digestible energy per 10a was decreased in order of Sudangrass, Pioneer 988 and Pioneer 931, which produced 4,623, 4,170 and 3,970 Mcal, respectively.
3. The cultivars did not affect on the *in vitro* digestibility of dry matter, while the yields of digestible dry matter were decreased in the order of Sudangrass, Pioneer 988 and Pioneer 931, which showed 1,068, 939 and 893kg per 10 a, respectively. The yields of digestible protein lowered in order of Pioneer 931, Sudangrass and Pioneer 988, which were 134, 130 and 102kg per 10 a, respectively.

I. 緒 論

Sorghum類는 高温에 適應性이 높고 再生力이 旺盛하며, 또한 多收性이며 干拓地帶나 濕潤地域에서도 生育이 良好하다고 하였다.¹⁾ 옥수수와의 比較했을 때 再生力이 強하고 耐倒伏性으로 機械作業에 對한 適應性도 높다.^{2,3)}

이와 같이 生育環境에 對한 適應性이 높아 靑刈 혹은 사일리지用으로서 栽培面積이 擴大되는 趨勢로 Sudangrass나 Sudangrass x Sorghum의 交雜種에 對하여 많은 研究가 이루어지고 있다.^{5,6,13,14)} 우리나라에서도 이들 草種의 生産性에 關한 試驗이 最近에 많이 이루어졌다.^{15,19,20)}

이러한 研究에서 乾物生産量에 對한 많은 研究가

있었으나 乾物에 含有된 營養素量에 對해서는 具體的으로 알려져 있지 않았다.

우리나라에서 最近 Sudangrass나 Sudangrass 와 Sorghum의 交雜種인 Pioneer 931과 Pioneer 988의 栽培面積이 增加하고 있다. 따라서 이러한 草種들의 營養素含量을 正確히 把握하기 위하여 刈取次別 乾物生産量, 一般組成分 生産量, hemicellulose와 細胞內容物 生産量, *in vitro* 試驗에 依한 纖維素, 乾物 및 粗蛋白質의 消化率과 그 生産量을 調査하기 위하여 本 試驗을 實施하였다.

II. 材料 및 方法

本 試驗은 1982年 5月부터 1983年 4月까지 建

國大學校 畜産大學 飼料作物 圃場과 中央大學校 營養學實驗室에서 實施하였다.

1982年 5月 14日, Sudangrass는 畦幅 40cm로 10a當 種子 2kg을 條播하고, Pioneer 931과 Pioneer 988은 畦幅 60cm, 株間距離 15cm로 點播하였다. 各 試驗區의 面積은 3.5m×6.0m이며 亂塊法 4反復으로 配置하였다.

施肥는 10a當 分量으로 窒素(尿素)는 5, 8 및 7kg을 5月 14日, 7月 6日, 8月 6日 등3 次에 걸쳐 分施하고, 磷酸(浴過磷)은 15kg을 基肥로 施肥하였으며, 加里(鹽化加里)는 2次에 걸쳐 7.5kg씩 分施하였다.

刈取는 82年 7月 5日, 8月 4日, 9月 17日의 3次에 걸쳐 地上 8cm에서 各各 實施하였다.

한편 試驗着手時 試驗圃場 土壤의 化學的 分析結果는 表1과 같다.

乾物生産量은 各 試驗區 中央에서 1.2m×6.0m씩 刈取, 秤量하여 65℃에서 48時間 乾燥後 求하였다. 이 乾物을 1.00mm의 screen을 부착한 Willey mill로 粉碎하여 一般組成分 및 *in vitro* 消化試驗用 試料로 使用하였다.

乾物의 一般組成分은 A. O. A. C. 方法⁽¹⁾으로, N은 Kjeldahl 方法으로, cellulose는 Crampton과 Maynard 方法⁽²⁾으로, NDF와 ADF는 Goering과 Van Soest 方法⁽⁴⁾으로 hemicellulose는 NDF와 ADF의 差異로 求했다.

In vitro 消化試驗⁽¹⁷⁾은 試料 500mg을 遠心分離

用 試驗管에 넣고 25ml의 rumen buffer 溶液과 20ml의 反芻胃接種液을 加하여 하루에 3차례씩 흔들어 주며 39℃로 維持한 恒溫水槽에서 48時間 培養하였다. 培養이 끝난 後 2500 rpm으로 15分間 3回 遠心分離시켜 80℃의 乾燥機에서 24時間 乾燥한 後 乾物量과 纖維素量을 測定하였다.

乾物 및 纖維素의 消化率은 다음 式에 依해 求했다.

$$\text{Dry matter digestibility (\%)} = \left\{ \frac{\text{Sample dry matter} - \frac{(\text{residue dry matter} - \text{blank dry matter})}{\text{Sample dry matter}}}{\text{Sample dry matter}} \right\} \times 100$$

$$\text{Cellulose digestibility (\%)} = \left\{ \frac{\text{Sample cellulose} - \frac{(\text{residue cellulose} - \text{blank cellulose})}{\text{Sample cellulose}}}{\text{Sample cellulose}} \right\} \times 100$$

可消化蛋白質은 Holter와 Reid⁽⁶⁾의 回歸方程式을 使用하여 求했으며, 可消化에너지는 Hershberger 등⁽⁷⁾의 回歸方程式을 使用하여 求했다.

$$\text{Digestible protein (\%)} = 0.929 \times \text{Crude protein (\%)} - 3.48$$

$$\text{Digestible energy (K cal/kg)} = 1185 + 29.81 \times \text{in vitro digestible cellulose (\%)}$$

Table 1 Soil analysis data before experiment.

pH	O. M. (%)	P ₂ O ₅ [ppm]	C. E. C. [me/100g]			
			K	Ca	Mg	Na
6.4	2.92	54.0	0.37	6.01	3.11	0.07

III. 結果 및 考察

1. 乾物生産量

Sudangrass, Pioneer 931 및 Pioneer 988의 刈取次別 乾物生産量과 總乾物生産量에 對한 相對生産比率을 表2에 나타냈다.

總乾物生産量은 Sudangrass가 1,638kg으로 Pioneer 931의 1,238kg에 比해서 有意하게 (P<.05) 많았고 Pioneer 988은 1,404kg이었다. 이와 같이 Pio-

neer 931의 總乾物生産量이 낮은 것은 2次 刈取後의 再生力이 弱한데 起因된 것으로 이때 調査된 枯死率은 Sudangrass와 Pioneer 988에서 2.5 및 1.25%이나 Pioneer 931에서는 89.3%나 된 것으로도 알 수 있다. 한편 總乾物生産量에 對한 刈取次別 生産比率은 Sudangrass에서 各各 33.2, 31.8 및 34.9%로 各 番草間의 生産量이 比較的 均一하였으나 Pioneer 931은 各各 39.4, 48.4 및 12.3%로 3次刈取時에 乾物收量이 급격히 減少하였다. 또한 Pione-

er 988의 相對生産比率는 各各 28.7, 37.3 및 34.0 %로 1次刈取時에 낮은 값을 보였는데 이것은 다

른 草種에 比해서 初期生育이 不進한 때문에 생 각된다.

Table 2 The effect of the first growth and the regrowth on the dry matter yield(kg ± SEM of 4 plots) of Sudangrass, Pioneer 931 and Pioneer 988 per 10a

Growth sequence	1st growth	1st regrowth	2nd regrowth	Total
Cutting date	Jul. 5	Aug. 4	Sep. 17	
Sudangrass	544.5 ± 9.33 (33.24)*	521.1 ± 17.59 (31.81)	572.6 ± 43.75 (34.95)	1638.2 ± 27.41 (100)
Pioneer 931	504.1 ± 26.43 (39.30)	621.3 ± 20.26 (48.43)	157.4 ± 38.01 (12.27)	1282.8 ± 106.21 (100)
Pioneer 988	403.1 ± 39.85 (28.71)	523.3 ± 29.25 (37.27)	477.6 ± 75.62 (34.02)	1404.0 ± 53.77 (100)

* : Relative dry matter yield ratio

2. 一般組成分 및 生産量

表 3 에는 生産된 乾物 中에서 家畜이 利用하는 營養素量을 推定하기 위한 刈取次別 粗蛋白質, 粗脂肪, 粗纖維 및 可溶無窒素物의 含量을 나타냈다.

粗蛋白質은 全體的으로 9.1%에서 16.3%의 範圍에 있었으며, 粗脂肪은 2.1%에서 5.3%의 範圍로 他成分에 比해서 含量이 낮아 草種間이나 刈取次 사이에 큰 差가 없었다. 한편 粗纖維는 全體的으로 28.5%에서 33.1%, 粗灰分은 9.4%에서 12.9%, 可溶無窒素物은 37.0%에서 48.1%의 範圍로 各 草種 및 番草別로 다른 傾向을 보였다. 이상과 같이 各成分含量이 약간씩 서로 다른 것은 그 植物의 遺傳의 特性, 生育段階 혹은 土壤水分 등 여러가지 因

子의 影響을 받은 結果라고 생각된다.⁽¹²⁾ 또한 可溶無窒素物의 含量이 2次 刈取時 減少하였다가 3次 刈取時 增加하는 傾向은 尹⁽¹³⁾의 報告와 같았다.

한편 表 4 에는 各 營養素 生産量을 推定하기 위하여 乾物生産量과 一般組成分 含量을 가지고 計算한 結果를 나타냈다.

3. NDF 및 ADF

表 5 에는 Sudangrass, Pioneer 931 및 Pioneer 988의 NDF와 ADF의 含量을 分析하여 이 값으로부터 反芻家畜이 主로 營養源으로 利用하는 物質인 헤미셀룰로스와 細胞内容物의 含量을 計算하여 나타냈다.

NDF 含量은 全體的으로 51~58%의 範圍에 있었

Table 3 The effect of the growth and the regrowth on the general composition(%) of Sudangrass, Pioneer 931 and Pioneer 988

Cultivar	Growth Sequence	Crude protein	Crude fat	Crude fiber	Crude ash	NFE
Sudangrass	1st growth	13.5	4.4	29.9	9.9	42.3
	1st regrowth	14.6	5.3	30.7	12.4	37.0
	2nd regrowth	9.1	3.0	31.1	9.4	47.4
Pioneer 931	1st growth	16.3	3.0	27.9	11.4	41.4
	1st regrowth	15.2	2.7	32.0	12.9	37.2
	2nd regrowth	10.3	2.1	28.8	10.7	48.1
Pioneer 988	1st growth	14.5	4.1	28.5	10.0	42.9
	1st regrowth	11.5	2.1	33.1	10.0	43.3
	2nd regrowth	9.1	4.1	31.6	10.0	45.2

Table 4 The effect of the first growth and the regrowth on the nutrients content (kg±SEM of 4 plots) of Sudangrass, Pioneer 931 and Pioneer 988 per 10 are

Cultivar	Growth sequence	Crude protein	Crude fat	Crude fiber	Crude ash	NFE
Sudangrass	1st growth	73.5± 1.70	23.9±0.41	162.8± 2.79	53.9±0.94	230.3.94
	1st regrowth	76.1± 2.57	27.6±0.94	160.0± 5.40	64.6±2.20	192.8± 6.51
	2nd regrowth	52.1± 3.98	17.2±1.31	178.1±13.61	53.8±4.12	271.4±20.74
	Total	210.7± 3.71	68.7±1.40	500.9± 5.09	172.3±2.02	694.5±11.75
Pioneer 931	1st growth	82.2± 4.34	15.1±0.80	140.6± 7.38	57.5±3.02	208.7±10.12
	1st regrowth	94.3± 3.08	16.8±0.55	198.8± 6.48	80.1±2.62	231.1± 7.54
	2nd regrowth	16.2± 3.92	3.3±0.80	45.3±10.95	16.8±4.07	75.7±18.28
	Total	192.8±10.55	35.2±1.85	384.7±19.59	211.9±8.08	515.5±22.77
Pioneer 988	1st growth	58.4± 5.78	16.5±1.64	114.9±11.36	40.3±3.99	172.9±17.10
	1st regrowth	60.2± 3.43	11.0±0.62	173.2± 9.68	52.3±2.93	226.6±12.66
	2nd regrowth	43.5± 6.88	19.6±3.10	150.9±34.90	47.8±7.56	215.9±34.18
	Total	162.1± 3.60	47.1±1.51	439.0±11.15	140.4±3.10	615.4±13.78

Table 5 The effect of the first growth and the regrowth on the composition (%) of NDF, ADF, Hemicellulose and cell contents of Sudangrass, Pioneer 931 and Pioneer 988

Cultivar	Growth sequence	NDF	ADF	Hemicellulose	Cell contents
Sudangrass	1st growth	54.42	31.63	22.79	45.58
	1st regrowth	56.73	34.97	21.76	43.27
	2nd regrowth	57.21	36.13	21.08	42.79
	average	56.12	24.24	21.87	43.88
Pioneer 931	1st growth	51.05	30.61	20.44	48.95
	1st regrowth	56.01	38.11	17.90	43.99
	2nd regrowth	55.96	32.37	23.59	44.04
	average	54.34	33.69	20.64	45.66
Pioneer 988	1st growth	54.38	31.56	22.82	45.62
	1st regrowth	57.78	38.61	19.17	42.22
	2nd regrowth	57.54	35.50	22.04	42.46
	average	56.56	35.22	21.34	43.43

으며 草種間에 큰 差가 없었다. 그러나 1次 刈取에 比해서 2次에는 增加하는 傾向이 있었다. 細胞內容物은 總乾物量으로부터 NDF 값을 뺀 값으로 1次 刈取時, 2 및 3次 刈取에 比해 높았다.

ADF 含量은 全體적으로 31~39%였으며 草種間에는 큰 差가 없었으나, 1次 刈取時의 ADF 값은 2次 刈取時보다 낮았다.

Hemicellulose는 全體적으로 18~24%의 範圍에 있었고, Sudangrass는 1次 刈取時에 比해 2 및 3

次 刈取時에 약간 낮아지는 傾向을 보였으나 Pioneer 931과 Pioneer 988은 1次 및 3次 刈取時에 比해 2次 刈取時 낮아져 Sudangrass와는 다른 傾向을 나타냈다.

反芻家畜의 可消化成分이라 할 수 있는 Hemicellulose와 細胞內容物의 總生産量도 본 試驗에서 乾物生産量과 같은 傾向으로 Sudangrass에서 가장 많고 Pioneer 988, Pioneer 931 順이었다.

4. 纖維素 消化率과 可消化에너지

Reid 등¹⁰⁾은 *in vitro* 消化率과 *in vivo* 消化率사이에는 正의 相關關係가 있다고 하였다. 따라서 表 6 에는 纖維素含量과 *in vitro* 消化率을 통한 可消化에서 에너지값을 求하여 表示하였다.

纖維素含量은 全體的으로 27~31%로 草種間에 큰 差異가 없었다. Sudangrass는 刈取次數가 增加할수록 纖維素含量이 약간씩 增加하였으나, Pioneer 931과 Pioneer 988은 1次 刈取에 比해서 2次 刈取時 增加하였다가 3次 刈取時 減少하는 傾向이었다.

纖維素的 *in vitro* 消化率은 Pioneer 931에서 가장 높고, 그 다음이 Pioneer 988, Sudangrass 順이었다.

刈取別 消化率은 各各 Sudangrass가 60.6, 49.8, 및 54.4%, Pioneer 931이 67.9, 61.3, 및 62.9% 그리고 Pioneer 988이 64.0, 58.2 및 57.4%를 나타내 刈取次數가 늘어남에 따라 減少하는 傾向이었다. 따라서 이 값으로부터 計算한 可消化에너지값도 같은 傾向을 보여 Sudangrass가 가장 낮고 다음이 Pioneer 988, Pioneer 931 順이었다.

이와 같이 kg當 可消化에너지값은 表 2의 乾物生産量과 相反되는 傾向을 보이고 있으므로 單位面積當 生産되는 實可消化에너지량을 計算하였다. 10a當 生産되는 可消化에너지량은 Sudangrass에서 4,623 Mcal로 가장 많고, Pioneer 888은 4,170 Mcal로 그 다음이었으며 Pioneer 931은 3,970 Mcal로 가장 적었다.

Table 6 The effect of the first growth and the regrowth on the cellulose content and digestibility (%) and digestible energy (Kcal/kg) of Sudangrass, Pioneer 931 and Pioneer 988

Cultivar	Growth sequence	Cellulose content	Cellulose digestibility	Digestible energy
Sudangrass	1st growth	28.80	60.62	2992
	1st regrowth	29.66	49.77	2669
	2nd regrowth	30.10	54.39	2806
	average	29.52	54.93	2822
Pioneer 931	1st growth	26.96	67.92	3210
	1st regrowth	31.02	61.32	3013
	2nd regrowth	27.88	62.92	3061
	average	28.62	64.05	3095
Pioneer 988	1st growth	27.54	64.02	3093
	1st regrowth	32.14	58.16	2919
	2nd regrowth	30.60	57.42	2897
	average	30.09	59.87	2970

5. 乾物消化率과 可消化蛋白質

表 7 에는 乾物の *in vitro* 消化率과 可消化蛋白質含量을 통한 10a當 可消化乾物 및 可消化蛋白質 生産량을 나타냈다.

乾物の 消化率은 草種間에 큰 差異는 볼 수 없었으며 纖維素 消化率과는 다른 傾向을 보였다. 그러나 刈取次別로는 Sudangrass와 Pioneer 931은 1次 刈取에 比해 2次 刈取時 減少했다가 3次 刈取時 다시 增加하는 傾向이었으나, Pioneer 988은 1, 2 및 3次 刈取順으로 減少하였다.

乾物生産量에 乾物消化率을 곱해 求한 可消化乾物生産量은 Sudangrass가 10a當 1,068 kg으로 가장 많았고, Pioneer 988은 939 kg으로 그 다음이었으며 Pioneer 931은 893 kg으로 가장 적었다. 이것은 表 2에 나타낸 乾物生産量과 類似한 傾向이었다.

또한 刈取次別 可消化乾物生産量은 Sudangrass는 2次 刈取時, Pioneer 988은 1次 刈取時 가장 적었으나, Pioneer 931에서는 3次 刈取時 12%로 급격히 減少하여 他草種과 다른 傾向을 보였는데 起因한 것으로 推定된다.⁽³⁾

可消化蛋白質의 含量은 一般的으로 1 및 2次 刈

取時에 比해서 3次 刈取時 급격히 減少하였다.

10a當 可消化蛋白質 生産量은 Pioneer 931이 134.5kg으로 가장 많았고, Sudangrass는 130kg, Pi-

oneer 988은 102kg으로 乾物生産量과는 다른 傾向 이었다. 刈取次別로 보면 可消化蛋白質 含量과 類 似하여서 3次 刈取時 급격히 減少하였다.

Table 7 The effect of the first growth and the regrowth on the dry matter digestibility (%), digestible dry matter yield (kg/10 a), digestible protein content (%) and digestible protein yield (kg/10 a) of Sudangrass, Pioneer 931 and Pioneer 988

Cultivar	Growth sequence	Dry matter digestibility	Digestible dry matter yield	Digestible protein content	Digestible protein yield
Sudangrass	1st growth	69.60	379.0 (35.5)*	9.06	49.3
	1st regrowth	60.66	316.1 (29.6)	10.08	52.5
	2nd regrowth	65.08	372.6 (34.9)	4.97	28.5
	total		1067.7 (100.0)		130.0
Pioneer 931	1st growth	74.41	375.1 (42.0)	11.66	58.8
	1st regrowth	65.83	409.0 (45.8)	10.64	66.1
	2nd regrowth	69.31	109.1 (12.2)	6.09	9.6
	total		893.2 (100.0)		134.5
Pioneer 988	1st growth	70.12	282.7 (30.1)	9.99	40.3
	1st regrowth	66.59	348.5 (37.1)	7.20	37.7
	2nd regrowth	64.44	307.8 (32.8)	4.97	23.7
	total		939.0 (100.0)		101.7

* : Relative digestible dry matter yield ratio

IV. 摘要

Sudangrass와 Sudangrass×Sorghun의 交雜種인 Pioneer 931과 Pioneer 988의 乾物生産量, 一般組成 分 生産量, hemicellulose와 細胞內容物 生産量 그리고 乾物, 纖維素의 消化率 및 可消化에너지와 可 消化蛋白質을 調査하였다.

1. 10a當 乾物生産量은 Sudangrass가 1,638kg으로 가장 많았고, Pioneer 988은 1,404 kg, Pioneer 931은 1,282kg으로 적었다. Sudangrass와 Pioneer 988은 刈取次에 따른 影響이 比較의 僅少하였으나 Pioneer 931은 3次 刈取時에 總生産量의 11%로서 매우 적었다.

2. 纖維素의 消化率과 kg當 可消化에너지값은 Pioneer 931, Pioneer 988 및 Sudangrass 順으로 낮아지는 傾向을 나타냈다. 그러나 10a當 可消化에너지 生産量은 Sudangrass, Pioneer 988 및 Pioneer 931 順으로 各各 4,623, 4,170 및 3,970 Mcal였다.

3. 乾物의 *in vitro* 消化率은 草種間에 뚜렷한 傾向이 없었으나 可消化乾物 生産量은 Sudangrass,

Pioneer 988 및 Pioneer 931에서 10a當 各各 1,068, 939 및 893 kg의 順이었다.

引用文献

1. A.O.A.C. 1980. Official Methods of Analysis 13th ed. Washington, D.C.
2. Crampton, E.W. and Maynard, L.A. 1939. The relation of cellulose and lignin content to the nutritive value of animal feeds. J. Nutr. 15: 383-392.
3. Creel, R.J. and H.A. Fribourg. 1979. Interactions between forage sorghum cultivars and defoliation managements. Agron. J. 73: 463-469.
4. Goering, H.K. and P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis. USDA Agr. Handbook No. 379.
5. Jung, G.A., B. Lilly, S.C. Shin and R.L. Reid. 1964. Studies with Sudangrass. I. Effect of growth stage and level of nitrogen fertilizer upon yield of dry matter; Estimated digestibility of energy, dry matter and protein; Amino acid composition;

- and Prussic acid potential. *Agron. J.* 56: 533-537.
6. Fribourg, H.A., and R.J. Creel. 1981. Selection of concomitant variates affecting regrowth, yield and digestibility in forage sorghums. *Agron. J.* 73: 443-445.
 7. Hershberger, T.V., Long, T.A., Hartsook, E.W. and R.W. Swift. 1959. Use of the artificial rumen technique to estimate the nutritive value of forages. *J. Ani. Sci.* 18: 770-779.
 8. Holter, J.A. and J.T. Reid. 1959. Relationship between concentrations of crude protein and apparently digestible protein in forages. *J. Ani. Sci.* 18: 1339.
 9. Quinby, J.R. and P.T. Marion. 1960. Production and feeding of forage sorghum in Texas. *Agr. Exp. Sta. Bul.* 965.
 10. Reid, R.L., Clark, B. and G.A. Jung. 1964. Studies with sudan grass. II. Nutritive evaluation by in vivo and in vitro methods. *Agron. J.* 56: 537-541.
 11. Wolfe, T.K. and M.S. Kipps. 1959. Production of field crops. 308-341.
 12. 尾形保. 1970. 粗飼料の栄養価におよぼす 土壌条件と 肥培管理の影響について. 土壌肥料の研究. VII-4: 201~207.
 13. 相井孝允. 1971. シルゴアの利用について. 日草地, 17(4): 269~274.
 14. 原田重雄. 1967. シルガム属作物の 導入に関する研究. 農林水産技術会議事務局 研究成果. 32: 293~323.
 15. 金東岩, 徐 成, 李孝遠, 林尚勳, 曹武煥, 李茂榮. 1982. 수단그라스, 수단그라스雜種 및 수수-수단그라스雜種의 飼草 生産性 韓畜誌. 24(2): 192~204.
 16. 孟元在, 吳世正, 崔秉翼. 1979. 벵짚의 飼料價值改善에 関한 研究. 韓畜誌. 21(4): 343~349.
 17. 孟元在. 1976. 低質粗飼料의 飼料價值 改善에 関한 研究. 韓畜誌. 18(6): 499~504.
 18. 尹益錫. 1983. 刈取方式과 窒素施肥水準이 Suda-gras - Sorghum hybrid (S. bicolor × S. Sudanense)의 生育과 乾物生産에 미치는 影響. 建大 學術誌. 27: 261~270.
 19. 畜産研報. 1968. Sorghum - Sudan hybrid 比較 試驗. 畜産試驗場 研究報告書. 1352~1360.