

제주 재래수수의 질소분시에 따른 사료수량성

조남기, 강영길, 송창길, 전용철, 오장식, 박성준

제주대학교 식물자원과학과

Effects of Split Nitrogen Application Rate on Forage Yield Potential of Jeju Native Sorghum

Nam-Ki Cho, Young-Kil Kang, Chang-Khil Song, Young-Chull Jeun,
Jang-Sik Oh, Sung-Jun Park

Dept. of Plant Resources Science, Cheju National University

ABSTRACT : This study was conducted to determine the optimum frequency of split nitrogen application for forage production of Jeju native sorghum at a volcanic ash soil of Jeju island from April 3 to September 6 in 2000. N fertilizer was applied with 200kg/ha and frequencies of the split application were 1, 2, 3, 4 and 5 times. Days to heading were delayed from 65 days to 67 days as N was split-applied from one to five applications. Plant height increased from 199.6cm to 211.2cm as N was split-applied from one to four applications and then decreased to 209.4cm in five application. This pattern held for stem diameter, leaf length, leaf width, no. of leaves and nodes. Fresh forage yield increased from 34.8 to 47.7 MT/ha, dry matter (DM) yield from 9.0 to 13.2 MT/ha, crude protein (CP) yield from 0.8 to 1.3 MT/ha and total digestible nutrients (TDN) yield from 4.4 to 7.1 MT/ha as N split-applied from one to four applications, and then decreased to 45.5, 12.1, 1.2 and 6.7 MT/ha respectively in five split applications. As N was split-applied from one to five

applications, crude protein content increased from 8.6 to 10.7%, ether extract content from 3.0 to 3.7%, nitrogen free extract content from 39.0 to 49.0% and TDN content from 49.4 to 54.9%, while crude fiber and crude ash contents decreased from 36.3 to 32.7% and from 6.9 to 6.1% respectively. These results indicate that the optimum frequency of N applications is four times for forage production of Jeju native sorghum in Jeju island.

Key word : Jeju native sorghum, Split nitrogen rate, Forage yield, Feeding value

1. 서 언

수수는 생육기간이 매우 짧은 여름형 작물로서 건조한 지역뿐만 아니라, 습지 등 불량한 환경조건에서도 재배가 가능한 특성 때문에 오래전부터 아프리카, 아시아 지역의 여러 나라에서 보조식량이나 사료작물로 넓은 면적에 재배되고 있다. 우리나라에서도 제주도를 비롯하여 경상도, 전라도 등의 축산농가에서 사료작물 생산을 목적으로 재배하고 있다. 수수는 4월과 5월에 파종하고 있으며, 파종시 시비량은 기상, 토양 등의 환

경조건과 관리상태에 따라 차이가 있으나, ha당 질소 150kg, 인산과 가리는 각각 80kg정도를 권장하고 있고, 질소는 전술한 양의 50%를 추비로 시비하고 있다. 일반적으로 화분과 사료작물은 질소에 매우 민감한 특성 때문에 질소분시 횟수가 많아짐에 따라 수량성이 증대되었다는 보고가 있다. 제주도와 같이 강우량이 많고, 비료 유실량이 많은 화산회 토양조건에서 Sudangrass계 잡종은 250kg/ha의 요소를 5회(조 등, 1998), 사료용 유채는 200kg/ha의 요소를 4회(조 등, 1999), 청예피는 3회 분시하는 것이 수량성과 사료가치를 높일 수 있다고 보고(조 등, 2001)하였다. 다른 지역에서도 질소 분시 횟수의 증가가 화분과 사료작물의 수량성을 증가시킨다고 하였고(Gregorova, 1985), 단백질 등 사료가치가 증진되었다는 보고(Bole and Dubetz, 1986; Szuts et al., 1988)도 있으나, 제주에서 제주재래수수의 질소분시에 따른 수량성

및 조성분 변화에 관한 연구는 미미한 실정이다. 따라서 본 연구는 제주도 화산회토에서 질소시비횟수에 따른 제주재래수수의 생육특성, 수량성 및 조성분을 조사하여 제주지역에서 적정 질소시비 횟수를 구명하고자 실시하였다.

II. 재료 및 방법

본 시험은 2000년 4월 3일부터 2000년 9월 6일까지 제주대학교 농과대학 부속농장(표고 278m)에서 제주재래수수를 공시하여 수행하였다. 시험포의 토양은 농암갈색 화산회토였으며, 표토(10cm)의 화학적 특성은 표 1에서 보는 바와 같고, 비옥도가 다소 낮은 편이었다. 재배기간의 기상조건은 표 2에서 보는 바와 같다.

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)

Table 3. Description of split N application to Jeju Native Sorghum

No. of N application	N rate per application (kg/ha)	Timing of N application (days after sowing)
1	200.0	0(at sowing)
2	100.0	0+15
3	66.7	0+15+30
4	50.0	0+15+30+45
5	40.0	0+15+30+45+60

파종은 2000년 4월 3일에 휴폭 25cm간격으로 하여 40kg/ha에 해당하는 양의 종자를 조파하였다. 시험구 면적은 9m²로 하였고, 시험구 배치는 난괴법 3반복으로 하였다. 질소분시는 200kg/ha에 해당하는 양을 전량시비(200kg, 1회), 2회분시구(100kg, 2회), 3회분시구(66.7kg, 3회), 4회분시구(50kg, 4회), 5회분시구(40kg, 5회)의 5개 처리로 하였고, 질소분시는 파종 후 15일 간격으로 하였다. 인산 및 가리는 100kg/ha에 해당하는 양을 전량 기비로 하였다. 출수기까지의 일수는 포장에서 조사하였고, 7월 11일과 9월 6일에 무작위로 구당 15개체를 선정하여 초장, 경직경, 엽수를 조사한 후, 시험구 가운데 부분 1.26m²(0.9×1.4m)의 식물체를 2cm 높이로 예취하여 생초중을 측정한다. 500g의 시료를 80℃ 통풍건조기에서 48시간 건조시켜 건물물을 구한 후, 건물수량을 산출하였다. 조단백질(CP), 조지방(EE), 조섬유(CF), 조회분(CA)

및 가용무질소물(NFE) 등의 일반조성분은 1mm체를 통과시킨 시료를 이용하여 표준사료분석법(축산기술연구소, 1996)에 준하여 분석하였고, 질소흡수량은 건물수량에 전질소 함량을 곱하여 산출하였으며, 질소이용률은 건물수량을 질소흡수량으로 나누어 산출하였다. 가스화양분함량(TDN)은 Wardeh(1981)가 제시한 다음 수식에 의하여 산출하였다(TDN(%)=-17.265+1.212 CP(%) + 2.464EE(%) + 0.835NFE(%) + 0.448CF(%)).

III. 결과 및 고찰

1. 생육반응

질소분시 횟수에 따른 출수기까지의 일수, 초장, 경직경 및 엽수를 조사한 결과는 표 4에서 보는 바와 같다.

Table 4. Growth characteristics of Jeju native sorghum grown at five split N application

No. of N applications	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.
1	7/3(89 [†])	8/18(41)	65	199.6	198.1	198.8	9.6	9.3	9.4	6.9	6.9	6.9
2	7/4(90)	8/19(42)	66	202.8	201.2	202.0	9.7	9.7	9.7	7.0	7.0	7.0
3	7/4(90)	8/19(42)	66	203.6	203.1	203.4	9.8	9.7	9.8	7.0	7.1	7.1
4	7/4(90)	8/20(43)	67	211.2	208.1	209.7	10.4	10.2	10.3	7.2	7.2	7.2
5	7/5(91)	8/20(43)	67	209.4	205.9	207.6	9.8	9.8	9.8	7.1	7.1	7.1
avg.	90	42	66	205.3	203.3	204.3	9.9	9.7	9.8	7.0	7.1	7.1
LSD(5%)	NS	NS	1.5	NS	5.7	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CV(%)	1.2	2.6	1.2	4.4	1.5	2.5	6.5	5.0	5.1	6.7	2.2	3.2

[†] : number of days to heading

출수기까지의 일수는 65일에서 67일로 질소분시 횟수 간에는 큰 차이는 없었지만, 질소분시 횟수가 많아 질수록 이삭출현은 늦어지는 경향이였다. 초장은 질소 4회 분시구에서 209.7cm로 가장 길었지만, 그 이상과 그 이하로 질소분시 횟수가 적거나 많은 경우, 초장이 짧아졌다. 질소시비 횟수가 경직경 및 엽수에 미치는 영향은 초장반응과 비슷한 경향이였다. 4회분시구에서 경직경 10.3mm, 엽수 7.2매로 양호한 것으로 보아 질소 50kg/ha, 4회 분시가 제주재래수수의 줄기와 잎에 필요한 질소를 적기에 가장 많이 공급한 것으로 판단

된다. 제주지역에서 질소분시 횟수가 많아짐에 따라 수단그라스계 잡종, 유채 및 청예피는 개화기까지의 일수와 출수기까지의 일수가 지연되고, 초장과 엽수 등의 주요형질이 우세하다는 조 등(1998, 1999, 2001)의 보고와 비슷한 경향이였다.

2. 사료수량성 변화

질소시비 횟수에 따른 생초, 건물, 단백질 및 TDN 수량은 표 5에 제시하였다.

Table 5. Yield characteristics of Jeju native sorghum grown at five split N application

No. of N applications	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.
1	37.4	32.1	34.8	9.0	8.9	9.0	0.8	0.8	0.8	4.7	4.2	4.4
2	44.8	41.2	43.0	11.4	10.3	10.8	1.0	1.0	1.0	6.0	5.0	5.5
3	45.3	41.7	43.5	11.5	10.6	11.1	1.1	1.0	1.1	6.2	5.4	5.8
4	49.2	46.1	47.7	13.6	12.7	13.2	1.3	1.3	1.3	7.4	6.8	7.1
5	46.6	44.4	45.5	12.7	11.6	12.1	1.3	1.3	1.3	7.1	6.2	6.7
avg.	44.7	41.1	42.9	11.6	10.8	11.2	1.1	1.1	1.1	6.3	5.5	5.9
LSD(5%)	NS	4.6	5.7	NS	NS	2.1	NS	0.3	0.3	NS	1.3	1.2
CV(%)	13.0	5.9	7.1	16.4	12.4	10.0	22.8	13.4	14.1	16.0	12.3	10.4

생초수량과 건물수량은 1회 전량시비구에서 각각 34.8MT/ha, 9MT/ha였으나, 시비횟수가 증가됨에 따라 점차적으로 증가되어, 4회분시비구에서 생초수량은 47.7MT/ha로, 건물수량은 13.2MT/ha로 증가되었고, 5회 분시구에서 생초수량은 45.5MT/ha, 건물수량은 12.1MT/ha로 감소되었다. 질소시비 횟수에 따른 단백질과 TDN 수량 반응도 생초, 건초수량 반응과 비슷한 경향을 보여, 4회분시비구에서 각각 1.3MT/ha, 7.1MT/ha로 가장 많이 증수되었고, 그 이상으로 분시횟수가 많거나 그 이하로 분시횟수가 적어질 경우에는 단백질과 TDN 수량은 감소되었다. 본 시험 결과 질소비료(200kg/ha)를 4회로 나누어 분시 하였을 때 생초, 건물 및 단백질 수량이 증가되었으나, 그 이상과 그 이하의 분시에서 수량이 감소된 것은 제주채래수수의 질소 흡비력이 매우 강한 특성에 기인된 것

으로, 잎과 줄기의 생장에 필요한 질소비료가 적기에 공급되어 수량성이 높아진 것으로 생각된다. 제주도에 서 수단그라스계 잡종과 유채인 경우 각각 4회와 5회 질소분시에서, 제주피는 3회 분시에서 수량성과 사료 가치가 가장 높았다는 조 등(1998, 1999, 2001)의 보고가 있으며, 다른 지역에서도 Edwards 등(1971)은 Sudangrass에서, Johnson과 Cummins(1967)는 수수류에서, Marten(1985)은 red canarygrass 등의 화분과 사료식물에서 질소분시 횟수가 많아짐에 따라 사초의 생산성과 조성분 함량이 증가되었다고 하였다.

3. 사료가치 변화

질소시비횟수에 따른 단백질, 조섬유, 가용무질소물 및 TDN 함량은 표 6에서 나타내었다.

Table 6. Chemical composition of forage of Jeju native sorghum grown at five split N application

No. of N applications	Crude protein(%)			Crude fiber(%)			NFE(%)			TDN(%)		
	1st	2nd	avg.	1st	2nd	avg.	1st	2nd	avg.	1st	2nd	avg.
1	8.5	8.7	8.6	37.1	35.5	36.3	42.3	35.6	39.0	51.7	47.0	49.4
2	9.0	9.4	9.2	36.1	35.3	35.7	42.6	36.8	39.7	52.7	48.7	50.7
3	9.3	9.8	9.6	34.9	34.6	34.7	43.5	37.0	40.3	53.8	51.4	52.6
4	9.7	10.6	10.1	34.2	34.4	34.3	43.6	37.4	40.5	54.4	53.7	54.1
5	10.5	10.9	10.7	32.7	32.7	32.7	44.0	37.7	40.9	56.0	53.7	54.9
avg.	9.4	9.9	9.6	35.0	34.5	34.8	43.2	36.9	40.1	53.7	50.9	52.3
LSD(5%)	NS	0.5	NS	NS	0.9	1.5	NS	1.1	NS	1.2	1.5	1.0
CV(%)	12.8	2.6	6.7	4.0	1.4	2.4	4.9	1.6	2.9	1.2	1.5	1.0

단백질, 가용무질소물 및 TDN함량은 시비횟수가 많아질수록 증가되는 경향으로 전량 시비구에서 각각 8.6%, 39.0%, 49.4%였던 것이, 5회분시구에서 각각 10.7%, 40.9%, 54.9%로 증가되는 반면, 조섬유 함량은 시비횟수가 많을수록 감소되어 전량시비구에서 36.3%였으나, 5회분시구에서 34.8%로 감소되었다. 이와 같은 변화는 질소가 영양생장만을 필요로 하는 사료작물에 미치는 생리작용은 식물원형질의 주성분인 단백질 합성에 중요한 역할을 하기 때문에 질소비료의 지속적인 공급에 의하여 N과 P성분 등 세포내용 물질을 증가시켜(Songin, 1985) 조단백질과 조지방 함량을 증가시켰으나, 상대적으로 조섬유와 조회분 함량이 낮은 것은 세포벽 물질이 감소된 데에 기인된 것으로 생각된다(Reneau 등, 1983). 일반적으로 사료작물은 질소분시 횟수가 많아짐에 따라 조단백질, 조지방 및 가용성무질소물 등은 증가되나, 조회분과 조섬유 함량은 오히려 낮아지는 것으로 보고 되고 있다(조 등, 1998, 1999, 2001). 이상의 결과에서 보는 바와 같이 파종후 90일까지 요소비료를 4회 분시하는 것이 제주재래수수의 생육에 필요한 질소를 적기에 공급하고 수량을 가장 많게 할 수 있었으며, 건물수량과 관계되는 CP와 TDN 수량도 높일 수 있었다. 따라서 제주도과 같은 강우량이 많은 화산회토에서 제주재래수수를 사료작물로 재배시 질소비료(200kg/ha)를 4회 분시하는 것이 사초의 수량성을 증가시킬 수 있음이 확인되었다.

IV. 적 요

본 시험은 제주도 화산회토에서 제주재래수수의 적정 질소시비 횟수를 구명하고자 2000년 4월 3일부터 9월 6일까지 질소시비량을 200kg/ha로 고정하고, 15일간격으로 1~5회 분시하여 제주재래수수의 생육특성, 사료수량 및 사료가치를 분석하였다. 출수일수는 전량시비구에서 65일이었던 것이 5회분시구에서 67일로 지연되었다. 초장은 4회분시에서 209.7cm로 가장 커졌으나, 4회분시보다 적거나 많을 경우에 초장이 짧아졌다. 경직경, 엽장, 엽폭, 엽수 및 마디수 등은 초장

반응과 비슷하였다. 질소시비횟수가 1회에서 4회로 증가함에 따라 생초수량은 34.8MT/ha에서 47.7MT/ha로, 건물수량은 9MT/ha에서 13.2MT/ha로, 단백질 수량은 0.8MT/ha에서 1.3MT/ha로, TDN수량은 4.4MT/ha에서 7.1MT/ha로 증가되었다가, 5회분시구에서는 각각 45.5MT/ha, 12.1MT/ha, 1.2MT/ha, 6.7MT/ha로 감소되었다. 질소 분시횟수가 1회에서 5회로 증감함에 따라 조단백, 가용무질소물 및 TDN 함량은 각각 8.6%, 39.0%, 49.4%에서 10.7%, 49.0%, 54.9%로 증가되는 반면, 조섬유 함량은 36.3%에서 32.7%로 감소되는 경향이였다.

V. 인용 문헌

1. 농촌진흥청 축산기술연구소. 1996. 표준사료성분 분석법. pp.4-10.
2. 조남기, 강영길, 부창훈. 2001. 질소분시가 청예피의 생육특성, 수량 및 조성분 함량에 미치는 영향. 동물자원과학회지. 43(2):253-258.
3. 조남기, 박성준, 강영길, 송창길. 1998. 질소분시에 따른 Sudangrass계 잡종의 생육, 수량 및 사료성분 변화. 제주대 이농연. 15:21-30.
4. 조남기, 유철수, 조은일. 1999. 질소분시에 따른 유채의 생육, 수량 및 조성분 변화. 제주대 환경연. 7:83-101.
5. Bole, J. B. and Dubetz, S. 1986. Effect of irrigation and nitrogen fertilizer on the yield and protein content of soft white spring wheat. Can. J. Plant Sci. 66:281-142.
6. Edwards, N. C., Fribourg, H. A. and Montgomery, M. J. 1971. Cutting sorghum-sudangrass cultivar Sudax SX-11. Agron. J. 63:261-271.
7. Gregorova, H. 1985. Proteinqualitat nach der Duingung an verschiedenen Gruniandstandurten. Rosthna Vyroba 31(11):1157-1163.

8. Johnson, B. J. and Cummins, D. G. 1967. Influence of rate and time of nitrogen application on forage production of sorghum for silage. *Georgia Agr. Res.* 9:7-8.
9. Marten, G. C. 1985. Reed canarygrass. In *Forage(The science of grassland agriculture)*.(4th ed.) Health, M. E, R. F. Barnes and D.S. Metcalfe. Iowa State Univ. Ames. USA.
10. Reneau, R. B., Jones, Jr. G. D. and Rreodricks, J. B. 1983. Effect of P and K on yield and chemical composition of forage sorghum. *Agron. J.* 75:5-8.
11. Songin, W. 1985. The effect of nitrogen application on the content of nitrogen, phosphorus, potassium and calcium in the dry matter of rye and winter rye grown as winter catch crop. *Herb. Abst.* 55(2):297.
12. Szuts G., Vincze, L., Kovacs, G. and Jakab, E. 1988. Effect of soil fertility on the amino acids and nutritional value of wheat grain. *Acta veterinariaung arica.* 36(3-4):136-142.
13. Wardeh, M. F. 1981. Models for estimating energy and protein utilization for feed. Ph. D. diss. Utah State Univ., Logan, Utha, USA.