

제주 재래수수의 재식밀도에 따른 생육, 수량 및 사료가치에 미치는 영향

조남기 · 강영길 · 송창길 · 전용철 · 오장식 · 조영일* · 박성준

Effects of Planting Density on Growth, Forage Yield and Chemical Composition of Jeju Native Sorghum(*Sorghum bicolor* L.)

Nam Ki Cho, Young Kil Kang, Chang Khil Song, Yong Chull Jeun, Jang Sik Oh, Young Il Cho* and Sung Jun Park

ABSTRACT

Jeju native sorghums were grown with six different planting densities (5×5cm, 10×10cm, 15×15cm, 20×20cm, 25×25cm and 30×30cm) from April 3 to September 6 in 2000 in Jeju island to determine the influence to growth, yield and feed value by the planting densities. Days to heading were delayed from 66 days to 69 days as increasing of plant density. Plant height was 195.1cm at 30×30cm plot, whereas that was 216.5cm at 10×10cm plot, indicating that the plant was higher by the decrease of the planting density. As plant density increased, the number of leaves and stem diameter were decreased. Fresh forage yield increased from 25.4 to 61.3 MT/ha, dry matter (DM) yield from 5.8 to 16.5 MT/ha, crude protein (CP) yield from 0.4 to 1.5 MT/ha and total digestible nutrients (TDN) yield from 2.7 to 8.8 MT/ha as planting density from 30×30cm to 10×10cm plot. Crude protein content increased from 7.0 to 9.0%, ether extract content from 1.7 to 4.4%, nitrogen free extract content from 36.9 to 38.4% and TDN content from 46.1 to 55.5% as planting density was decreased. whereas crude fiber content decreased from 43.9 to 37.1% and crude ash content from 8.4 to 6.8%.

(Key words : Jeju native sorghum, Seeding density, Forage yield, Feeding value)

I. 서 론

수수는 생육기간이 짧은 C₄ 작물로서 내건성이 매우 강하고, 옥수수과 콩 등 다른 열대작물의 재배가 어려운 척박한 토양조건하에서도 재배가 가능한 작물로 알려지고 있다(조, 1987). 수수는 추위와 습윤한 토양을 싫어하는

특성 때문에 너무 일찍 파종하지 않으며, 지역에 따라서 4월 초순부터 7월 초순사이에 용도에 따라 산파, 조파 및 점파 등의 방법으로 파종하고 있다. 점파를 할 경우에는 이랑나비 60cm의 이랑을 만들고, 30cm 간격으로 1포기에 7~8립씩 파종하고, 발아 후 1포기를 4본 내외가 되도록 솎음재배하고 있으며, 조파시에

Corresponding author : Nam Ki Cho, Dept of Plant Resources Science, College of Agric., & Life Sci., Cheju National University. Jeju 690-756, Korea, Tel : 064-754-3315, E-mail : chonamki@cheju.ac.kr

제주대학교(Dept. of Plant Resources Science, College of Agric., & Life Sci., Cheju National University).

* 서울대학교(College of Agric., & Life Sci., Seoul National University).

는 이랑나비 50~60cm 간격으로 골을 파서 4 kg/10a의 종자량을 파종하고, 발아 후 30cm 간격에 4본정도 남겨서 종실재배를 하며, 청예재배시에는 종실재배보다 밀식재배 하는 것을 권장하고 있다(조, 1987; 이 등, 1991).

일반적으로 화분과 사료작물은 파종개체수가 적을 때에는 종실수량은 증가하나, 청예사료의 수량성은 감소되고, 파종개체수가 너무 많을 때에는 수분, 양분 공급이 불충분 할 뿐만 아니라, 통광 및 통풍 등이 불량하여 분지수가 감소되고 도복하기 쉬우며, 병해충 발생을 유발하여 사료수량성을 감소시킨다는 보고도 있다(Trung and Yosida, 1985; 조 등, 2001). 사료작물은 일정한 면적에서 최대의 사료수량을 올리기 위해 개개의 개체발육은 억제되더라도 개체의 발육과 개체 수의 상승적 최대가 되는 개체수 구멍이 중요시 되고 있으나, 제주재래수수를 사료작물로 재배할 경우의 적정 재식밀도에 대한 연구는 없는 실정이다. 따라서 본 시험은 제주지역에서 제주재래수수의 재식밀도에 따른 사료수량성과 사료가치를 검토하였다.

II. 재료 및 방법

본 시험은 제주재래수수의 재식밀도에 따른 생육, 수량 및 사료가치를 규명하기 위하여 2000년 4월 3일부터 동년 9월 6일까지 표고 278m(한라산)에 위치한 제주대학교 농업생명과학대학 부속농장에서 제주재래수수를 공시하여 실시하였다. 시험포장의 토양(표토 10cm)은 화산회토가 모재로 된 농암갈색토 이었으며, 화학적 성질은 표 1에서 보는 바와 같고, 조사기

간의 기상조건은 표 2에서 보는 바와 같다. 파종은 2000년 4월 3일에 재식거리를 5×5, 10×10, 15×15, 20×20, 25×25, 30×30cm의 6개 수준으로 하여 종자를 2~3립씩 점파하였고, 유묘가 정착한 후에 1본씩 남기고 솎음을 하였다. 시험구 면적은 6.6m²로 하였으며, 시험구 배치는 난괴법 3반복으로 하였다. 비료 사용은 ha당 질소 150kg, 인산 100kg, 가리 100kg에 해당하는 양을 각각 요소, 용성인비, 염화가리로 시비하였으며, 질소비료는 전술한 양의 50%는 기비로 나머지 50%는 파종 후 30일에 각각 추비로 하였고, 인산과 가리는 전량 기비로 하였다. 형질조사는 2000년 7월 11일과 9월 6일 2차례 시험포 중간지점에서 출수기까지의 일수(50%출수), 초장, 경직경, 엽수 등을 三井(1988)의 조사기준에 준하여 조사하였다. ha당 청예수량은 각 구별로 생육이 일정한 지점에서 3.3m²(1.8m×1.8m)를 예취하여 ha당 청예수량으로 환산하였고, 건물중은 엽, 경의 생초중에서 각각 500g의 시료를 75℃ 통풍건조기에서 48시간 건조시켜 건물중을 조사하였다. 조단백질(CP), 조지방(EE), 조섬유(CE), 조회분(CA), 가용무질소물(NFE) 등의 일반조성분은 1mm체를 통과시킨 시료를 이용하여 농촌진흥청 축산기술연구소(1996) 표준사료성분 분석법에 준하여 분석하였으며, 가소화양분총량(TDN)은 Wardeh(1981)가 제시한 수식에 의하여 산출하였다. $TDN(\%) = -17.265 + 1.212CP(\%) + 2.464EE(\%) + 0.835NFE(\%) + 0.448CF(\%)$. 주요형질과 수량성, 조성분 등의 통계분석은 농촌진흥청 통계적 방법 및 전산이용(1987)에 준하였다.

Table 1. Chemical properties of top soil(0~10cm) before the experiment

pH (1:5)	Organic matter (g/kg)	Available P ₂ O ₅ (mg/kg)	Exchangeable Cation(cmol ⁺ /kg)				CEC (cmol ⁺ /kg)	EC dS/m
			Ca	Mg	K	Na		
5.18	57.5	87.5	2.28	0.93	1.17	0.09	8.38	0.11

Table 2. Meteorological factors during season and average of 30-years(1971-2000)

Month	Temperature(°C)						Precipitation (mm)		Hours of sunshine	
	Average		Maximum		Minimum		T	N	T	N
	T	N	T	N	T	N				
3	9.4	8.9	12.9	12.2	5.8	5.6	43.5	83.5	197.6	159.6
4	13.5	13.6	17.6	17.3	9.7	9.8	32.8	92.0	226.5	195.1
5	17.2	17.5	21.2	21.3	13.8	13.8	46.2	88.2	229.9	218.0
6	21.6	21.2	25.1	24.7	18.7	18.2	97.6	189.9	165.9	174.5
7	26.4	25.6	29.7	28.8	23.8	23.0	166.2	232.4	227.3	203.4
8	28.0	26.6	30.9	29.6	25.0	23.8	169.6	258.0	241.7	205.3
9	22.2	22.7	24.6	25.6	19.7	19.7	331.2	188.2	155.0	168.9

T was the factors in testing period and N was that of normal year (1971~2000).

III. 결과 및 고찰

1. 생육변화

재식밀도에 따른 출수일수, 경직경 및 엽수 등을 조사한 결과는 표 3에서 보는 바와 같다.

재식밀도에 따른 출수일수는 66일~69일로 큰 차이는 없었으나, 밀식함에 따라 출수일수는 지연되는 경향이였다. 초장은 재식밀도가 10×10cm 구에서 216.5cm로 가장 길었으나, 재식밀도가 넓어짐에 따라 초장이 점차적으로 짧아져서 30×30cm 재식구에서 195.1cm로 짧아졌으며, 5×5cm 밀식구에서도 200cm로 짧아졌

다. 재식밀도가 낮아짐에 따라 경직경은 8.2mm에서 12.5mm로 굵어졌고, 엽수는 6.5개에서 7.3개로 감소되었다. 일반적으로 화분과 사료작물은 파종개체수가 증가할수록 초장은 커지고 수량도 그에 따라 증가하지만, 파종개체수가 어느 한계를 넘으면 오히려 생육이 부진할 뿐만 아니라, 수량도 감소되는 것으로 보고 되었다(조 등, 2001, 한 등, 1995). 본 시험에서도 밀식함에 따라 출수일수는 늦어졌으며, 줄기는 가늘어지고 엽수는 적어졌으나, 초장은 커지는 경향을 보였다. 이 시험에서 10×10cm 재식구에서 초장이 길어진 것은 식물 개체간 차광에 의하여 수평신장보다 수직신장이 강하게 이루

Table 3. Growth characteristics of Jeju native sorghum grown at the different plant densities

Plant density	Days to heading			Plant height(cm)			Stem diameter(mm)			No. of leaves/plant		
	1st	2nd	avg.	1st	2nd	avg.	1st	2nd	avg.	1st	2nd	avg.
5×5(1369 [†])	7/6(92 [‡])	8/22(45)	69	203.9	196.1	200.0	8.3	8.1	8.2	6.6	6.3	6.5
10×10(361)	7/5(91)	8/21(44)	68	220.3	212.6	216.5	10.8	8.6	9.7	6.8	6.5	6.7
15×15(169)	7/5(91)	8/20(43)	67	216.7	208.4	212.6	12.2	10.4	11.3	6.9	6.7	6.8
20×20(100)	7/4(90)	8/20(43)	67	210.2	202.9	206.6	12.2	10.8	11.5	7.0	6.8	6.9
25×25(64)	7/3(89)	8/20(43)	66	208.4	198.0	203.2	12.8	11.4	12.1	7.4	7.3	7.4
30×30(49)	7/3(89)	8/19(42)	66	202.0	188.2	195.1	13.7	11.4	12.5	7.3	7.2	7.3
avg.	89	43	67	210.3	201.0	205.6	11.7	10.1	10.9	7.0	6.8	6.9
LSD(5%)	1.1	NS	1.5	NS	12.7	10.4	1.5	1.6	1.1	NS	0.6	0.4
CV(%)	0.7	2.2	1.3	3.8	2.8	2.8	7.1	8.9	5.4	3.9	4.6	2.9

[†] : number of plants per 3.3m² [‡] : number of days to heading.

어진 것으로 생각되었으며, 그 이상으로 밀식함에 따라 모든 형질이 왜소해진 것은 개체수가 증가함에 따라 개체간 수분과 양분 경합이 심하게 이루어졌기 때문으로 생각된다.

2. 수량 변화

재식밀도에 따른 생초, 건초, 단백질 및 TDN 수량을 조사한 결과는 표 4에 표시하였다.

생초수량, 건물수량, 조단백질 및 TDN 수량 모두 10×10cm 재식구에서 다른 재식밀도보다 유의적으로 높았다. 따라서 제주지방에서 제주 재래수수를 사료용으로 재배할 경우 재식밀도는 10×10cm가 가장 좋은 것으로 판단되었다. 일반적으로 생초 및 건물생산을 목적으로 사료작물을 파종하였을 때가 종실생산을 목적으로 파종하였을 때보다 적정 파종량이 많은 것이 일반적이다. 우리나라에서 수수를 종실목적으로 재배시 재식거리는 이랑나비 60cm로 하여 30cm 간격으로 2~3립정도 파종하는 것을 권장하고 있으나(이 등, 1991), 본 시험에서는 10×10cm 재식구에서 생초, 건물, 단백질 및 TDN 수량이 가장 높았고, 그 이상과 그 이하의 재식밀도에서는 점차적으로 감소하는 경향을 보였다. 5×5cm 재식구에서는 과밀식으로

인해 수분, 양분의 공급과 통풍, 통광이 불량하여 수량이 낮아진 것으로 생각되었으며, 10×10cm 보다 재식거리가 넓어질수록 개체 수가 적어져서 사료수량성이 낮아진 것으로 판단되었다.

3. 조성분 변화

재식밀도에 따른 조단백, 조지방, 조회분, 가용무질소물 및 TDN 함량을 조사한 결과는 표 5와 표 6에 표시하였다.

조단백질, 조지방, NFE 및 TDN 함량은 밀식함에 따라 점차적으로 증가되는 경향이였다. 즉, 30×30cm 재식구에서 5×5cm 재식구로 밀식함에 따라 조단백질 함량은 7.0%에서 9.2%로, 조지방 함량은 1.7%에서 4.4%로 NFE 함량은 36.9%에서 38.4%로, TDN 함량은 46.1%에서 55.5%로 증가되었다. 조회분 함량과 조섬유 함량은 조단백질 및 조지방 함량의 반응과는 반대로 30×30cm 재식구에서 5×5cm 재식구로 밀식함에 따라 낮아지는 경향이였다. 조회분 함량은 8.4%에서 6.8%로, 조섬유 함량은 43.9%에서 37.1%로 밀식할수록 점차적으로 낮아졌다. 이와 같은 반응은 밀식할수록 출수일 수가 길어져서 목질화 정도가 적었기 때문이라고 생각되었다. 사료작물은 재식개체수가 증가됨에

Table 4. Yield characteristics of Jeju native sorghum grown at the different plant densities

Plant density	Fresh forage yield (MT/ha)			Dry matter yield (MT/ha)			Crude protein yield (MT/ha)			TDN yield (MT/ha)		
	1st	2nd	avg.	1st	2nd	avg.	1st	2nd	avg.	1st	2nd	avg.
5×5(1369) [†]	54.0	50.8	52.4	13.1	12.3	12.7	1.2	1.4	1.3	7.0	7.0	7.0
10×10(361)	62.4	60.2	61.3	18.0	14.9	16.5	1.5	1.5	1.5	9.4	8.2	8.8
15×15(169)	48.9	40.6	44.8	10.3	10.2	10.3	0.8	1.0	0.9	5.3	5.6	5.4
20×20(100)	46.7	35.8	41.3	9.1	8.6	8.9	0.7	0.8	0.8	4.5	4.5	4.5
25×25(64)	28.8	27.3	28.1	6.4	6.1	6.3	0.5	0.5	0.5	3.0	3.0	3.0
30×30(49)	28.1	22.6	25.4	6.1	5.4	5.8	0.4	0.4	0.4	2.8	2.5	2.7
avg.	44.8	39.6	42.2	10.5	9.6	10.0	0.8	0.9	0.9	5.3	5.1	5.2
LSD(5%)	16.5	8.9	7.8	3.0	2.1	1.6	0.3	0.3	0.2	1.5	1.2	0.9
CV(%)	20.3	12.4	15.8	15.8	12.2	8.7	18.4	16.9	9.7	15.5	13.2	9.3

[†] : number of plants per 3.3m².

Table 5. Crude protein, ether extract and crude fiber of forage for Jeju Native Sorghum cultivars grown at the different plant densities

Plant density	Crude protein(%)			Ether extract(%)			Crude fiber(%)		
	1st	2nd	avg.	1st	2nd	avg.	1st	2nd	avg.
5×5(1369 [†])	9.2	11.6	9.2	4.4	4.9	4.4	39.7	34.4	37.1
10×10(361)	8.3	10.0	8.3	4.3	4.5	4.3	39.9	36.4	38.2
15×15(169)	8.2	9.9	8.2	4.1	4.4	4.1	40.2	37.0	38.6
20×20(100)	7.5	9.7	7.5	3.0	3.3	3.0	42.0	37.8	39.9
25×25(64)	7.3	8.0	7.3	2.2	2.3	2.2	43.2	41.1	42.2
30×30(49)	7.0	7.0	7.0	1.7	1.9	1.7	44.2	43.5	43.9
avg.	7.9	9.4	7.9	3.3	3.6	3.3	41.5	38.4	40.0
LSD(5%)	NS	2.0	1.2	0.4	0.5	0.2	1.5	1.4	1.1
CV(%)	11.2	12.0	7.5	6.2	7.1	3.9	1.9	2.0	1.5

[†] : number of plants per 3.3m²

Table 6. Crude ash, nitrogen free extract(NFE) and total digestible contents (TDN) of forage for Jeju Native Sorghum cultivars grown at the different plant densities

Plant density	Crude ash(%)			NFE(%)			TDN(%)		
	1st	2nd	avg.	1st	2nd	avg.	1st	2nd	avg.
5×5(1369 [†])	6.9	6.8	6.8	37.4	39.4	38.4	53.7	57.3	55.5
10×10(361)	7.7	7.3	7.5	37.3	39.2	38.3	52.5	54.8	53.7
15×15(169)	8.3	7.4	7.9	37.0	38.8	37.9	51.6	54.5	53.1
20×20(100)	8.3	8.0	8.2	36.9	38.7	37.8	48.9	51.9	50.4
25×25(64)	8.5	8.0	8.3	36.8	38.2	37.5	47.0	48.3	47.7
30×30(49)	8.5	8.2	8.4	36.6	37.1	36.9	45.7	46.4	46.1
avg.	8.0	7.6	7.8	37.0	38.6	37.8	49.9	52.2	51.1
LSD(5%)	0.6	NS	0.8	NS	NS	NS	1.1	2.0	1.2
CV(%)	4.0	9.5	5.3	4.5	4.0	2.4	1.2	2.1	1.3

[†] : number of plants per 3.3m².

따라 조단백질 함량과 조지방 함량은 증가되고, 조섬유 함량과 조회분 함량은 반대로 낮아졌다는 보고가 많다. Masaoka와 Takano(1980)는 수수류 및 수단그라스 잡종에서 조 등(2001)은 제주매조에서, 조 등(2001)은 귀리에 밀식함에 따라 조단백질 함량은 증가되었으나 조섬유 함량은 낮아졌다고 보고한 바 있으며, 양마(조 등, 2001), 차풀(조 등, 2000), 유채(Cho, 1998), 대두(조 등, 2003) 등의 사료작물

에서도 본시험 결과와 비슷한 보고가 있다. 본시험결과 제주 재래수수의 사료수량성을 최대한으로 높일 수 있는 적정재식밀도는 10×10cm로 판단되었다.

IV. 요약

본 연구는 제주지역에서 재식밀도(5×5cm, 10×10cm, 15×15cm, 20×20cm, 25×25cm, 30

×30cm)에 따른 제주재래수수의 생육, 수량 및 사료가치를 구명하기 위하여 2000년 4월 3일부터 9월 6일까지 수행한 결과를 요약하면 다음과 같다. 출수일 수는 66일에서 69일로 밀식함에 따라 지연되는 경향이였다. 초장은 재식밀도가 30×30cm 재식구에서 195.1cm이었던 것이 밀식함에 따라 점차 커져서 10×10cm 재식구에서 216.5cm로 가장 길었으나, 그 이상의 밀도에서는 짧아졌고, 경직경과 엽수는 밀식할수록 낮아지는 경향을 보였다. 재식밀도가 30×30cm에서 10×10cm로 밀식함에 따라 생초수량은 25.4 MT/ha에서 61.3 MT/ha로, 건물수량은 5.8 MT/ha에서 16.5 MT/ha로, 단백질 수량은 0.4 MT/ha에서 1.5 MT/ha로, TDN 수량은 2.7 MT/ha에서 8.8 MT/ha로 증수되었으나, 그 이상으로 밀식할 경우에는 감소하였다. 재식거리가 좁아짐에 따라 조단백질 함량은 7.0%에서 9.0%로, 조지방 함량은 1.7%에서 4.4%로, 가용무질소물 함량은 36.9%에서 38.4%로, TDN 함량은 46.1%에서 55.5%로 증가하였으나, 이와는 반대로 조섬유 함량은 43.9%에서 37.1%로, 조회분 함량은 8.4%에서 6.8%로 낮아지는 경향이였다.

V. 인 용 문 헌

1. 농촌진흥청. 1987. 농업시험연구와 지도를 위한 통계적 방법 및 전산이용. pp 49-136.
2. 농촌진흥청 축산기술연구소. 1996. 표준사료 분석법. pp 1-16.
3. 이석형, 최상집, 홍승범. 1991. 파종량에 따른 수수와 수수-수단그라스 교잡종의 사료생산성. 한초지. 11(2):116-120.
4. 조남기, 강영길, 김인식, 조영일, 오은경. 2001. 제주조의 재식밀도에 따른 주요형질, 사초수량 및 조성분변화. 한초지. 23(1):37-42.
5. 조남기, 강영길, 송창길, 윤상태, 조영일, 김동현. 2003. 제주 재래대두의 재식밀도에 따른 생육형질, 수량 및 사료가치에 미치는 영향. 한초지 23(4):135-142.
6. 조남기, 송창길, 강봉근, 조영일, 고지병. 2001. 제주지역에서 재식밀도에 따른 양파의 생육특성, 수량 및 조성분변화. 동물자원지. 43(5):755-762.
7. 조남기, 송창길, 송승운, 조영일, 오은경. 2001. 제주지역에서 파종량 차이에 따른 귀리의 생육특성, 사초수량 및 조성분 변화. 동물자원지 43(4):561-568.
8. 조남기, 오은경, 강영길, 박성준. 2000. 파종량 차이에 따른 차풀의 생육, 사초수량 및 사료가치 변화. 한초지. 20(3):221-226.
9. 조재영. 1987. 전작. 향문사. pp 194-195.
10. 三井計夫. 1988. 飼料作物·草地. 養賢堂. pp 514-520.
11. Cho, Nam Ki, W.J. Jin, Y.K. Kang and Y.M. Park. 1998. Effect of seeding rate on growth, yield and chemical composition of forage rape cultivars. Korean J. Crop. Sci. 43(1):54-58.
12. Masaoka, Y.K. and N.B. Takano. 1980. Studies on the digestibility of forage crops. I. Effect of plant density on the feeding value of a sorghum-sudangrass hybrid. J. Japan Grassl. Sci. 26(2): 179-184.
13. Trung, B.C. and S.K. Yoshida. 1985. Influence of Planting Density on the Nitrogen and Grain Productivity on Mungbean. Japan. J. Crop. Sci. 54(3):266-272.
14. Wardeh, M.F. 1981. Models for estimating energy and protein utilization for feed. Ph.D. Dissertation Utah State Univ., Utha, USA.