

출수 및 비출수형 Sorghum × Sudangrass 교잡종의 품종별 생육특성, 생산성 및 사료가치에 관한 연구

임영철 · 성병렬 · 최기준 · 임용우 · 김기용 · 임근발 · 박근제

Studies on the Growth Characteristics, Forage Yields and Nutritive Values of Heading and Headless Types of Sorghum × Sudangrass Hybrids

Y. C. Lim, B. R. Sung, G. J. Choi, Y. W. Rim, K. Y. Kim, K. B. Lim and G. J. Park

ABSTRACT

The growth characteristics, forage yields and nutritive values of heading and headless types of sorghum × sudangrass (*Sorghum bicolor* L.) hybrids were examined to evaluate the adaptability of new cultivars at Suwon and Chunahn for two years from 2000 to 2001 in a randomized complete block design with three replications. Eleven cultivars of heading type and 4 cultivars of headless type were used in this study.

The dry matter(DM) yield of AG 2501 was highest in the heading type cultivars, and PAC F8350 in the headless type cultivars, respectively. The DM yields of heading types were slightly higher than those of headless types but there were not significantly different.

Early growth and regrowth characteristics of heading type was highest in AG 2501 and GW 9110G, respectively. GW 9110G and DMD were early heading types, and AG 2501 and GW 9161F were middle heading types. AG 2501 was longest and GW 9161F was shortest in plant height. Cultivars with long leaf length were appeared to be larger for leaf width and stem diameter. Brix content was highest in DMD as 9.7%, and disease and insect resistances were not significantly different among the heading types. Early growth of headless type cultivar, PAC F8350 was slightly lower than that of Jumbo but stronger in regrowth, wider in leaf width and stem diameter, and stronger in lodging. Comparisons of growth characters between heading and headless types of cultivars were not easy in general but between them, brix contents of heading types ranging from 6.7 to 7.9% were greatly higher than those of headless types ranging from 3.6 to 3.9%.

Nutritive values such as crude protein, ADF, NDF and digestibility of headless type cultivars were higher than those of heading types.

In conclusion, of heading type cultivars, GW 9110G, AG 2501, DMD and GW 9161F, and of headless type cultivars, Jumbo and PAC F8350 were recommended as high yielding cultivars with good adaptability in domestic environment.

(Key words : Sorghum × Sudangrass Hybrid, Cultivar, Dry matter yield, Growth characters, Nutritive value)

I. 서 론

여름철 청에 사료작물로 많이 이용되고 있는 수수류에는 수수, 수단그라스, 수수×수단그라스 교잡종이 있다. 이중 수수×수단그라스 교잡종이 주로 재배되고 있으며, 옥수수보다 건조 또는 습한 토양에 잘 견디며 도복에 강하고 예취후 재생이 잘된다(한 등, 1984). 또한 흑조위축병에 이병되지 않아 상습적으로 흑조위축병이 발생하는 지역에서는 옥수수 보다 유리하다(이 등, 1991). 그러나 생산성이 높은 국내 육성품종이 없어 외국에서 개발된 품종들을 도입하여 국가 연구기관이나 대학에서 우리나라 지역적응성 시험을(김 등, 1982, 1991) 거쳐 우수한 것은 장려품종으로 추천하고 있으며 현재까지 18품종이 등록되어 있다. 또한 장려품종을 중심으로 한 시비량, 예취회수, 사료가치, 파종량 등 여러가지 시험연구가 이루어져 다양한 재배기술이 농가에 보급되고 있다(박 및 권, 1993; 서 및 김, 1983; 이 및 전, 1994; 이 및 최, 1991; 이 및 김, 2000; 윤 및 최, 1999; 전 및 이, 1992; 전 및 최, 1995; 한 및 양, 1984). 수수×수단그라스 교잡종의 육종은 현재도 활발히 진행되고 있을 뿐만 아니라, 지역 및 환경에 따라 생산능력이 우수한 품종이 개발되어 초식가축 사육농가로부터 좋은 반응을 얻고 있어 새로운 품종의 지역적응성 검정의 필요성을 시사하고 있다(Quinby, 1970; Gibson과 Schertz, 1977; 김 등, 1991). 세계 종자시장에서는 해마다 신품종이 소개되고 5~6년이 경과된 품종은 도태되는 등 항상 변화되고 있으며 근래에는 비출수형(영양생장형) 품종의 수요가 증가하고 있다. 출수형 품종은 출수하게 되면 급격히 줄기가 경화되어 가축의 기호성이 떨어지게 되나(Rabas 등, 1970), 비출수형은 출수를 하지 않고 영양생장이 계속되기 때문에 줄기의 경화가 적어 부드럽다. 따라서 출수형은 수확시기가 한정되어 있는데 비출수형은 수확시기가 정해져 있지 않기 때문에 농가의 인력 사정이나 조

사료 공급이 필요한 시기에 이용할 수 있는 장점이 있다(이 등, 2000). 2002년 부터는 정부시책으로 벼 대체 사료작물 재배가 시도 되었고, 사일리지 조제기술의 발달로 원형콘포 사일리지틀 이용하는 농가가 증가하여 수수×수단그라스 교잡종의 재배가 증가 할 것이다. 본 시험은 최근에 미국, 캐나다, 호주 등에서 육성되어 도입되고 있는 수수×수단그라스교잡종 신 품종들의 다양한 생육특성 및 제형질을 조사하여 우리나라에 적응성이 우수한 품종을 선발할 목적으로 수행하였다.

II. 재료 및 방법

본 시험은 2000년부터 2001년까지 2년간 수원 및 천안 시험 포장에서 수행하였다. 공시품종은 수수×수단그라스 교잡종 중 출수형인 GW 9110G(대조), SX 121, FS 5, AG 2501, Gringo, GW 9161F, Dairy man's dream(DMD), Nutri+BMR, Silobuster, AG 2002, PAC 8357 11 품종과 비출수형인 Jumbo(대조), PAC F8350, Volumax, Turbo 11 4품종으로 하여 15처리 난괴법 3반복으로 하였다. 파종일은 1년차는 수원 5월 4일, 천안 5월 9일, 2년차에는 수원 4월 26일, 천안 5월 3일에 파종하였으며 파종방법은 50cm 간격으로 세조파 하였다. 시험구의 면적은 3×4m=12m²로 하였고 시비량은 ha당 질소, 인산, 가리를 각각 250, 150, 150kg 사용하였다. 분시비율은 질소는 기비로 40%, 5~6엽기 추비로 30%, 1차예취 후 30%를 주었고 그 외 비료는 전량 기비로 하였다. 파종후 조류의 피해를 막기위해 방조망을 설치 하였으며 추비 사용시에 제거하였다. 예취는 년 2회로 하였고 1차 예취시기는 출수기를 원칙으로 조생, 중생, 만생 그룹으로 구분 예취하고 비출수형은 만생종과 같은 시기에 예취하였다. 2차 예취시기는 수원 9월 19일 성환은 9월 21일에 전 품종을 예취하였다. 생육기간 중 멸강충이 발생한 경우는 초기에 살충제를 살포하였다. 제초는 생

Table 1. Chemical properties of the soil before experiment

pH (1:5H ₂ O)	Total nitrogen (%)	Organic matter (g/kg)	Available P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ex. cations(cmol ⁺ /kg)			
				K	Ca	Mg	Na
6.6	0.074	20.6	312	0.96	4.06	1.06	0.08

육초기에 1회 인력으로 하였다. 생육특성 조사는 각 구마다 중용인 주를 10주씩 선택 조사하였고 당도는 Hand Refractometer로 측정하였다. 병해충, 도복은 농촌진흥청(1995) 조사기준에 준하여 조사를 하였다. 생초수량은 중앙의 2열을 10~15cm 높이로 예취하여 평량하였으며, 각 구마다 3주씩 Sample을 취하여 75℃의 열풍순환 건조기에서 72시간 이상 건조 후 건물울을 구하여 건물수량을 환산하였고 그 시료를 Wiley mill로 분쇄하여 조단백질은 AOAC (1990) 방법에 의거한 Kjeltac auto system(Buchi 322), NDF와 ADF 함량은 Goering과 Van Soest(1970) 방법에 의해서 분석하였다. 수원지역 시험포장의 토양조건은 표 1에서 보는 바와 같이 pH는 6.6으로 중성이었고, 인산 함량은 다소 높았으며 유기물 함량과 양이온은 보통 밭 토양 수준이었다.

III. 결과 및 고찰

1. 건물수량

2000년부터 2001년까지 2년간 수원, 성환 2개 지역에서 매년 2회 예취를 실시하였으며 공시품종들의 건물수량을 보면 표 2에서 보는 바와 같다.

출수형 품종들 중에서 수원지역의 1년차 건물수량이 가장 많은 품종은 AG 2501 이었으며 그 다음은 GW 9110G, SX 121, DMD 순이었다. 천안에서는 AG 2501, GW 9110G, GW 9161F, FS 5, 순이었다. 2년차에서는 수원지역

의 경우 DMD, GW 9110G, AG 2501, GW 9161F 순이었으며, 천안에서는 GW 9161F, AG 2501, Silobuster 순이었다. 2년 평균 건물수량은 1년차와 2년차에 두 지역에서 상위에 올랐던 AG 2501, GW 9161F, GW 9110G, DMD 품종이 각각 32,192, 29,675, 29,489, 28,509 kg/ha로 많았다.

비출수형 공시품종들 중 1년차 건물수량은 수원, 천안 두 지역 모두 PAC F8350, Jumbo순으로 PAC F8350이 가장 우수하였고 Volumax 품종이 가장 낮았다. 2년차에서는 수원지역은 Jumbo, PAC F8350 순이었고, 천안지역의 경우는 1년차와 같이 PAC F8350, Jumbo 순이었다. 2년 동안의 지역간 순위에서는 PAC F8350이 가장 수위를 차지하였고, 그 다음이 Jumbo 이었으나, 평균 건물수량은 각각 24,224, 25,099 kg/ha로 Jumbo 가 다소 많았다. 그러나 년차간 지역간의 수량으로 보아서 PAC F8350이 광지역성이며 년차간 수량 변화가 적어 유망한 품종이라 사료된다.

출수유형에 따라서는 비출수형 보다 출수형 품종이 건물수량이 다소 많았으나 통계적 유의차는 없었다. 출수형 품종 중에서는 AG 2501, GW 9161F, GW 9110G, DMD가 비출수형은 PAC F8350, Jumbo 등이 건물수량 면에서 우수하여 새로운 품종의 수수×수단그라스 교잡종으로 우리나라 적응성이 높아 유망시되는 품종이었다. 이 등(2000)의 보고에 의하면 수수×수단그라스 교잡종의 건물수량은 출수형에 비하여 비출수형이 많았으나 유의적인 차이는 없었다고 하여 본시험의 결과와 같은 경향이었다.

Table 2. Dry matter(DM) yield of sorghum × sudangrass hybrids

Hybrid	(unit : kg/ha)							Index of dry matter (%)	
	Suwon			Chonan			Trial region Mean		
	2000	2001	Mean	2000	2001	Mean			
Heading	GW 9110G	28,957	44,794	36,875	26,057	18,151	22,104	29,489	100
	SX 121	28,540	35,597	32,070	23,700	21,877	22,788	27,429	93
	FS 5	26,710	42,163	34,435	25,460	20,728	23,089	28,762	98
	AG 2501	29,840	43,489	36,661	31,040	24,407	27,723	32,192	109
	Gringo	15,080	17,990	16,536	20,500	13,568	17,036	16,786	57
	GW 9161F	23,410	43,439	33,428	25,590	26,258	25,921	29,675	101
	DMD	28,333	45,249	36,793	21,720	18,729	20,226	28,509	97
	Nutri+BMR	24,220	29,175	26,702	23,330	20,823	22,071	24,387	83
	Silobuster	20,520	31,862	26,194	22,910	23,808	23,941	25,067	85
	AG 2002	19,580	38,261	28,921	24,590	19,703	21,648	25,284	86
	PAC 8357	19,080	27,540	23,317	18,730	11,068	14,902	19,110	65
	Headless	Jumbo	25,110	37,921	31,510	23,310	14,069	18,688	25,099
PAC F8350		25,390	27,405	26,397	24,640	19,458	22,050	24,224	97
Volumax		18,850	23,956	21,405	17,880	14,816	16,350	18,877	75
Turbo 11		21,350	31,748	26,621	18,820	12,640	15,728	21,174	84
LSD(0.05)	8,750	15,505		3,220	8,914		NS		

2. 생육특성

생육특성은 본시험에 공시된 15품종들 중 건물수량이 우수한 품종들만을 선정하여 2년 2개지역의 평균 성적을 제시하였다. 이것은 표 3~6에서 보는바와 같다. 생육특성은 각 품종들의 1차 수확시기에 조사한 것이다.

출수형 품종들의 생육특성은 표 3 및 4에서 보는 바와 같다. 초기생육은 모두 5.0이상으로 양호 하였으나 특히 AG 2501이 7.3으로 가장 좋았다. 재생력은 GW 9110G, AG 2501, DMD, GW 9161F 순으로 각각 9.0, 8.8, 8.3, 6.5로서 GW 9161F는 보통 이었으며, 그 외 품종은 매우 우수하였다. 출수기는 GW 9110G, DMD는 7월 16일로 조생이었으며, AG 2501과 GW 9161F는 각각 7월 21일, 7월 23일로 중생이었

으며, 파종에서 출수기까지 경과일수는 조생종이 81일 이었다. 김 등(1991)의 보고도 본 시험의 결과와 유사하여 조생으로는 G 83F, NC*855, GW 9110G라 하였고, Jumbo, SX-17은 만생품종으로 분류하였으며, 수확 적기는 78일로 제시하였다. 또한 이 시기는 양적 및 질적인 면에서 수량이 많아 수확적기라 하였다 (Ademosum 등, 1968).

초장은 AG 2501 품종이 264cm 가장 컸으며, 그 다음은 DMD, GW 9110G순이었고 GW 9161F는 241cm로 가장 작았다. 엽장은 GW 9161F가 95cm로 가장 길었으며, 그 다음은 AG 2501이 89cm 그 외의 품종은 86cm로 차이가 없었다. 엽폭과 경직경은 엽장과 같은 경향이었으며, 엽장이 긴 품종은 엽폭도 넓고 줄기도 굵었다. 당도는 DMD 품종이 9.7%로 매우 높

Table 3. Growth characters of heading Cultivars

Hybrid	Early growth (1-9)*	Regrowth (1-9)*	Heading date	Plant height(cm)			Leaf length (cm)	Leaf width (cm)
				1st cutting	2nd cutting	Mean		
GW 9110G	6.6	9.0	7.16	271.3	234.3	252.8	86.3	4.7
DMD	6.2	8.3	7.16	272.8	237.5	255.1	86.0	4.9
AG 2501	7.3	8.8	7.21	288.8	239.8	264.3	89.0	5.9
GW 9161F	5.5	6.5	7.23	281.3	201.0	241.1	95.0	7.0

* 1~9 : 9 = Excellent, 1 = Worst.

Table 4. Growth characters of heading Cultivars

Hybrid	Stem diameter	Brix	Disease resistance	Insect resistance	Lodging tolerance
	(mm)	(%)	(1-9)*	(1-9)*	(1-9)*
GW 9110G	12.1	7.9	6.7	8.4	8.8
DMD	10.2	9.7	6.4	8.0	8.3
AG 2501	13.0	7.5	6.3	8.0	8.5
GW 9161F	14.4	6.7	6.2	8.0	7.1

* 1~9 : 9 = Excellent, 1 = Worst.

았으며 GW 9110G, AG 2501은 각각 7.9, 7.5% 이었으며, GW 9161F는 6.7%로서 가장 낮았다. 내병성은 6.2~6.7로서 품종간 차이가 없었고 내충성과 내도복성은 모든 품종에서 강하였다.

비출수형은 4품종을 공시하였는데 표 5 및 6에서 보는 바와 같이 수량성이 우수하였던 2품종의 생육특성을 비교하여 보면, 대조품종인 Jumbo에 비하여 PAC F8350은 초기생육은 다소 떨어지나 재생력이 우수하였고, 초장은 작

지만 엽장이 길고 엽폭이 넓었다. 특히 줄기가 굵어 도복에 강하였다. 그외에 당도, 내병성, 내충성은 두 품종간 큰차이를 보이지 않았다.

종합적으로는 생육특성이 품종에 따라 다양하게 나타나서 출수유형에 따른 비교는 매우 난해하나, 그 중에서 당도만은 가장 두드러진 차이를 보여 출수형 품종은 6.7~7.9% 이었으며, 비출수형 품종은 3.6~3.9%로 출수형 품종이 매우 높았다. 이것은 출수 후 이삭으로 영

Table 5. Growth characters of headless Cultivars

Hybrid	Early growth (1-9)*	Regwth (1-9)*	Heading-date	Plant height(cm)			Leaf length (cm)	Leaf width (cm)
				1st cutting	2nd cutting	Mean		
Jumbo	7.2	7.8	-	297.8	230.0	263.9	96.0	4.9
PAC F8350	6.6	8.9	-	274.3	211.8	243.1	98.5	5.0

* 1~9 : 9 = Excellent, 1 = Worst.

Table 6. Growth characters of headless Cultivars

Hybrid	Stem diameter (mm)	Brix (%)	Disease resistance (1-9)*	Insect resistance (1-9)*	Lodging tolerance (1-9)*
Jumbo	12.3	3.9	5.3	8.0	7.0
PAC F8350	13.5	3.6	5.3	7.7	7.8

* 1~9 : 9 = Excellent, 1 = Worst.

Table 7. Nutritive value of heading and headless cultivars

Type Hybrid	Crude protein (%)	ADF (%)	NDF (%)	Digestibility (%)
GW 9110G	10.58	31.28	58.39	59.82
SX 121	12.15	32.79	61.75	56.97
FS 5	9.13	37.54	63.08	57.80
AG 2501	10.95	36.06	63.03	61.41
Gringo	10.97	31.16	59.12	70.85
Heading GW 9161F	11.97	37.52	65.20	59.87
DMD	10.70	29.80	57.39	57.05
Nutri+BMR	12.29	32.62	62.65	64.39
Silobuster	11.14	34.95	63.37	61.57
AG 2002	10.97	36.60	68.03	63.16
PAC 8357	12.46	32.82	66.47	62.33
Mean	11.21	33.92	62.58	61.38
Jumbo	13.06	36.72	67.95	61.79
Headless PAC F8350	14.30	35.90	67.80	67.87
Volumax	14.12	37.10	69.88	68.91
Turbo 11	12.62	35.29	65.80	61.17
Mean	13.53	36.25	67.86	64.94

양분의 전이를 위하여 당분의 축적이 일어난 것으로 사료된다.

3. 사료가치

공시 품종들의 사료가치는 표 7에서 보는 바와 같다. 이것은 각 품종들의 1차 수확시기의 시료를 분석한 것으로 조단백질은 PAC F8350이 13.30%로 가장 높고, FS 5가 9.13%로 가장

낮았다. 또한 ADF, NDF에 있어서는 일정한 경향을 보이지 않았으며 소화율이 높은 품종은 Gringo, Volumax 등으로 각각 70.85%, 68.91%였으며, SX 121은 56.97%로 가장 낮았다. 출수 유형에 따라 사료가치도 다르게 나타났는데, 조단백질, ADF, NDF, 소화율이 모두 비출수형이 높았다. 이것은 이 등(2000)이 보고한 시험 결과와 같은 경향으로 비출수형 품종들은 1회 예취시의 생육이 왕성하기 때문에 ADF, NDF,

소화율이 높고 따라서 건물수량과 사료가치 측면에서 비출수형이 유리하다고 하였다.

없어 우리나라의 적응성이 높아 유망한 품종으로 사료된다.

IV. 요약

본 연구는 수수×수단그라스 교잡종 품종들의 생육특성과 수량성 및 사료가치를 조사하여 국내 적응성이 높은 새로운 품종을 선발할 목적으로 출수형 11품종, 비출수형 4품종을 공시하여 2000년 부터 2001년까지 2년간 수원 및 천안에서 15처리 난괴법 3반복으로 시험을 수행하였다.

출수형 품종의 건물수량은 AG 2501, GW 9161F, GW 9110G, DMD 순으로 많았다. 비출수형은 지역별 순위는 PAC F8350이 수위를 차지하였으나 평균 건물수량은 Jumbo가 다소 많았다. 종합적으로는 비출수형 보다 출수형이 다소 많았으나 유의성은 없었다.

생육특성 중 출수형 품종들의 초기생육은 AG 2501이 가장 좋았고 재생력은 GW 9110G가 매우 우수하였다. 출수기는 GW 9110G, DMD는 조생 AG 2501과 GW 9161F는 중생이었다. 초장은 AG 2501이 가장 컷으며 GW 9161F는 가장 작았다. 엽장이 긴 품종은 엽폭도 넓고 줄기도 굵었다. 당도는 DMD 품종이 9.7%로 매우 높았으며 내병성, 내충성과 내도복성은 품종간 차이가 없었다. 비출수형은 Jumbo에 비하여 PAC F8350이 초기생육은 다소 떨어지나 재생력이 강하고 초장은 작지만 엽장이 길고 엽폭이 넓으며 줄기가 굵고 도복에 강하였다. 출수유형에 따른 생육특성 비교는 매우 난해하나 그중 당도만은 가장 두드러진 차이를 보여 출수형 6.7~7.9%, 비출수형 3.6~3.9%로 출수형이 매우 높았다.

사료가치는 조단백질, ADF, NDF, 소화율이 모두 비출수형이 높았다. 우수 품종으로는 출수형은 GW 9110G(대조), AG 2501, DMD, GW 9161F와 비출수형은 Jumbo(대조), PAC F8350 등이 건물수량이 많고 생육특성에서도 결합이

V. 인용 문헌

1. 김동암, 김종립, 권찬호, 김원호, 김종관. 1991. 수단그라스, 수단그라스 잡종 및 수수-수단그라스 잡종의 사초 생산성. V. 수단그라스계 장려 품종의 비교. 한초지. 11(4):258-263.
2. 김동암, 서 성, 이효원, 임상훈, 조무환, 이무영. 1982. 수단그라스, 수단그라스잡종 및 수수×수단그라스 잡종의 사초 생산성. I. 청예용 잡종의 비교. 한축지. 24(2):192-197.
3. 농촌진흥청. 1995. 농사시험연구 조사기준.
4. 박병훈, 권순우. 1993. 예취시기가 Sorghum류 품종의 건물 및 양분수량에 미치는 영향. 한초지. 13(2):132-138.
5. 서 성, 김동암. 1983. 질소소비수준과 예취판리가 수단그라스계 잡종 Sorghum bicolor(L.) Moench의 저장탄수화물량, 재생 및 수량에 미치는 영향. I. 질소소비수준과 예취높이가 수단그라스계 잡종의 예취후 신지의 발생, 건물량 및 고사에 미치는 영향. 한초지. 3(2):58-66.
6. 이상무, 전병태, 구재윤. 1994. 수수×수단그라스 잡종의 생육특성과 생산성. 한초지. 14(1):34-41.
7. 이석순, 최상집, 김태주. 1991. 수확기에 따른사일리지용 수수와 청예용 수수-수단그라스 교잡종의 사료생산성. 한초지. 11(2):121-128.
8. 이종경, 김종근, 신동은, 윤세형, 김원호, 서 성, 박근제. 2000. 수수-수단그라스 교잡종의 출수형과 비출수형 품종간 예취횟수가 수량성 및 사료가치에 미치는 영향. 한초지. 11(2):116-120.
9. 윤 창, 최기춘. 1999. 품종 및 질소소비수준이 수단그라스계 교잡종간의 생육단계별 질산염 함량에 미치는 영향. 한초지. 19(2):147-154.
10. 전병태, 이상무, 신동은, 문상호, 김운식. 1992. 파종량과 재식양식이 수수-수단그라스계 잡종의 생육특성, 건물수량 및 사료가치에 미치는 영향. 한초지. 12(1):49-58.
11. 전우복, 최기춘, 김광현. 1995. 전남지역에 있어서 수수-수단그라스 잡종의 사초생산성 및 사료성분 비교. 한초지. 15(1):67-72.
12. 한홍진, 양종성, 안수봉. 1984. 수수재래종, 응성불임 및 자식계통들의 생육특성에 관한 연구. 한

- 초지. 4(3):201-205.
13. Ademosum, A.A., B.R. Baumgardt and J.M. Scholl. 1968. Evaluation of a sorghum-sudangrass hybrid at varying stages of maturity on the basis of intake, digestibility and chemical composition. *J. Anim. Sci.* 27:818-823.
 14. A.O.A.C. 1990. Official method of analysis. 15th ed. Association of official analytical chemists. Washington, D. C.
 15. Gibson, P.T. and K.F. Schertz. 1977. Growth analysis of a sorghum hybrid and it patents. *Crop Sci.* 17:387-391.
 16. Goering, H.L. and P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis. *Agr. Handbook No. 379.* USDA.
 17. Quinby, J.R. 1970. Leaf and panicle size of sorghum parents and hybrids. *Crop Sci.* 10:251-254.
 18. Rabas, D.L., A.R. Schmid and G.C. Marten. 1970. Influence of temperature on the feeding growth carbohydrate composition of three alfalfa cultivars. *Agron. J.* 62:762.