

중부지역 논에서 수수류 품종의 생육특성, 생산성 및 품질 비교

지희정 · 이상훈 · 윤세형 · 김원호 · 임영철

Growth, Forage Production and Quality of Sorghum, Sorghum × Sudangrass and Sudangrass Hybrids at Paddy Field in Middle Region of Korea

Hee Chung Ji, Sang-Hoon Lee, Sei Hyung Yoon, Won Ho Kim and Young Chul Lim

ABSTRACT

This experiment was carried out to know adaptability and forage production and quality of sorghum and sorghum × sudangrass and sudangrass hybrids at paddy field from 2007 to 2008 at Chungnam province. Among growth characters, ‘Sordan 79’ hybrid was somewhat strong for waterlogging, and higher sugar content and good at the 2nd regrowth, disease and insect resistance. Fresh yield of ‘Sordan 79’ hybrid was the highest as 92,492 kg per ha among 10 Sorghum and Sorghum × Sudangrass hybrids. The dry yield of ‘Sordan 79’ hybrid was also the highest as 21,090 kg per ha. The result of this study showed that ‘Sordan79’ hybrid had good growth characters and forage productivity and crude protein (CP) and *in vitro* dry matter digestibility (IVDMD) at paddy field in middle region of South Korea.

(Key words : Sorghum, Sorghum × Sudangrass, Sudangrass Hybrid, Dry matter, Forage)

I. 서 론

최근 쌀소비량의 감소와 재고량의 증가로 인하여 정부의 공공미 비축비용은 연간 5,000억 원 이상이 발생하고 휴경논 발생은 1985년 20.2천ha에서 2008년에 38.0천ha로 매년 점진적으로 증가하고 있다(통계청, '09). 따라서 정부나 지자체에서는 벼 대체 사료작물 재배를 유도하고 타 작물로의 전환을 검토 중이다. 또한 유가 상승으로 인한 해상운임 증가로 조사료 수입가격은 매년 상승하고 있는 형편이며, 국내 조사료 자급률은 2009년 현재 84%에서 2012년 90% 이상으로 전망되는바 그 중에서

양질 조사료가 차지하는 비중은 32%에 불과하여 축산농가의 대부분은 볏짚을 이용하여 기축을 사양하고 있는 실정이다(조사료 생산·이용 활성화 대책, '09. 12.). 따라서 안정적인 양질 조사료 생산 기반 시설을 확충하기 위한 일환으로 중부지방에서는 이탈리아 라이그라스, 청보리, 호밀+옥수수, 수수×수단그라스 교잡종, 남부지방에서는 이탈리아 라이그라스, 청보리+옥수수, 수수×수단그라스 교잡종 작부체계를 통한 재배면적 확대가 절실히 필요하다. 따라서 논과 간척지를 이용한 양질조사료 생산에 대한 연구가 절실히 필요한 실정이다. 논에서 재배가 가능한 여름철 사료작물 중

국립축산과학원 (National Institute of Animal Science, RDA, Cheonan, 330-801, Korea)

Corresponding author : Ph. D. Hee Chung Ji, National Institute of Animal Science, Cheonan 330-801, Korea. Tel: +82-41-580-6749, Fax: +82-41-580-6779, E-mail: cornhc@korea.kr

대표적인 것으로는 옥수수과 수수 × 수단그라스 교잡종을 들 수 있으며 옥수수보다는 수수 × 수단그라스 교잡종이 습해에 다소 강하여 농가에서 선호한다. 그러나 수단그라스는 출수가 되면 리그닌 함량이 증가하여 목질화되어 사료 가치가 떨어지고, 여러 번 예취시 재생을 위하여 예취높이를 높게 하는 단점이 있다(서, 1982; 이 등, 2000). 따라서 일선 농가들은 수확기가 지나도 줄기의 경화가 느린 비출수형이면서 당도가 높은 BMR (Brown midrib) 종류의 수단그라스 교잡종을 선호함으로써 그 재배 이용량이 매년 증가하고 있다(이 등, 2000). 또한 검은줄오갈병이 심한 지역은 옥수수 대신에 수수 × 수단그라스 교잡종을 재배하는데 이들 작물을 논에 재배할 경우 단위면적당 조사료 생산성이 높아 양질의 조사료 확보에 유리하다. 한편 출수형인 수단그라스 교잡종은 수확시에 출수가 되어 도복의 위험성은 크지만 당도가 높고 수량이 많기 때문에 사일리지용으로 적합하다.

일반적으로 밭에서의 수수 × 수단그라스 교잡종에 대한 연구는 많으나(서와 김, 1983; 윤 1983; 이와 서 1988; 이 등 1991), 논과 간척지에 대한 연구는 그리 많지 않았다(임 등, 2006; 신 등, 2005). 따라서 본 연구는 논에 여름철 사료작물인 수수 × 수단그라스 교잡종을 재배하는데 있어서 중부지역 논재배에 적합하고 생산성과 수량성이 우수한 수수류 품종을 선발하고자 실시하였다.

II. 재료 및 방법

공시품종은 비출수형인 점보, G7, Turbo-gold

등 3품종과 출수형인 SS405, SX 17, Revolution, Sordan 79, Sweethome, Haymaker, Sweetmatilda 등 7품종으로 총 10품종이었다. 파종은 1년차에 충청남도 천안의 농가 논포장에 2008년 5월 7일, 2년차에는 2009년 5월 8일에 실시하였다. 시험구는 난피법 3반복으로 하여 시험구 면적은 12 m² (3 × 4 m)로 하여 주간거리를 50 cm로 ha당 40 kg를 세조파 하였다. 시비량은 ha당 질소(N) 200 kg, 인산(P₂O₅) 150 kg, 그리고 칼리(K₂O) 150 kg로 하였으며, 추비는 1차 예취후에 실시하였다. 수수 × 수단그라스 교잡종의 1차 예취는 2008년에는 8월 13일에 하였으며 2차 예취는 9월 19일에, 2009년에는 1차 예취를 8월 5일에 하였으며, 2차 예취는 10월 5일에 수확하였다. 생육조사는 간장, 경직경, 출사기, 당도, 내습성, 병해, 충해 등을 조사하였는데, 당도는 휴대용 굴절당도계(Brix, 일본)로 측정하였고 내습성정도는 9등급 [1(강) ~ 9(약)]으로 나누어 달관조사 하였다. 수량은 구당 6열 가운데 중앙의 2열을 예취하여 측정하였고 건물중은 이들 중의 일부 샘플을 취하여 건조기에서 65℃로 7일간 건조한 후 건물중을 측정하여 계산하였다. 그리고 건물수량은 생초수량에 건물률을 곱하여 환산하였다. 그 중 일부를 취하여 20 mesh screen의 Wiley mill로 분쇄하여 플라스틱 용기에 이중마개로 막아 분석시까지 보관하였으며 시료의 일반성분은 AOAC법(1990)으로 분석하였으며, ADF(acid detergent fiber)와 NDF(neutral detergent fiber)는 Goering과 Van Soest(1970)의 방법으로 분석하였다. 논 시험 포장의 토양조건을 조사한 결과는 Table 1과 같으며, 논 토양은 지산토양으로 식양질 토양이었다.

Table 1. Chemical properties of paddy field in this experiment

| pH | T-N (%) | Available P ₂ O ₅ (mg/kg) | OM (g/kg) | CEC (cmol/kg) | Ex. Cat. (cmol/kg) | | | |
|------|---------|---|-----------|---------------|--------------------|------|------|------|
| | | | | | K | Na | Ca | Mg |
| 6.10 | 0.22 | 102.42 | 14.96 | 14.46 | 1.33 | 0.68 | 6.14 | 2.11 |

III. 결과 및 고찰

1. 사일리지용 수수류의 생육특성

배수가 양호한 논에 수수류를 재배한 후 그 들 품종들의 생육특성에 대한 결과는 Table 2 와 같다. 도입품종인 수수류 중에서 내습성 정도는 점보와 SS405가 가장 강했으며 Sweetmatilda 와 Haymaker는 가장 약했다. 또한 1차 예취시의 간장은 G7이 248cm로 가장 컸고 다음이 점

보와 SS405 등이었다. 1차 예취후의 재생은 Sweethome이 1차 예취시의 간장에 비해 2차 예취시에 간장이 166.7%로 가장 컸으나 SS405 는 63.8%를 보여 오히려 가장 작았다. 이와같은 이유는 SS405가 수수 교잡종으로 고유의 품종특성 때문이라고 생각한다.

수수류의 수량증대에 기여도가 큰 형질인 경직경은 1차 예취시에 G7이 8.6 cm로 가장 굵었으나 Sweethome이 오히려 6.8 cm로 가장 가늘었다. 또한 2차 경직경은 SS405가 9 cm로 가장

Table 2. Agronomic characters of sorghum and sorghum × sudangrass and sudangrass hybrids at paddy field in middle region of Korea

| Hybrid | Year | Water-logging (1~9)* | Stem ht. (cm) | | Stem dia. (mm) | | Sugar content(%) | | Head-ing date (M.D) | Dis-ease (1~9) | Insect (1~9) |
|---------------|------|----------------------|---------------|-----|----------------|------|------------------|------|---------------------|----------------|--------------|
| | | | 1st | 2nd | 1st | 2nd | 1st | 2nd | | | |
| Jumbo | 2008 | 2 | 263 | 168 | 8.1 | 5.8 | 5.4 | 1.8 | - | 3 | 1 |
| | 2009 | 2 | 228 | 238 | 6.1 | 9.0 | 4.5 | 5.6 | - | 1 | 1 |
| | Mean | 2 | 246 | 203 | 7.1 | 7.4 | 5.0 | 3.7 | - | 2 | 1 |
| SS405 | 2008 | 2 | 257 | 134 | 9.5 | 7.8 | 4.4 | 2.3 | 9.10 | 2 | 1 |
| | 2009 | 2 | 235 | 179 | 7.4 | 10.2 | 4.3 | 4.6 | 8.10 | 2 | 2 |
| | Mean | 2 | 246 | 157 | 8.5 | 9.0 | 4.4 | 3.5 | 8.25 | 2 | 1.5 |
| SX17 | 2008 | 3 | 222 | 246 | 8.0 | 6.3 | 5.6 | 8.0 | 7.20 | 2 | 1 |
| | 2009 | 3 | 214 | 209 | 7.6 | 9.6 | 4.5 | 7.3 | 8.05 | 2 | 1 |
| | Mean | 3 | 218 | 228 | 7.8 | 8.0 | 5.1 | 7.7 | 7.27 | 2 | 1 |
| Revolution | 2008 | 4 | 216 | 205 | 7.6 | 6.6 | 7.9 | 7.3 | 7.20 | 2 | 1 |
| | 2009 | 2 | 202 | 215 | 6.5 | 7.8 | 10.0 | 8.6 | 7.25 | 1 | 1 |
| | Mean | 3 | 209 | 210 | 7.1 | 7.2 | 9.0 | 8.0 | 7.23 | 1.5 | 1 |
| G7 | 2008 | 3 | 252 | 163 | 9.7 | 6.7 | 5.3 | 2.0 | - | 1 | 1 |
| | 2009 | 2 | 244 | 224 | 7.4 | 9.7 | 4.0 | 5.0 | - | 1 | 1 |
| | Mean | 2.5 | 248 | 194 | 8.6 | 8.2 | 4.7 | 3.5 | - | 1 | 1 |
| Sordan79 | 2008 | 3 | 228 | 241 | 7.8 | 6.3 | 5.3 | 8.3 | 7.20 | 2 | 1 |
| | 2009 | 2 | 234 | 229 | 6.7 | 8.4 | 7.5 | 8.6 | 7.19 | 1 | 1 |
| | Mean | 2.5 | 231 | 235 | 7.3 | 7.4 | 6.4 | 8.5 | 7.20 | 1.5 | 1 |
| Turbo-gold | 2008 | 3 | 228 | 135 | 9.4 | 5.9 | 5.2 | 2.6 | - | 3 | 1 |
| | 2009 | 3 | 179 | 193 | 7.1 | 7.7 | 3.3 | 5.3 | - | 4 | 1 |
| | Mean | 3 | 204 | 164 | 8.3 | 6.8 | 4.3 | 4.0 | - | 3.5 | 1 |
| Sweet-home | 2008 | 3 | 212 | 231 | 7.4 | 6.8 | 7.1 | 8.6 | 7.18 | 2 | 1 |
| | 2009 | 3 | 207 | 217 | 6.2 | 8.2 | 8.4 | 8.2 | 7.19 | 7 | 1 |
| | Mean | 3 | 210 | 224 | 6.8 | 7.5 | 7.8 | 8.4 | 7.19 | 4.5 | 1 |
| Haymaker | 2008 | 5 | 208 | 225 | 7.3 | 5.8 | 6.2 | 8.8 | 7.25 | 8 | 1 |
| | 2009 | 2 | 217 | 220 | 6.6 | 8.1 | 6.3 | 10.0 | 7.26 | 8 | 1 |
| | Mean | 3.5 | 213 | 223 | 7.0 | 7.0 | 6.3 | 9.4 | 7.26 | 8 | 1 |
| Sweet-matilda | 2008 | 5 | 227 | 158 | 9.0 | 7.4 | 9.9 | 2.7 | 8.08 | 8 | 1 |
| | 2009 | 3 | 228 | 187 | 7.8 | 9.6 | 5.2 | 8.1 | 8.10 | 7 | 2 |
| | Mean | 4 | 228 | 173 | 8.4 | 8.5 | 7.6 | 5.4 | 8.09 | 7.5 | 1.5 |

* Rating : 1= strong(outstanding), 9= weak(poor)

굽었는데 그 이유는 2차 재생이 잘 안되어 생육이 저조하여 간장은 작고 일시적으로 줄기가 굵어졌다고 생각한다.

가축 기호성이나 사일리지 품질에 영향을 주는 당도는 Revolution이 1차 예취시에 9.0%, 2차에 8.0%로 가장 높았으며, Gangstad (1964)에 의하면 당도는 가축의 기호성과 밀접한 관계가 있다고 한바 특히 Haymaker와 Sordan 79 품종은 2차 예취시에 당도가 10품종 중에서 가장

높아서 사일리지용이나 청예용으로 적합할 것으로 생각되며 SS405나 Turbo gold는 두 예취 시기에 당도가 모두 낮았다.

출수기는 Sweethome이 7월 19일로 가장 빨랐으며, SS405 품종이 8월 25일로 1차 예취 시기가 가장 늦은 품종이었고, 병해에 대해서는 Haymaker나 Sweetmatilda 품종이 매문병에 특히 약했고 Revolution이나 G7이 가장 강했다.

Table 3. Fresh and dry matter (DM) yield of sorghum and sorghum × sudangrass and sudangrass hybrids at paddy field in middle region of Korea

| Hybrid | Year | Fresh yield (kg/ha) | | | Dry matter yield (kg/ha) | | |
|--------------|------|---------------------|--------|----------------------|--------------------------|--------|----------------------|
| | | 1st | 2nd | Sum | 1st | 2nd | Sum |
| Jumbo | 2008 | 58,917 | 19,192 | 78,108 | 10,903 | 2,583 | 13,487 |
| | 2009 | 40,917 | 45,417 | 86,333 | 6,862 | 11,209 | 18,071 |
| | Mean | 49,917 | 32,305 | 82,221 ^{bc} | 8,883 | 6,896 | 15,779 ^{bc} |
| SS405 | 2008 | 63,667 | 13,642 | 77,308 | 13,248 | 1,805 | 15,054 |
| | 2009 | 47,500 | 28,833 | 76,333 | 9,571 | 6,557 | 16,128 |
| | Mean | 55,584 | 21,238 | 76,821 ^{cd} | 11,410 | 4,180 | 15,591 ^{bc} |
| SX17 | 2008 | 51,667 | 42,492 | 94,158 | 11,263 | 8,710 | 19,974 |
| | 2009 | 28,083 | 31,417 | 59,500 | 5,266 | 8,263 | 13,528 |
| | Mean | 39,875 | 36,955 | 76,829 ^{cd} | 8,265 | 8,487 | 16,751 ^{bc} |
| Revolution | 2008 | 32,917 | 33,825 | 66,742 | 7,307 | 7,146 | 14,453 |
| | 2009 | 20,167 | 25,583 | 45,750 | 5,280 | 6,567 | 11,847 |
| | Mean | 26,542 | 29,704 | 56,246 ^f | 6,294 | 6,857 | 13,150 ^d |
| G7 | 2008 | 65,917 | 21,492 | 87,408 | 12,199 | 2,730 | 14,929 |
| | 2009 | 50,750 | 37,750 | 88,500 | 8,775 | 9,041 | 17,816 |
| | Mean | 58,334 | 29,621 | 87,954 ^{ab} | 10,487 | 5,886 | 16,373 ^{bc} |
| Sordan79 | 2008 | 49,833 | 50,650 | 100,483 | 10,370 | 10,735 | 21,105 |
| | 2009 | 41,750 | 42,750 | 84,500 | 9,853 | 11,222 | 21,075 |
| | Mean | 45,792 | 46,700 | 92,492 ^a | 10,112 | 10,979 | 21,090 ^a |
| Turbo-gold | 2008 | 53,083 | 20,000 | 73,083 | 8,826 | 2,801 | 11,627 |
| | 2009 | 29,333 | 26,500 | 55,833 | 4,529 | 5,515 | 10,044 |
| | Mean | 41,208 | 23,250 | 64,458 ^{ef} | 6,678 | 4,158 | 10,836 ^e |
| Sweet home | 2008 | 42,167 | 46,050 | 88,217 | 9,150 | 10,275 | 19,425 |
| | 2009 | 23,750 | 32,333 | 56,083 | 6,066 | 8,284 | 14,350 |
| | Mean | 32,959 | 39,192 | 72,150 ^{de} | 7,608 | 9,280 | 16,888 ^{bc} |
| Haymaker | 2008 | 42,083 | 38,750 | 80,833 | 8,164 | 9,172 | 17,336 |
| | 2009 | 26,750 | 25,917 | 52,667 | 5,200 | 6,982 | 12,182 |
| | Mean | 34,417 | 32,334 | 66,750 ^c | 6,682 | 8,077 | 14,759 ^{cd} |
| Sweetmatilda | 2008 | 57,417 | 31,483 | 88,900 | 11,650 | 3,776 | 15,426 |
| | 2009 | 49,000 | 32,917 | 81,917 | 9,929 | 9,085 | 18,714 |
| | Mean | 53,209 | 32,200 | 85,409 ^{ab} | 10,790 | 6,431 | 17,070 ^b |

* Means within a column followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test.

2. 수수류의 생산성

논 재배 수수류의 품종별 생초 및 건물수량은 Table 3과 같다.

생초수량은 시험에 공시된 10품종 중에서 1차 예취에서는 G7이 58,334 kg/ha로 가장 높았고 2차 예취에서는 Sordan 79가 46,700 kg/ha로

최고의 수량을 보였으며 1차와 2차 수량을 합한 총 생초수량은 Sordan 79가 92,492 kg/ha로 가장 높았고 다음으로 G7이 87,954 kg/ha 였다. 그러나 BMR 종류인 Revolution은 ha당 52,246 kg으로 최저의 수량을 보였고 수수 교잡종인 SS405는 ha 당 76,821 kg이었고 비출수형에서는 G7이 최고 수량이였다.

Table 4. Acid detergent fiber (ADF), neutral detergent fiber (NDF) and crude protein (CP), *in vitro* dry matter digestibility (IVDMD) of sorghum, sorghum x sudangrass and sudangrass hybrids at paddy field in middle region of Korea

| Hybrid | Year | ADF | NDF | CP | IVDMD |
|--------------|------|----------------------|---------------------|--------------------|----------------------|
| Jumbo | 2008 | 44.10 | 68.38 | 3.48 | 56.86 |
| | 2009 | 43.23 | 71.67 | 8.27 | 64.32 |
| | Mean | 43.67 ^b | 70.03 ^{ab} | 5.88 ^{ab} | 60.59 ^{bc} |
| SS405 | 2008 | 48.43 | 72.27 | 3.58 | 56.98 |
| | 2009 | 46.23 | 73.44 | 4.48 | 56.13 |
| | Mean | 47.33 ^a | 72.86 ^a | 4.03 ^b | 6.56 ^c |
| SX17 | 2008 | 42.04 | 66.94 | 5.75 | 62.92 |
| | 2009 | 36.31 | 62.40 | 8.17 | 67.06 |
| | Mean | 39.18 ^{de} | 64.67 ^{cd} | 6.96 ^a | 64.99 ^{abc} |
| Revolution | 2008 | 40.99 | 66.30 | 5.56 | 62.69 |
| | 2009 | 36.07 | 66.80 | 9.63 | 70.92 |
| | Mean | 38.53 ^{de} | 66.55 ^{bc} | 7.60 ^a | 66.81 ^a |
| G7 | 2008 | 45.32 | 68.02 | 4.68 | 56.69 |
| | 2009 | 41.02 | 66.58 | 7.12 | 61.39 |
| | Mean | 43.17 ^{bc} | 67.30 ^{bc} | 5.90 ^{ab} | 59.04 ^c |
| Sordan79 | 2008 | 39.97 | 65.17 | 6.15 | 62.92 |
| | 2009 | 40.84 | 66.90 | 8.48 | 61.13 |
| | Mean | 40.41 ^{cd} | 66.04 ^{bc} | 7.32 ^a | 62.03 ^{abc} |
| Turbo-gold | 2008 | 40.90 | 64.03 | 6.10 | 62.14 |
| | 2009 | 39.60 | 68.66 | 8.83 | 70.93 |
| | Mean | 40.25 ^{cd} | 66.35 ^{bc} | 7.47 ^a | 66.54 ^{ab} |
| Sweet home | 2008 | 37.75 | 60.55 | 6.53 | 64.01 |
| | 2009 | 38.63 | 65.30 | 6.22 | 61.24 |
| | Mean | 38.19 ^{de} | 62.93 ^{cd} | 6.38 ^{ab} | 62.63 ^{abc} |
| Haymaker | 2008 | 42.27 | 67.03 | 7.18 | 59.69 |
| | 2009 | 40.15 | 63.30 | 6.12 | 65.26 |
| | Mean | 41.21 ^{bcd} | 65.17 ^c | 6.65 ^a | 62.48 ^{abc} |
| Sweetmatilda | 2008 | 37.27 | 58.77 | 4.57 | 62.03 |
| | 2009 | 35.33 | 61.92 | 7.12 | 67.05 |
| | Mean | 36.30 ^c | 60.35 ^d | 5.85 ^{ab} | 64.54 ^{abc} |

* Means within a column followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test.

건물수량 역시 Sordan 79가 ha 당 21,090 kg으로 가장 많았는데 이와같은 결과는 이 등 (1994)이 밭에서 시험한 결과와 비교해보면 본 시험결과에서의 건물수량이 다소 많았다. 그 다음으로 높은 건물수량을 보인 Sweetmatilda (17,070 kg/ha)는 수량은 많았지만 습해에 약하고 재생력이 다소 약하며, 매문병 발생이 심하기 때문에 논 재배에 적합하지 않았다.

3. 사일리지용 수수류의 품질

조사료의 품질 특성을 나타내는 조단백질, ADF 및 NDF는 Table 4와 같다.

논 재배에서 ADF 함량은 Jumbo와 SS405에서 높았으나, Sweetmatilda가 36.3%로 가장 낮았고 조단백질은 Revolution이나 Turbo-gold가 각각 7.6%, 7.5%로 다소 높았고 5% 유의수준에서 통계적인 유의성이 인정되었다. 또한 소화율은 Revolution이나 Turbo-gold가 각각 66.81%, 66.54%를 보여 10품종 중에서 가장 높았으며 품종간 유의적인 차이가 있었다.

IV. 요약

본 시험은 논에서 벼 대체 여름 사료작물인 수수류를 논 재배하여 생육특성과 수량에서 우수한 품종을 선별할 목적으로 2008년부터 2009년까지 2년간에 걸쳐 충남 천안 농가 포장에서 수행하였다. 도입품종인 수수류 10품종 중에서 ‘Sordan79’는 습해에 비교적 강하고 2차 재생이 잘되며 당도가 높고 병해와 충해에 강한 생육 특성을 보였고 수량 측면에서도 생초수량이 ha 당 92,492 kg, 건물수량이 21,090 kg으로 가장 우수한 품종이었다. 따라서 본 연구결과를 토대로 볼 때 중부지역에서 벼 대체 사료작물인 수수류를 논에 재배 할때는 배수가 양호한 논 의 선정이 필요하고 수수류 품종 중에서는 ‘Sordan79’를 재배하는 것이 적응성이나 생산성 측면에서 가장 유리하다고 할 수 있다.

V. 인용 문헌

1. 서 성. 1982. 질소시비 수준과 예취 관리가 청예용 수단그라스계 잡종의 저장탄수화물 함량의 재생 및 수량에 미치는 영향. 서울대학교 박사학위논문.
 2. 서 성, 김동암. 1983. 질소시비수준과 예취관리가 수단그라스 잡종의 저장탄수화물 함량, 재생 및 수량에 미치는 영향. I. 질소시비 수준과 예취 높이가 수단그라스 교잡종의 예취 후 신지의 발생, 건물수량 및 고사에 미치는 영향. 한축지 3(2):58-66.
 3. 윤익석. 1993. 예취빈도와 질소시비수준이 수수 × 수단그라스 교잡종의 생육과 건물수량에 미치는 영향. 건국대학 학술지. 27:193-203.
 4. 이종경, 김종근, 신동은, 윤세형, 김원호, 서 성, 박근제. 2000. 수수 × 수단그라스 교잡종의 출수형과 비출수형 품종간 예취횟수가 수량성과 사료가치에 미치는 영향. 한축지 20(4):237-242.
 5. 이상무, 전병태, 구재윤. 1994. 수수 × 수단그라스 잡종의 생육특성과 수량성. 한축지 14(1):34-41.
 6. 이석순, 최상집, 김태주. 1991. 수확기에 따른 사일리지용 수수와 청예용 수수-수단그라스 교잡종의 사료 생산성. 한축지 11(2):121-128.
 7. 이종경, 서 성. 1988. 질소시비수준이 수수-수단그라스 교잡종과 다른 저장 탄수화물 및 건물 수량에 미치는 영향. 한축지 30(7):441-445.
 8. AOAC. 1990. Official methods of analysis (15th ed.). Association & Official Analytical Chemists, Washington DC.
 9. Gangstad, E.O. 1964. Physical and chemical composition of grass sorghum as related to palatability. Crop Sci. 4:269-270.
 10. Goring, H.K. and P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis. Ag. Handbook. No. 379. ARS. USDA. Washington DC.
 11. Holland, C., W. Kezar, W.P. Kautz, E.J. Lazowski, W.C. Mahanna and R. Reinhart. 1990. The Pioneer forage manual; A nutritional guide. Pioneer Hi-Bred., Des Moines, IA.
- (접수일: 2009년 12월 30일, 수정일 1차: 2010년 1월 22일, 수정일 2차: 2010년 2월 5일, 게재확정일: 2010년 2월 19일)