

窒素施肥水準이 Pioneer 988 (*Sorghum bicolor* × *S. sudanense*) 의 葉生育 및 乾物生産에 미치는 影響

金相德 · 尹益錫

建國大學校 畜産大學

Effect of N-levels on Leaf Growth and Dry Matter Accumulation of Sorghum-Sudangrass Hybrid (*Sorghum bicolor* × *S. sudanense*), Pioneer 988

Kim Sang-Deog and Yun Ik-Suk

College of Anim. Husbandry, Kon-Kuk University, Seoul.

Summary

The purpose of this experiment was to find out fundamental data for the cultivation of sorghum-sudangrass hybrid. Leaf area index and dry matter accumulation were investigated with 3-levels of nitrogen application, 15, 25, 35kg per 10a during the period of initial growth from the 8th leaf emergence to the late blooming stage.

The results obtained were as follows:

Leaf emergence increased as growth progressed and in the same pattern at all N-levels. After the heading stage, the value was 15 at all N-levels.

Leaf area index (LAI) increased as growth progressed and rapidly till the booting stage. At 15kg N-level the values were larger till the ear formation stage, and at 35kg N-level the values were larger than other N-levels after the booting stage. At the late blooming stage LAI reached 8.13 at 35kg N-level.

The value of dry matter accumulation was the highest at 35kg N-level at the late blooming stage, and as was the same in the value of crop growth rate (CGR).

There was a tendency that before the booting stage the enlargement of leaf area contributed to dry matter accumulation and after the booting stage did the increase of net assimilation rate (NAR).

I. 緒 論

近來에 이르러 畜産物의 需要는 飼育家畜頭數의 증가를 要求하고 있으나, 粗飼料 生産基盤이 취약하기 때문에 급격한 飼育家畜의 증가는 불가능한 실정이다. 따라서 粗飼料 생산기반의 擴大를 목적으로 한 飼料圃에서의 收量增大를 期하기 위해서는, 分蘖이 많고 再生이 좋은 Sorghum-Sudangrass hybrid인 Pioneer 988의 栽培(最上, 1982, Kim 등, 1982)가 중요시된다고 생각된다.

Sorghum-Sudangrass hybrid (*Sorghum bicolor* × *S. sudanense*)는 種實用수수 (*Sorghum bicolor*)의 細胞質의 雄性不稔性을 이용해서, Sudangrass (*Sorghum sudanense*)와 交配하여 生産된 第1代雜種으로서 (Kim, 1982) Grazer, K-70, KS-2, Pioneer 988,

Sordan 70A, ST 6, SX 7, SX 11 등 많은 品種이 있다(最上, 1980).

Sorghum 類의 生育은 다른 作物에 비하여 土壤 水分 및 土性에 의해 그리 큰 影響을 받지 않으나 養分, 특히 磷酸과 加里에는 크게 影響을 받는다고 하였다(Fribourg, 1976). 窒素要求度에 있어서는 옥수수나 다른 作物과 비슷하며, 窒素肥料를 增施하면 乾物收量이 높아진다는 것을 Jung 등(1964)이 試驗의으로 證明한 바 있다. 또한 温暖하고 습윤한 기후시대에서는, 10a 당 40kg까지의 窒素施肥로 1.5~2.0 ton/ha의 乾物收量은 期待할 수 있다(Fribourg, 1976).

Sorghum 類의 乾物 生産性을 言及하는 데 있어서는 葉面積指數(Leaf Area Index : LAI), 比葉面積(Specific Leaf Area : SLA), 絶對 및 相對生長率

(Absolute/Relative Growth Rate : AGR, RGR), 純同化率(Net Assimilation Rate : NAR) 등의 收量構成要因이 論議되어야 한다(Hunt, 1978). 이들 가운데서 葉面積은 光合成量과 青刈收量を 測定하는 데 있어서 하나의 尺度로서 活用될 수 있는 데, 單位面積當 總葉面積의 比率로 表示되는 葉면적지수는 出穗期 直前に 最大値를 나타냈다(Gibson 및 Schertz, 1977; Norcio, 1977).

最近 우리 나라에서도 一般農家에서 靑刈用으로 利用할 목적으로 Pioneer 988이 各광을 받고 있어, 그 栽培面積이 점점 증가하고 있는 데 반하여, 試驗研究는 충분히 뒤따르지 못하고 있다. 몇몇 研究家들에 의하여 Pioneer 988의 適應力 檢定(Kim 等, 1982), 一部 栽培法(정 等, 1980) 그리고 利用方法(Yun, 및 Koh, 1982; Seo 및 Kim, 1983; Yun, 1983)과 育種方法(韓 等, 1980, 1981) 等에 관한 연구가 遂行되었지만, 이들 대부분이 Sorghum-Sudangrass hybrid의 生育全期間을 통하여 研究되지 않고 그 一部期間을 상대로 연구가 되어 있어 本 試驗에서는 Pioneer 988의 幼植物부터 開花后期까지의 1次 生育에서, 窒素施肥水準에 따른 葉의 生育과 物質生産 및 이들의 相互關係를 究明하는 데 목적을 두었다.

II. 材料 및 方法

本 試驗에서는 Sorghum-Sudangrass hybrid인 Pioneer 988을 供試했으며 窒素水準을 3 수준으로 하여 亂塊法 3 反復으로, 建國大學校 飼料作物圃場에서 1981年 4월부터 7월까지 實施했다.

窒素肥料로서는 尿素를 사용하였으며 施肥水準은 成分量으로 10a當 15kg(N₁), 25kg(N₂), 35kg(N₃) 이었고 분시방법은 경운 후 1/2은 基肥로, 1/2은 追肥로 7月 10일에 全面撒布하였다. 磷酸(熔成磷酸), 加里(塩化加里)는 각각 成分量으로 10a當 25kg씩, 石灰는 燒石灰로 100kg 全量을 基肥로서 施用했다.

播種은 4月 27일에 畦幅 40cm, 株間距離 16cm로 3粒點播하여, 第5葉期에 株當 1本씩 남기고 畝아내서, 1區當(4×5m²) 300株 水準을 유지했다. 試驗前의 土壤은 표 1과 같다.

調査日은 出現後 6月 17일부터 10日 間격으로 5回 實施했으며 調査項目 및 調査方法은 다음과 같다.

1) 葉出現: 生育狀態가 中庸인 것으로 5株를 任意抽出하여, 各 主莖에서 葉出現을 조사하였다.

2) 葉面積指數: 任意로 抽出한 5株의 全體葉에 대해 각각 葉身長과 葉幅을 測定하여 여기에 係數 0.684를 곱하여 算出하였다. 本 係數 0.684는 植物 100個體의 葉長, 葉幅의 곱과 葉面積測定器로 조사한 實察葉面積과의 比率임.

3) 乾物收量: 임의 추출한 5株를 4~5cm로 細切하여, dry oven에서 65±5℃로 72 時間 乾燥시킨 後 秤量.

4) 乾物生産速度(Crop Growth Rate : CGR) 및 純同化率: 乾物生産速度는 各 調査時間 사이에 增加된 乾物量을 日數로 나누어 구했으며, 純同化率은 乾物生産速度를 葉面積指數(Mean Leaf Area Index : MLAI)로 나누어서 구했다.

試驗期間中 멸강충(army worm)이 약간 발견되었으나, 6月 17日과 6月 27日 2회에 걸쳐 스프레이 및 메타시스톡스를 撒布하여 作物에 被害는 없었다.

III. 結果

1. 肥料水準別 葉出現

播種後 12日째인 5月 8일에 出現하였으며 모든 處理에서 6月 17日-8葉期, 6月 27日-幼穗分化期, 7月 7日-穗孕期, 7月 17日-出穗期 및 7月 27日-開花後期였다.

7月初旬, 暴雨로 인해 倒伏이 발생했으며 最上(1981)의 도복판정기준(1~5)에 의해 본다면 N₂區는 4로서 피해가 컸고 N₁, N₃區는 1~2로 그

Table 1. Soil analysis of the experimental field

pH (H ₂ O)	organic matter (%)	total nitrogen (%)	available P ₂ O ₅ (ppm)	exchangeable bases (me/100g)		
				K	Ca	Mg
6.5	0.62	0.02	16.0	0.31	5.04	3.35

피해가 적었다.

生育期間中 主莖에 있어서의 出現葉數를 조사한 결과는 表2와 같이 各處理 모두 生育의 進行에 따라 증가했는데 生育日數와는 $r=0.925$ 로서 높은

正의 相關關係를 보였으며 ($p<0.01$), 窒素肥料 水準間에는 별 차이가 없었다. 6月 18日~6月 27日, 6月 28日~7月 7日까지 出現速度가 빨랐으나, 穗孕期 以後에는 15葉으로 葉出現이 없었다.

Table 2. Effect of N-level on leaf emergence of main stem as growth progress.

N-level (kg / 10 a)	calendar date				
	Jun. 17	Jun. 27	Jul. 7	Jul. 17	Jul. 27
15 (N ₁)	8.7	11.6	13.7	15	14
25 (N ₂)	8.8	11.7	13.6	15	15
35 (N ₃)	8.8	11.7	13.6	14	15
mean	8.8	11.7	13.6	15	15

2. 葉面積指數의 變化

葉面積指數의 變化는 그림 1과 같이 Sigmoid 曲線을 나타내며 葉面積指數는 生育日數와 正의 상관관계가 있었다. 各 施肥水準別로는 多肥區인 N₃區에서 그 값이 가장 컸으며, 中肥區인 N₂區에서 가장 작았고, 少肥區인 N₁區에서는 중간값이었다.

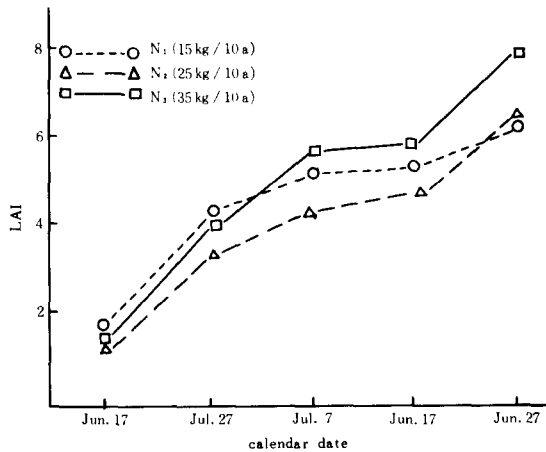


Figure 1. Effect of N-level on Leaf Area Index (LAI) as growth progress.

3. 乾物收量

Pionner 988의 窒素施肥水準에 따른 各 調査日의 乾物收量은 表3과 같다.

出現後부터 7月 27日까지 生育이 進行됨에 따라 乾物蓄積量은 10a當 6月 17日의 67.1kg에서 7月 27日의 1,519.3kg으로 增加했으며, 特히 出穗期인 7月 17日과 開花後期인 7月 27日 사이에 10a當 715.0kg의 最大 乾物增加量을 보였고, 生育日數 및 葉面積指數와는 각각 $r=0.943$, $r=0.864$ 로 높은 正의 相關關係를 보였다 ($p<0.01$).

窒素施肥水準에 따른 各 調査日의 平均 乾物蓄積量은 10a當 N₃區에서 641.8kg으로 N₁, N₂區의 608.2, 576.9kg보다 많았다. 그리고 穗孕期인 7月 7日까지는 N₁ 및 N₂區의 乾物蓄積量이 N₃ 區에서 보다는 많았으나 그 以後에는 적은 量을 나타냈다.

4. 乾物生産速度

窒素施肥水準에 따른 生育時期別 乾物生産速度의 變化는 그림 2와 같다.

乾物生産速度는 各 窒素施肥水準 모두 7月 8日~7月 17日의 시기까지는 緩慢하게 增加하다가 그 이후에는 그 增加가 현저하였다. 6月 18日~6月

Table 3. Effect of N-level on dry matter accumulation as growth progress. (kg / 10 a)

N-level (kg / 10 a)	calendar date					mean
	Jun. 17	Jun. 27	Jul. 7	Jul. 17	Jul. 27	
15 (N ₁)	55.1	205.0	537.0	856.4	1,387.6	608.2
25 (N ₂)	82.2	226.8	434.7	671.6	1,469.3	576.9
35 (N ₃)	64.0	187.0	371.5	884.9	1,701.1	641.8
mean	67.1	206.5	447.7	804.3	1,519.3	

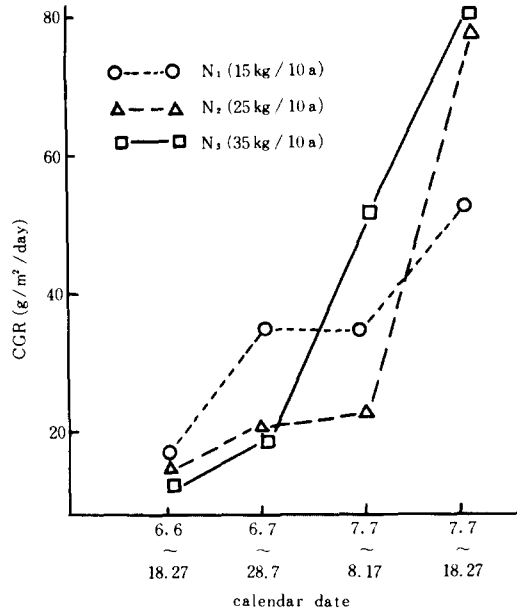


Figure 2. Effect of N-level on Crop Growth Rate (CGR) as growth progress.

27日 사이에서의 건물생산속도는 N₁區가 15.0 g/m²/日로서 N₂, N₃區의 14.5, 12.4 g/m²/日보다 약간 빠른 속도를 보였으며, 6월 28日~7월 7日 사이에서는 N₁區가 33.2 g/m²/日로서 N₂, N₃區의 20.8, 18.4 g/m²/日보다 훨씬 빠른 속도를 보였다. 그 이후 7월 8日~7월 17日 사이에서의 乾物生産速度는 N₁, N₂區에서는 큰 변화가 없었으나, N₃區에서 급격하게 빨라져서, 이 기간의 乾物生産速度는 N₃區 51.3, N₁區 31.9, N₂區 23.7 g/m²/日로서 N₃, N₁, N₂順이었다.

最大 乾物生産速度(Maximum Crop Growth Rate: CGRmax)는 7월 18日~7월 27日 사이에 나타났다. 이 시기에 N₃區는 81.6 g/m²/日로 3區 중에서 가장 높았으며, N₂區는 급격한 증가를 보여 79.8 g/m²/日으로 N₃區와 비슷한 水準이었다. N₁區는 감소하던 경향에서 벗어나 53.1 g/m²/日の 속도까지 증가했으나 3處理區 중에서 가장 낮았다.

한편 7월 27日의 乾物蓄積量을 生育日數로 나누는 日當生産量, 즉 絶對生長率은 10a當 N₁ 17.4, N₂ 18.4, N₃ 21.3 kg/日이었다.

乾物生産速度는 純同化率과 平均 葉面積數로構成된다. 이를 分解해서 그림 3, 그림 4에 건물생산속도와 순동화율, 건물생산속도와 평균 엽면적지수의 關係를 나타내었다.

全體的으로 보면, 건물생산속도와 순동화율은 $r = 0.954$ 로서 ($p < 0.01$) 평균 엽면적증수와와의 $r = 0.831$ ($p < 0.01$) 보다 더욱 높은 正의 相關關係를 보이고 있다. 純同化率은 6월 18日부터 7월 17日 사이에는 3.7~8.7 g/m²/日로 큰 變化가 없다가, 最大 乾物生産速度를 나타내는 시기인 7월 18日부터 7월 27日 사이에는 급격한 上昇을 보여 8.9~14.2 g/m²/日을 나타냈다. 平均 葉面積指數는 6월 18日부터 7월 17日까지 2.3~5.9로서 乾物生産速度의 증가와 대체로 같은 경향을 보였으나, 7월 18日부터 7월 27日의 시기에는 乾物生産速度는 큰 증가를 보인 데 반해 5.6~7.0으로 變化幅이 작았다.

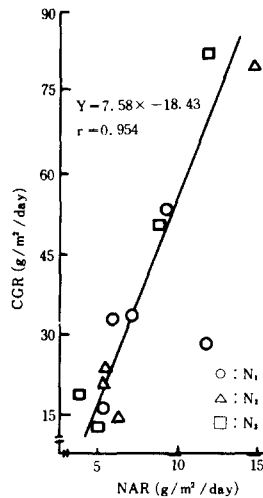


Figure 3. Relationship between Crop Growth Rate (CGR) and Net Assimilation Rate (NAR)

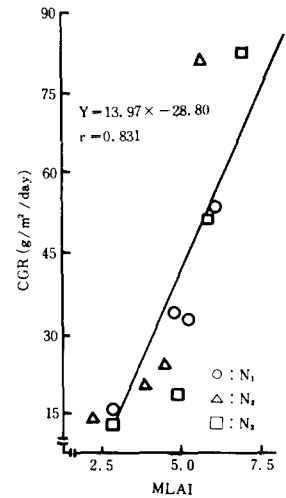


Figure 4. Relationship between Crop Growth Rate (CGR) and Mean Leaf Area Index (MLAI)

IV. 考 察

1. 肥料水準別 葉出期

生育期間중 主稈의 出現葉數는 평균 15개로서 施肥水準間에 有意差가 없고 出現速度에서도 통계학적인 有意差가 없는것으로 보아 葉의 出現은 遺傳的인 固定形質로 思料된다.

2. 葉面積指數의 變化

葉面積指數는 生育의 進行에 따라 增加되는 경향이였으며, 특히 穗孕期까지 그 增加가 급격했고 그

以後 완만하다가 出穂以後 開花後期까지 다시 급격한 증가를 보였다. 이는 Gibson 및 Schertz(1977)이 Sorghum hybrid에서 出穂 직전에 엽면적지수가 最大라고 한 것과 서로 다른 結果였는데, 이는 本試驗의 供試品種인 Sorghum-Sudangrass hybrid와의 서로 다른 生育特性에 의한 것으로 보인다(最上, 1981).

施肥水準別 엽면적지수는 多肥區에서 追肥 施用 効果로 因하여 出穂以後 높았는데 이는 窒素의 增施가 葉面積을 擴大시킨다는 Takeno 및 Omija의 (1973)의 연구결과와 일치하고 있다.

3. 乾物收量

韓等(1980; 1981)에 의한 Pioneer 988의 10a 當 건물수량은 1,200kg이었는데 本試驗에 있어서는 10a當 1,400~1,700kg으로 많았다. 또한 乾物收量은 多肥일수록 증가했는데, 이는 온난하고 습윤한 기후지대에서는 10a當 40kg의 窒素施肥水準으로 1.5~2.0ton/ha의 乾物生産을 期待할 수 있다고 한 Fribourg(1976)의 記述과 一致하고 있다.

時期別로는 穗孕期까지 多肥區에서 肥料障害로 인해 乾物蓄積量이 적었으나(표 3) (吉田 等, 1970) 出穂期부터는 多肥區에서 追肥의 効果와 生理의 特性으로 인해 급격한 增加를 나타낸 것으로 보여진다.

4. 乾物生産速度

건물생산속도는 穗孕期 이후에 빠른 속도를 보였다. 따라서 수잉기까지의 時期를 葉出現(표 2) 및 葉面積指數가 증가하는(그림 1, 그림 4) 葉의 擴張期라고 한다면, 수잉기 이후는 Sorghum類의 生育에 적합한 溫度와 日照時間 및 日照量으로 인해 純同化率이 크게 되므로(Okubo 等, 1969) 이 시기를 植物의 光合成能力이 向上되고(그림 3) 乾物生産速度가 빨라지는(그림 2) 葉의 充實期라고 말할 수 있겠다.

開花後期の 건물생산속도는 53.1~81.6g/m²/日로서 多肥일수록 높았는데 이는 Takeno 等(1973)의 窒素增施가 純同化率 및 葉面積指數를 높인다는 報告와 같은 경향이였으며, Beuerlein 等(1968)의 Sorghum-Sudangrass hybrid 系統인 Sudax SX-11에서의 最大 乾物生産速度인 83.7g/m²/日 보다는 약간 낮은 값이었다.

V. 摘要

種實用 수수와 수단그라스의 交雜種인 Pioneer 988의, 窒素施肥水準에 따른 時期別 生育 및 乾物生産量을 조사하기 위하여 本 研究를 실시하였다.

窒素肥料는 成分量으로 10a當 15, 25, 35kg을 施用하였으며 幼植物로부터 開花後期까지의 生育期間에 몇가지 特性을 調査한바 그 結果는 다음과 같이 要約된다.

1. 出現葉數는 生育이 進行됨에 따라 증가했는데 穗孕期까지 급격한 증가를 보였고, 出穂期에는 最終葉인 15葉이 出現했다.

2. 葉面積指數는 生育의 進行에 따라 증가했는데, 특히 穗孕期까지 그 增加가 급격했으며, 窒素施肥水準別로는 幼穗分化期까지 15kg施肥區에서 컸으나 穗孕期 以後에는 35kg施肥區에서 컸다.

3. 乾物收量은 穗孕期 以前에는 15kg施肥區에서 많았으나, 穗孕期 以後에는 35kg施肥區에서 많았다.

4. 乾物生産速度는 純同化率 및 平均 葉面積指數와 밀접한 관계가 있었으며 生育後期에는 純同化率의 增加와 더욱 밀접한 관계를 나타냈다.

引用文献

1. Beuerlein, J.E., H.A. Fribourg and F.B. Bell. 1968. Effect of environment and cutting on the regrowth of a sorghum-sudangrass hybrid. *Crop Sci.* 8: 152-155.
2. Fribourg, H.A., 1976, Summer annual grasses and cereal for forage. *Forages(third edition)*. pp.344-357. Iowa state Univ. Press, Ames, Iowa.
3. Gibson, P.T. and K.F. Schertz, 1977. Growth analysis of a sorghum hybrid and its parents. *Crop Sci.* 17: 387-391.
4. Hunt, R., 1978. Plant growth analysis. The institute of biology's studies in biology 96. The Camelot Press Ltd., Southampton.
5. Jung, G.A., B. Lilly, S.C. Shih, 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. Kim D.A., S. Seo, H.W. Lee, S.H. Lim, M.H. Jo and M.Y. Lee, 1982. Performance of sudangrass, sudangrass hybrid and sorghum-sudangrass hybrids for forage production. I. Comparison of soiling type hybrids. Korean J. Anim. Sci. 24(2): 192-197.
7. Kim, J.K., 1982. Ertrags- und Stoffbildung einiger Sorten von Sorghum-Sudangras, Hybrid-Sorghum und Silomais in Abhängigkeit von Anbaumasnahmen und Temperaturbedingungen. Ph. D. thesis, München Univ.
8. Norcio, N.V., 1977. The effect of high temperature and moisture stresses on photosynthetic and respiration rates of grain sorghum. Dissertation, Nebraska Univ. Lincoln, USA.
9. Okubo, T., H. Oizumi, M. Hoshino and F. Matsu-moto, 1969. Efficiencies of energy conversion in pasture ecosystem. I. Dry matter production and efficiencies of light utilization in primary canopies of several pasture species. J. Japan. Grassld. Sci. 15(2): 138-147.
10. Seo, S. and D.A. Kim, 1983. Effect of nitrogen fertilization and cutting management on the carbohydrate reserves, regrowth and dry matter yield of sorghum-sudangrass hybrid [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] for forage production. I. Effect of nitrogen fertilization and cutting height on the appearance, dry weight and death of new bud after cutting of sorghum-sudangrass hybrid. J. Korean Grassld. Sci. 3(2): 58-66.
11. Takeno, K. and M. Omija, 1973. Growth analysis of grain sorghum as affected by planting density and amount of nitrogen. Proc. Crop Sci. Japan. 42: 555-559.
12. Yun, I.S. and T.S. Koh, 1982. Effect of nitrogen fertilization on the hydrocyanic acid in the growing days and the first growth and regrowth of a sorghum × sudangrass (Pioneer 988). Korean J. Anim. Sci. 24(5): 413-421.
13. 最上 邦章, 1980. 青刈ソルガムの育種と品種の特性. 日草近中支報. 9(1): 1~7.
14. _____, 1981. 市販青刈ソルガム品種の分類と特性の変異. 日草近中支報. 9(2): 1~8.
15. 吉田幸正, 金田清, 多田 確, 森谷 昇一, 三宅 律太, 1970. 岡山縣試験場(津山)における 青刈ソルガムの多収限界に関する研究. 中国地域 共同研究成果集録. 4: 19~28.
16. 尹益錫, 1983. 刈取頻度와 窒素施肥水準이 sudangrass-sorghum hybrid (*S. bicolor* × *S. sudanense*)의 生育과 乾物生産에 미치는 영향. 建国大学術誌. 27(2): 193~203.
17. 정인걸, 이기중, 이인덕, 이종열, 1980. 수수의 播種時期 및 窒素施用量 水準試驗. 축산시험장 보고서, 704~713.
18. 韓興傳, 楊鍾成, 朴炳勳, 李鍾烈, 1980. 青刈수수 新品種 育成試驗. 축산시험장보고서, 566~605.
19. 韓興傳, 朴炳勳, 李鍾烈, 1981. 青刈수수 導入 品種 選拔試驗. 축산시험장보고서, 759~771.