

제주조의 질소시비량 차이에 따른 생육반응, 수량성 및 사료가치 변화

조 남 기, 강 영 길, 송 창 길, 고 동 환, 조 영 일*
제주대학교 식물자원과학과, 서울대학교 농업생명과학대학*

Effects of Nitrogen Application Rate on Growth Characters and Feed Value in Jeju Italian millet

Nam Ki Cho, Young Kil Kang, Chang Khil Song, Dong Hwan Ko, Young Il Cho*

Dept of Plant Resources Science, Cheju National University
College of Agric. & Life Sci., Seoul National University*

ABSTRACT : In order to determine the influence of nitrogen on agronomic characters, forage yield and quality, Jeju Italian millet (*Setaria italica* Beauvis) was grown on the volcanic ash soil at the Experimental Farm of Cheju national university under the six levels of nitrogen rates (0, 50, 100, 150, 200, 250kg/ha) from May 1, 2000 to August 25, 2000. Days to heading was delayed 92~98 days as nitrogen rate increased. Plant height was 96cm at 0 kg N/ha, as N rate increased, grew gradually, was 134cm at 200kg N/ha, 135cm at 250kg N/ha, and was not significantly affected between the two plots. Fresh forage, dry matter, crude protein and TDN yield increased 18.88~42.82MT/ha, 8.45~12.25MT/ha, 0.76~1.59MT/ha and 4.32~6.79MT/ha, respectively, as the increasing of N rate, but were not significant between 200kg N/ha and 250kg N/ha. As N rate increased, crude protein, crude fat, NFE and TDN content increased 9.0~13.0%, 1.4~1.7%, 9% and 51.1~55.5%, respectively, but crude ash and crude

fiber content decreased 8.7~8.2% and 34.9~30.2%, respectively.

Key words : Jeju italian millet, nitrogen application rate, growth characters, feed value.

서 론

조(*Setaria italica* BEAUVOIS)는 고온 하에서도 요구 수량이 적고, 수분조절 기능이 높을 뿐만 아니라 흡비력과 내건성이 매우 강하기 때문에 맥류, 콩 등의 재배가 어려운 척박한 토양에서도 생육이 좋은 작물로 알려지고 있다(조, 1983). 조 재배면적이 넓은 나라는 인도, 중국, 나이지리아 등이고 우리 나라에서는 1960년에는 14,000ha에 달하는 면적에 조를 재배하였으나 그 이후부터 조 재배면적은 해마다 감소되어 1980년에는 3,261ha로 감소되었다. 현재는 제주지역과 전남지역의 농가에서 소규모로 종실 및 청예사료를 생산할 목적으로 조를 재배하고 있으나 농림통계

에 기록이 못되고 있는 실정이다. 조의 파종은 주로 산파에 의존하고 있고 시비는 질소 50~60kg, 인산 및 칼리 각각 30~50kg/ha 정도가 알맞은 것으로 보고되고 있으나 토양에 따라서는 질소시비량이 다른 것으로 알려지고 있다(이, 1983). 최 등(1989)은 질소시비량이 10kg/10a에서 60kg/10a로 증가함에 따라 진주조의 초장은 244cm에서 255cm로, 청예수량은 7MT/10a에서 9.1MT/10a로, 단백질수량은 5%에서 12.4%로 증가되었으나 30kg/10a 이상으로 질소시비량을 증가시켰을 때는 도복정도가 심각하였다고 하였다. 제주지역에서 제주재래 옥수수과 Sudan grass계 잡종의 질소시비량은 300kg/ha에서(Cho 등, 1993; 조 등, 2001), 청예피는 질소 200kg/ha에서 초장도 크고 생초 및 단백질 수량도 가장 높다고 하였으며 Partras와 Pinzariu(1983)는 강우량이 많은 지역에서는 질소시비량이 270kg/ha에서 화본과 사료작물의 건물수량이 매우 높다고 하였다. 제주조는 제주도 기상, 토양 등의 환경조건하에 적응성이 높은 여름철 청예사료작물로 이용가치가 매우 높은 것으로 생각되나 제주조의 재배관리에 관한 연구가 거의 이루어진 바 없는 실정이다. 따라서 본 시험은 제주지역의 화산회토양에서 질소시비량 차이에 따른 제주조의 생육반응, 수량 및 사료가치를 분석함으로써 질소비료의 효율적인 이용방안을 구명하고자 하였다.

재료 및 방법

본 시험은 2000년 5월 1일부터 8월 25일까지 표고 278m에 위치한 제주대학교 농업생명과학대학 부속농장에서 제주도 농가에서 오래 전부터 자가채종하여 재배되고 있는 제주조를 공시하였다. 파종은 15kg/ha에 해당하는 종자를 휴폭 15cm 간격으로 조파하였다. 시험구 면적은 9㎡로 하였고, 시험구 배치는 난괴법 3반복으로 하였다.

시험포의 토양은 화산회토가 모재로 된 농암갈색토로 표토(10cm)의 화학적 성질은 Table 1에서 보는 바와 같이 비옥도가 다소 낮은 편이었다. 재배 기간 중의 기상조건은 Table 2에서 나타내었다.

질소시비는 0, 50, 100, 150, 200, 250kg/ha의 6개 수준으로 하여 요소로 시비하였으며 전술한 시비량의 50%는 기비로 하였고 나머지 50%는 파종 후 30일에 추비로 하였다. 시험포의 일반 관리는 일반관례에 준하였다. 각 형질조사는 三井(1988)의 청예사료작물 조사기준에 준하여 출수기까지의 일수와 엽록소 측정(SPAD-502, Soil Plant Analysis Development: SPAD, Section, Minolta Camera Co., Japan)은 포장에서 조사하였으며 기타형질조사는 2000년 8월 25일에 시험구에서 초장이 중간인 20개체를 선정하여 초장, 엽장, 엽수, 마디수, 경직경 등을 측정하였다. 생

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

pH (1:5)	EC (dS/m)	Organic matter (g/kg)	Available P ₂ O ₅ (mg/kg)	Exchangeable cation(cmol/kg)			
				Ca	Mg	K	Na
5.4	0.19	59.85	42.63	0.69	0.34	0.32	0.2

Table 2. Meteorological factor during season and 10-year(1991~2000) average.

	Temperature(°C)						Precipitation (mm)		Hours of sunshine	
	Average		Maximum		Minimum		T	N	T	N
	T	N	T	N	T	N				
May	17.2	17.9	21.2	25.2	13.8	12.1	46.2	94.9	229.9	214.9
June	21.6	21.5	25.1	27.8	18.7	17.3	97.6	178.2	165.9	163.6
July	26.4	25.9	29.7	31.2	23.8	22.2	166.2	219.4	227.3	201.8
Aug.	28.0	26.7	30.9	31.1	25.0	23.1	169.6	289.9	241.7	193.7
Sept.	22.2	23.1	24.6	28.4	19.7	18.9	331.2	198.3	155.0	171.8

T : the testing period. N : the normal year(1991-2000)

초중은 3.3m²로 하여 각 구에서 측정된 다음 ha당 청예수량으로 환산하였고, 건초중은 각구의 중간에서 예취한 생엽중에서 500g의 시료를 75°C 통풍건조기에서 48시간 건조시켜 건물울을 구한 후 건물중으로 환산하였다.

조단백질(CP), 조지방(EE), 조섬유(CF), 조회분(CA) 및 가용무질소물(NFE) 등의 일반조성분은 80°C 순환식 열풍건조기에서 48시간 건조시킨 후 분쇄하여 2mm체를 통과시킨 시료를 이용하여 농진청축산연(1996)의 표준사료성분 분석법에 준하여 분석하였다. 가스화양분총량(TDN)은 Wardeh(1981)가 제시한 수식에 의하여 산출하였으며, 조단백질 수량은 건물수량×단백질함량으로 환산하였다. $TDN(\%) = -17.265 + 1.212CP(\%) + 2.464EE(\%) + 0.835NFE(\%) + 0.488CF(\%)$

결과 및 고찰

1. 생태반응

질소시비량 차이에 따른 출수기까지의 일수, 초장, 경직경, 엽장, 엽폭, 엽수, 마디수 및 엽록소 측정치는 Table 3에서 보는 바와 같다.

질소시비량 차이에 따른 출수기까지의 일수는 92일에서 98일로 질소시비량이 증가됨에 따라 출수기까지의 일수는 지연되는 경향이었다. 초장은 질소시비량이 증가함에 따라 점차적으로 길어지는 경향이

었다. 즉, 무질소구에서 초장은 96cm였으나 질소 시비량이 증가함에 따라 커져서 200kg/ha, 250kg/ha 시비구에서 각각 134cm, 135cm로 커졌으나 두 시비구 간에는 유의한 차이는 없었다. 경직경, 엽장, 엽폭, 엽수, 마디수의 반응도 초장의 변화와 비슷한 경향이었다. 무비구에서 경직경 0.4cm, 엽장 32.0cm, 엽폭 2.0cm, 엽수 10.4개, 마디수 7.2개였으나 질소시비량이 증가함에 따라 점차적으로 증가되어 250kg/ha 시비구에서 경직경, 엽장, 엽폭, 엽수, 마디수는 각각 0.7cm, 41.1cm, 3.6cm, 11.8개, 8.7개였다. 엽록소측정치는 22.8에서 36.7로 질소시비량이 증가함에 따라 높아지는 경향이었다.

이 시험에서 질소 시비량증가에 따라 제주조의 초장, 엽장도 길어지고 엽수도 많아진 것은 제주지역이 다른지역에 비하여 강우량도 많고, 화산회 토양이어서 질소 유실량이 많았기 때문에 질소 증시에 따라 제주조 생육이 촉진된 것으로 생각되었다. 제주 지역의 화산회토양에서 질소시비량이 100kg/ha에서 300kg/ha로 증가함에 따라 개화기까지 일수도 지연되고 초장, 엽장 등 모든 형질이 우세하였다고 Cho 등(1998)은 보고한 바 있고, 청예피는 200kg/ha에서(조 등, 2001), 양마는 250kg에서(조 등, 2001) 질소시비량을 증가시킬수록 초장, 엽장은 길어지고 엽수도 많아졌다는 보고도 있다.

2. 수량성 변화

질소시비량 차이에 따른 생초, 건물, 단백질 및

Table 3. Agronomic characters of Jeju Italian millet grown at six nitrogen rates.

Nitrogen rate (kg/ha)	Days to heading	Plant height (cm)	Stem diameter (cm)	No. of leaves /plant	No. of nodes /plant	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	SPAD reading values
0	Aug. 1(92)	96	0.4	10.4	7.2	32.0	2.0	22.8
50	Aug. 1(92)	114	0.5	11.1	8.1	37.9	2.6	27.8
100	Aug. 4(95)	123	0.6	11.3	8.3	38.1	3.0	34.2
150	Aug. 5(96)	126	0.6	11.5	8.3	38.3	3.3	34.1
200	Aug. 7(98)	134	0.7	11.7	8.5	40.8	3.5	36.6
250	Aug. 7(98)	135	0.7	11.8	8.7	41.1	3.6	36.7
LSD(5%)	0.79	5.37	0.09	0.21	0.63	2.59	0.15	1.17
C.V.(%)	0.46	2.43	8.50	1.02	4.25	3.75	2.82	2.01

TDN 수량을 조사한 결과는 Table 4에 제시하였다.

생초수량은 무질소구에서 18.88MT/ha이었던 것이 질소시비량이 증가됨에 따라 점차적으로 증가되어 200kg과 250kg/ha 시비구에서 각각 42.53MT/ha, 42.82MT/ha로 증수되었으나 이 두 시비구 간에는 유의한 차이가 없었다.

건물수량, 단백질수량 및 TDN 수량도 생초수량 변화와 비슷한 경향이였다. 즉 무질소구에서 건물수량은 8.45MT/ha, 단백질수량은 0.76MT/ha, TDN 수량은 4.32MT/ha였는데, 질소시비량의 증가와 함께 점차적으로 증가되어 200, 250kg/ha 시비구에서 건물수량은 12.18MT/ha에서 12.25MT/ha로, 단백질 수량은 1.47MT/ha에서 1.59MT/ha로, TDN 수량은 6.64MT/ha에서 6.79MT/ha로 증수되었으나 이 두 시비구 간에는 유의성이 인정되지 않았다. 본 시험에서 질소시비량이 50kg/ha에서 250kg/ha까지 증가됨에 따라 제주조의 생초, 건물, 단백질 및 TDN수량이 증가된 요인은

전술한 바와 같이 제주지역은 강우량이 많고 화산회토양으로서 비료유실량이 많은 지역이었기 때문에 질소증시효과가 현저한 것으로 생각되었다. Patras 및 Pinzariu(1983)은 건조한 지역에서 질소시비량은 100kg/ha, 강우량이 많은 지역에서는 270kg/ha의 질소시비수준에서 화분과 사료작물의 수량성은 매우 높았다고 보고한 바 있다. 일반적으로 화분과 사료작물은 3요소(N, P, K) 중 질소 요구량이 매우 높은 것으로 알려지고 있는데(Sheldick 등, 1981) 제주지역의 화산회토양에서 제주재래옥수수(Park 등, 1996), 사료용유채(Cho 등, 1998)는 300kg/ha 질소시비구에서, 청예피(조 등, 2001)는 200kg/ha 질소시비구에서, 제주재래단지무(조 등, 2000)는 250kg 질소시비구에서 생초, 건조, 단백질수량이 높았다고 보고한 바 있다.

Table 4. Fresh forage, dry matter, crude protein and total digestible nutrients(TDN) yield at six nitrogen rates.

Nitrogen rate (kg/ha)	Fresh forage yield (MT/ha)	Dry matter Yield (MT/ha)	Crude protein Yield (MT/ha)	TDN Yield (MT/ha)
0	18.88	8.45	0.76	4.32
50	32.38	10.17	0.99	5.28
100	36.27	10.61	1.13	5.61
150	40.20	11.35	1.28	6.11
200	42.53	12.18	1.47	6.64
250	42.82	12.25	1.59	6.79
LSD(5%)	1.70	0.72	0.11	0.38
C.V.(%)	2.63	3.65	4.85	3.58

Table 5. Crude protein, ether extract, crude ash, crude fiber, nitrogen free extract(NFE) and total degestible nutrients(TDN) contents at at six nitrogen rates.

Nitrogen rate (kg/ha)	Crude protein(%)	Ether extract(%)	Crude ash(%)	Crude fiber(%)	NFE(%)	TDN(%)
0	9.0	1.4	8.7	34.9	46.1	51.1
50	9.7	1.5	8.6	34.0	46.2	52.0
100	10.6	1.5	8.4	33.2	46.2	52.8
150	11.3	1.7	8.4	32.1	46.5	53.8
200	12.1	1.7	8.3	31.3	46.6	54.5
250	13.0	1.7	8.2	30.2	46.9	55.4
LSD(5%)	0.65	0.07	0.14	0.56	0.84	0.39
C.V.(%)	3.27	2.50	0.94	0.94	0.10	0.40

3. 사료가치변화

질소시비량 차이에 따른 사료가치 변화는 Table 5에 표시하였다.

조단백(CP), 조지방(EE), 가용무질소물(NFE) 및 TDN함량은 질소시비량이 증가함에 따라 점차 증가되었다. 즉 무비구에서 질소시비량이 250kg/ha로 증가함에 따라 조단백질 함량은 9.0%에서 13.0%로, 조지방함량은 1.4%에서 1.7%로, 가용무질소물은 46.1%에서 46.9%로, 가소화양분총량은 51.1%에서 55.5%로 증가되었다. 조회분과 조섬유함량은 단백질, 조지방, 가용무질소물, 가소화양분총량의 반응과는 반대로 질소시비량이 증가함에 따라 낮아졌다. 조섬유함량은 34.9%에서 46.9%로, 조회분함량은 8.7%에서 8.2%였다. 이와 같은 반응은 질소는 식물원형질의 주성분인 단백질 합성에 중요한 역할을 하기 때문에(Songin, 1985) 질소를 증시함에 따라 N 등 세포 내용물을 증가시켜 단백질함량은 증가되었으나(Davis, 1969), 조섬유함량 등은 세포벽 물질의 감소로 인하여 증가된 것으로 판단되었다(Reneacue 등, 1983). 화본과 사료작물은 질소증시에 따라 조단백, 조지방 및 가용무질소물은 증가되나 조섬유와 조회분함량은 낮아졌다고 하는 Sheldrick등(1981), Harangozo와 Horango(1985), Murphy와 Smith(1967) 등의 보고도 있다(Cho 등, 2000). 본 시험 결과는 기온이 높고 강우량이 많은 제주지역의 화산회토양 등의 환경조건에서 제주조를 사료작물로 재배할 경우에는 질소시비량은 200kg/ha로 하는 것이 적당한 것으로 생각된다.

적 요

본 시험은 제주지역에서 질소시비량 차이(0, 50, 100, 150, 200, 250kg/ha)에 따른 제주조의 생육반응, 수량 및 사료가치를 구명하기 위하여 2000년 5월 1일부터 8월 25일까지 수행한 결과를 요약하면 다음과 같다.

출수기까지의 일수는 92일에서 98일로 질소시비량이 증가할수록 출수기까지의 일수는 지연되는 경향이

있었다. 초장은 무비구에서 96cm였던 것이 질소시비량이 증가함에 따라 점차적으로 커져서 200kg, 250kg/ha 시비구에서 각각 134cm, 135cm였으나 두 시비구 간의 유의성은 없었다. 무비구에서 질소시비량이 250kg/ha 증가함에 따라 생초수량은 18.88MT/ha에서 42.82MT/ha로, 건물수량은 8.45MT/ha에서 12.25MT/ha로, 단백질수량은 0.76MT/ha에서 1.59MT/ha로, TDN수량은 4.32MT/ha에서 6.79MT/ha로 증가되었으나 200kg/ha와 250kg/ha의 두 시비구 간에 모든 수량은 유의한 차이가 없었다.

무질소구에서 질소시비량이 증가함에 따라 조단백 함량은 9%에서 13.0%로, 조지방은 1.4%에서 1.7%로, 가용무질소물은 46.1%에서 46.9%로, TDN함량은 51.1%에서 55.5%로 증가되는 경향을 보였으나 조회분함량은 8.7%에서 8.2%로, 조섬유함량은 34.9%에서 30.2%로 감소되는 경향이였다.

인용문헌

1. Cho, N.K. and Y. C.S. 1993. Ingfluence of nitrogen rate on the agronomic characters and feeding value of forage in sudangrass hybrid. Published by the Research Institute for Subtropical Agriculture Cheju National University Cheju, Korea. 10:29-40.
2. Cho, N.K., Jin, W.J., Kang, Y.K., Ko, M.R. and Park, Y.M. 1998. Effect of nitrogen rate on growth, yield and chemical composition of forage rape cultivars. Korean J. Crops Sci. 43(2):66-70.
3. Davis, R.R. 1969. Nutrition and Fertilizers in turf grass science. ASA. p.130-132.(1976. Cited by Chung, Y.K.)
4. Harangozo, A. and Horango, K. 1985. Effect of various fertilizer applications on growth in green toddler reepes grown as catch crops. Herb. Abst. 55(2):233.
5. Murphy, L.S. and Smith, G.E. 1967. Nitrate accumulation in forage crop. J. 59:171-174.

6. Park, Y.M., Cho, N.K. and Kim, S.B. 1996. Effect of nitrogen fertilization on the change in growth and grain yield of local corn. Published by the Research Institute for Subtropical Agriculture Cheju National University Cheju, Korea. 13:13-19.
7. Patras, J. and Pinzariu, D. 1983. Doubling cropping ensures a very economical forage reserve. *Herb. Abst.* 53(2):714.
8. Reneacu, R.B., Jr. Jones, G.D. and Friedricks, J.B. 1983. Effect of P and K on yield and chemical composition of forage sorghum. *Agron J.* 75:5-8.
9. Sheldrick, R.D., Fenlon, J.S. and Lavender, R.H. 1981. Variation in forage yield and quality of three cruciferous catch crops ground in Southern England. *Grass and Forage Sci.* 36:179-187.
10. Sheldrick, R.D. and Lavender, R.H. 1981. A comparison of a hybrid stubble turnip(LV. Appon) with other cruciferous catch crop for lamb fattening. I. Initial evaluation for dry matter yield and forage quality. *Grass and Forage Sci.* 36:281-289.
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. Wardeh, M.F. 1981. Models for estimating energy and protein utilization for feed. Ph. D. Dissertation Utah State Univ., Logan, Utah, USA.
13. 농촌진흥청 축산기술연구소. 1996. 표준사료성분 분석법. pp. 4-10.
14. 이흥석. 1983. 전작. 방송통신대학. pp.147-158.
15. 조남기, 부창훈, 강영길, 조영일. 2001. 질소시비량이 청예피의 생육특성, 수량 및 조성분변화. *동물자원지* 43(2):259-266.
16. 조남기, 송창길, 조영일, 고지병. 2001. 제주지역에서 질소시비량차이에 따른 양마의 생육특성, 수량 및 조성분 변화. *한초지* 21(2):59-66.
17. 조남기, 송창길, 오태수, 부창훈, 조영일. 2000. 질소시비수준이 제주재래단지무의 성장, 수량 및 사료가치에 미치는 영향. *동물자원지* 42(5):703-710.
18. 조재영. 1983. 전작. 향문사. pp 158-197.
19. 최병한, 박근용, 박래경. 1989. 시비량이 진주조의 생산성 및 품질에 미치는 영향. *한작지* 34(4): 396-399.
20. 三井計夫. 1988. 飼料作物·草地. 養賢堂. pp. 514-519.