

질소시비량 차이에 따른 제주조의 생육반응, 수량성 및 사료가치 변화

조남기, 강영길, 송창길, 전용철, 고동환, 박성준
제주대학교 식물자원과학과

Effects of Seeding Rate on Yield potential and Feeding Value in Italian millet cultivars

Nam Ki Cho, Kil Young Kang, Khil Chang Song, Yong Chull Jeun, Dong Hwan Ko, Sung Jun Park
Dept of Plant Resources Science, Cheju National University

ABSTRACT : This experiment was conducted to determinate the response of growth characters, yield and chemical composition of Jeju local millet on Jeju based on the difference between nitrate rate. The results obtained are summarized as follows: Days to heading was delayed from 92 to 98 days, as nitrogen rate increased from 0 to 250kg/ha. Days to heading by cultivar was the most rapid in Nolanheulinjo (91 days), but was the latest in Mo-inchajo (98 days). Plant height was 98.7cm at 0 kg/ha plot of nitrogen rate, but became longer to 145.7cm and 146.1cm, as nitrogen rate increased to 200kg/ha and 250kg/ha plot, respectively. On the other hand, there were no significance between the two application plots. Mo-inchajo of the three cultivars was the longest at 138.7cm and geum-enujo was the shortest at 121.5cm. Stem diameter, number of leaves and nodes, leaf length, and leaf width were the same tendency with plant height. Mo-inchajo had the better of leaf width and number of leaves and Nolanheulinjo had the better of leaf width and number of nodes. Fresh forage, dry matter, crude protein, and total digestible nutrient (TDN) yield increased to 43.80MT/ha, 12.96MT/ha, 1.85MT/ha, and 7.20MT/ha, respectively, at 250kg/ha plot of nitrogen rate. There was no significance between 200 kg/ha and 250 kg/ha plots of nitrogen rate. Mo-inchajo of the cultivars was the most at 38.08MT/ha, 12.58MT/ha, 1.66MT/ha, and 6.81MT/ha in fresh forage, dry matter, crude protein, and total digestible nutrient (TDN) yield, respectively. Nitrogen uptake quantity increased to 291.4 and 295.4kg/ha at 200 and 250kg/ha plot of nitrogen rate, respectively. There were no significance between the two application plots. Nitrogen use efficiency (NUE) was the highest at 60.4kg DM/kg N in 50kg/ha plot of nitrogen rate, but at the above or below of nitrogen rate made gradual decrease. And NUE decreased to 44.1kg DM/kg N at 250kg/ha nitrogen rate. Nitrogen uptake quantity by cultivar was the most in Mo-inchajo (291.9kg/ha) and NUE was the most in Gaebalsili (54.9kg DM/kg N). Crude protein, ether extract, and TDN contents on averaged cultivar increased 9.0%~ 14.2%, 1.4%~ 1.8%, and 51.0%~55.6%, respectively, as increasing of nitrogen rate. While crude ash and crude fiber contents decreased 8.9%~8.4% and 34.8%~31.2%, respectively, as increasing of nitrogen rate. Crude protein, ether extract, and TDN contents were high in

Mo-inchajo. Crude ash and crude fiber contents were much in Mo-inchajo and Nolanheulinjo. But there were no significance between Mo-inchajo and Nolanheulinjo. Crude protein, increased in all cultivar as seeding rate increase from 6 to 18kg/ha, but crude ash, crude fiber, and nitrogen free extract (NFE) contents decreased. Crude protein and NFE contents were the highest in Mo-inchajo and Gaebalsili, respectively.

I. 서 론

조(*Setaria italica* BEAUVOIS)는 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 농림통계에 기록이 못되고 있는 실정이다. 조의 파종은 주로 산파에 의존하고 있고 시비는 질소 50~60 kg, 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 10kg에서 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 제주재 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 화분과 사료작물의 건물수량이 매우 높다고 하였다. 제주주는 제주도 기상, 토양 등의 환경조건하에 적응성이 높은 여름철 청예사료작물로 이

용가치가 매우 높은 것으로 생각되나 제주조의 재배관리에 관한 연구가 거의 이루어진 바 없는 실정이다. 따라서 본 시험은 제주지역의 화산회토양에서 질소시비량 차이에 따른 조품종의 수량성 및 사료가치를 분석함으로써 질소비료의 효율적인 이용방안을 구명하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

본 시험은 2000년 5월 1일부터 8월 25일까지 표고 278m에 위치한 제주대학교 농업생명과학대학 부속농장에서 제주도 농가에서 오래 전부터 자가채종하여 재배되고 있는 모인차조, 노란호린조, 개발시리 3품종을 공시하였다. 파종은 15kg/ha에 해당하는 종자를 휴폭 15cm 간격으로 조파하였다. 시험구 면적은 9m²로 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. 생초중은 3.3m²로 하여 각 구에서 측정한 다음 ha당 청예수량으로 환산하였고, 전초중은 각구의 중간에서 예취한 생엽중에서 500g의 시료를 75℃ 통풍건조기에서 48시간 건조시켜 건물율을 구한 후 건물중으로 환산하였다.

조단백질(CP), 조지방(EE), 조섬유(CF), 조회분(CA) 및 가용무질소물(NFE) 등의 일반조성분은 80℃ 순환식 열풍건조기에서 48시간 건조시킨 후 분쇄하여 2mm체를 통과시킨 시료를 이용하여 농진청 축산연(1996)의 표준사료성분 분석법에 준하여 분석하였다. 가소화양분총량(TDN)은 Wardeh(1981)가 제시한 수식에 의

하여 산출하였으며, 조단백질 수량은 건물수량×단백질 함량으로 환산하였다. TDN(%)=-17.265+1.212CP(%) + 2.464EE(%) + 0.835NFE(%) + 0.488CF(%)

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

Month	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)

III. 결과 및 고찰

질소시비량 차이에 따른 제주조 품종의 생육특성을 조사한 결과는 Table 3, 4, 5, 6에서 보는 바와 같다.

1. 생육특성

(1) 출수일수 및 초장

Table 3. Days to heading and SPAD reading values of three Jeju Italian millet cultivars grown at six nitrogen rate

Nitrogen rate (kg/ha)	Days to heading				SPAD reading values			
	Mo-incha Nolanheu		Gaebalsili	Mean	Mo-incha Nolanheu		Gaebalsili	Mean
	jo	linjo			jo	linjo		
0	96	88	92	92	24.1	25.4	22.8	24.1
50	96	89	92	93	29.1	28.5	27.8	28.5
100	98	92	95	95	36.3	33.6	34.2	34.7
150	98	93	96	96	37.3	33.7	34.1	35.0
200	100	93	98	97	37.9	35.7	36.6	36.7
250	101	94	98	98	39.3	36.2	36.7	37.4
Mean	98	91	95	95	34.0	32.2	32.0	32.7
Response	L	L	L	L	Q	Q	Q	Q
LSD	(1)0.6	(2)0.7	(3)NS	(4)NS	(1)1.0	(2)1.1	(3)1.9	(4)2.0

(1) Between cultivar means

(2) Between nitrogen rate means

(3) Between nitrogen rate means for the same cultivar

(4) Between cultivar means for the same or different nitrogen rate means

품종별 출수일수는 노란호린조가 91일로 가장 빨랐고, 개발시리 95일, 모인차조 98일 순이었다. 질소시비량 차이에 따른 출수기까지의 일수는 무비구에서 92일, 250kg/ha에서 98일로 질소시비량이 증가됨에 따라 출수기까지의 일수는 점차 지연되었다.

엽록소측정치는 모인차조, 노란호린조, 개발시리 공시 품종 모두 질소시비량이 증가함에 따라 높아지는 경향으로, 모인차조 250kg/ha에서 39.3로 가장 높았으며, 개발시리 무비구에서 22.8로 가장 낮았다.

(2) 초장 및 경직경

Table 4. Plant height and stem diameter of three Jeju Italian millet cultivars grown at six nitrogen rate

Nitrogen rate (kg/ha)	Plant height(cm)				Stem diameter(cm)			
	Mo-incha jo	Nolanheu linjo	Gaebalsili	Mean	Mo-incha jo	Nolanheu linjo	Gaebalsili	Mean
0	89.0	110.8	96.2	98.7	0.42	0.41	0.43	0.42
50	130.8	126.8	113.9	123.8	0.54	0.49	0.55	0.53
100	144.5	128.3	122.7	131.9	0.60	0.62	0.60	0.61
150	154.0	137.7	126.1	139.3	0.65	0.62	0.62	0.63
200	156.3	146.3	134.4	145.7	0.77	0.73	0.67	0.72
250	156.9	146.9	134.7	146.1	0.80	0.73	0.70	0.74
Mean	138.7	132.9	121.5	131.0	0.63	0.60	0.60	0.61
Response	C	Q	Q	C	L	L	L	Q
LSD	(1)1.0	(2)2.6	(3)4.5	(4)4.2	(1)0.03	(2)0.05	(3)NS	(4)NS

- (1) Between cultivar means
- (2) Between nitrogen rate means
- (3) Between nitrogen rate means for the same cultivar
- (4) Between cultivar means for the same or different nitrogen rate means

초장은 공시품종 모두 질소시비량이 증가함에 따라 점차적으로 길어지는 경향으로 250kg/ha에서 가장 길었으나, 200kg/ha시비구와는 유의한 차이는 없었다. 모인차조 250kg/ha시비구에서 156.9cm로 가장 길었으며, 모인차조 무비구에서 89.0cm로 가장 짧았다.

노란호린조와 개발시리는 가는 편이었다. 질소시비량 차이에 따른 경직경의 반응은 질소시비량이 증가함에 따라 점차 굵어져 무비구에서 0.42cm였던 것이 250kg/ha 시비구에서는 0.74cm로 굵어졌다.

품종간 경직경은 모인차조가 0.63cm로 가장 굵었으며, (3) 엽수 및 마디수

Table 5. Number of leaves and Number of nodes of three Jeju Italian millet cultivars grown at six nitrogen rate

Nitrogen rate (kg/ha)	No. of leaves/plant				No. of nodes/plant			
	Mo-incha jo	Nolanheu linjo	Gaebalsili	Mean	Mo-incha jo	Nolanheu linjo	Gaebalsili	Mean
0	9.6	10.1	10.4	10.0	6.2	8.8	7.2	7.4
50	11.9	10.2	11.1	11.1	8.7	9.0	8.1	8.6
100	12.1	10.4	11.3	11.3	8.8	9.1	8.3	8.7
150	12.2	11.2	11.5	11.6	8.9	9.2	8.3	8.8
200	12.6	11.3	11.7	11.8	9.0	9.3	8.5	8.9
250	12.7	11.3	11.8	11.9	9.1	9.3	8.7	9.0
Mean	11.8	10.8	11.3	11.3	8.4	9.1	8.2	8.6
Response	C	L	Q	C	C	L	C	C
LSD	(1)0.3	(2)0.2	(3)0.4	(4)0.4	(1)0.2	(2)0.2	(3)0.4	(4)0.4

- (1) Between cultivar means
- (2) Between nitrogen rate means
- (3) Between nitrogen rate means for the same cultivar
- (4) Between cultivar means for the same or different nitrogen rate means

질소시비량 차이에 따른 엽수와 마디수의 반응은 공시 품종 모두 질소시비량이 증가할수록 점차로 증가되어 250kg/ha시비구에서 가장 많았으나, 200kg/ha시비구와 유의한 차이는 없었다. 엽수는 모인차조 250kg/ha시비구에서 12.7개로 많은편이었으며, 모인차조 무비구에서 9.6개로 가장 적었다.

마디수도 질소시비량 차이에 따른 엽수의 경향과 비슷한 경향을 보였다. 즉, 질소시비량이 증가함에 따라 점차적으로 증가되어 250kg/ha시비구에서 모인차조, 노란호런조, 개발시리 각각 9.1, 9.3, 8.7개로 가장 많았으며, 모인차조 무비구에서 6.2개로 가장 적었다.

(4) 엽장 및 엽폭

Table 6. Leaf length and leaf width of three Jeju Italian millet cultivars grown at six nitrogen rate

Nitrogen rate (kg/ha)	Leaf length(cm)				Leaf width(cm)			
	Mo-incha jo	Nolanheu linjo	Gaebalsili	Mean	Mo-incha jo	Nolanheu linjo	Gaebalsili	Mean
0	36.5	35.2	32.0	34.5	1.8	2.3	2.0	2.1
50	46.1	41.1	37.9	41.7	2.3	2.6	2.6	2.5
100	46.7	41.6	38.1	42.1	2.4	2.8	3.0	2.7
150	47.9	41.8	38.3	42.7	2.5	3.3	3.3	3.0
200	48.5	42.7	40.8	44.0	2.6	3.5	3.5	3.2
250	48.6	43.0	41.1	44.2	2.6	3.5	3.6	3.2
Mean	45.7	40.9	38.0	41.5	2.4	3.0	3.0	2.8
Response	C	C	C	C	Q	C	Q	Q
LSD	(1)1.2	(2)1.0	(3)1.7	(4)2.0	(1)0.1	(2)0.1	(3)0.2	(4)0.2

- (1) Between cultivar means
- (2) Between nitrogen rate means
- (3) Between nitrogen rate means for the same cultivar
- (4) Between cultivar means for the same or different nitrogen rate means

질소시비량 차이에 따른 엽장은 모인차조, 노란호런조, 개발시리 공시품종 모두 무비구에서 각각 36.5, 35.2, 32.0cm로 가장 짧았고, 질소시비량이 증가함에 따라 점차로 길어져 250kg/ha시비구에는 각각 48.6, 43.0, 41.1cm로 가장 길었으나, 200kg/ha시비구와 250kg/ha시비구 사이에는 유의성이 인정되지 않았다.

엽폭은 엽장의 반응과 비슷한 경향을 보여, 질소시비량이 증가함에 따라 점차로 넓어져 250kg/ha시비구에는 각각 2.6, 3.5, 3.6cm로 가장 넓어졌으나, 200kg/ha시비구와

250kg/ha시비구 사이에는 유의성이 인정되지 않았다.

2. 수량성 변화

질소시비량 차이에 따른 제주조 품종의 생초, 건초, 단백질, TDN수량, 질소흡수량 및 질소이용효율을 조사한 결과는 Table 7, 8, 9에서 보는 바와 같다.

(1) 생초 및 건물수량

Table 7. Fresh forage yield and dry matter yield of three Jeju Italian millet cultivars grown at six nitrogen rate

Nitrogen rate (kg/ha)	Fresh forage yield(MT/ha)				Dry matter yield(MT/ha)			
	Mo-incha jo	Nolanheu linjo	Gaebalsili	Mean	Mo-incha jo	Nolanheu linjo	Gaebalsili	Mean
0	20.00	24.38	18.88	21.09	8.94	8.94	8.45	8.78
50	37.03	30.30	32.38	33.24	12.41	10.91	10.17	11.16
100	38.62	37.58	36.27	37.49	12.95	10.74	10.61	11.43
150	42.43	41.62	40.20	41.42	13.32	12.06	11.36	12.25
200	45.03	43.11	42.53	43.56	13.91	12.49	12.18	12.86
250	45.37	43.21	42.82	43.80	13.96	12.67	12.25	12.96
Mean	38.08	36.70	35.51	36.77	12.58	11.30	10.84	11.57
Response	C	Q	C	C	C	Q	Q	C
LSD	(1)1.05	(2)0.75	(3)1.31	(4)1.57	(1)0.34	(2)0.32	(3)0.56	(4)0.61

- (1) Between cultivar means
- (2) Between nitrogen rate means
- (3) Between nitrogen rate means for the same cultivar
- (4) Between cultivar means for the same or different nitrogen rate means

질소시비량에 따른 생초수량은 무비구에서 모인차조, 노란호린조, 개발시리 각각 20.00, 24.38, 18.88MT/ha 였으나, 질소시비량이 증가함에 따라 점차적으로 증수되어 250kg/ha시비구에서 각각 45.37, 43.21, 42.82MT/ha 로 증수되었다. 그러나 200kg/ha과 250kg/ha시비구 간에는 유의성은 나타나지 않았다.

건물수량도 생초수량 변화와 비슷한 경향이였다. 질소시비량의 증가와 함께 점차적으로 증수되어 250kg/ha시비구에서 13.96, 12.67, 12.25MT/ha로 가장 증수하였으나, 개발시리 무비구에서 8.45MT/ha로 수량성이 가장 낮았다.

(2) 단백질수량 및 TDN수량

Table 8. Crude protein yield and total digestible nutrients(TDN) yield of three Jeju Italian millet cultivars grown at six nitrogen rate

Nitrogen rate (kg/ha)	Crude protein yield (MT/ha)				TDN yield (MT/ha)			
	Mo-incha jo	Nolanheul injo	Gaebalsili	Mean	Mo-incha jo	Nolanheul injo	Gaebalsili	Mean
0	0.82	0.81	0.76	0.79	4.54	4.56	4.32	4.47
50	1.43	1.09	0.99	1.17	6.52	5.67	5.29	5.83
100	1.65	1.18	1.13	1.32	6.95	5.69	5.61	6.08
150	1.86	1.52	1.28	1.55	7.31	6.50	6.11	6.64
200	2.08	1.80	1.59	1.82	7.72	6.87	6.68	7.09
250	2.10	1.84	1.61	1.85	7.80	7.01	6.80	7.20
Mean	1.66	1.37	1.22	1.42	6.81	6.05	5.80	6.22
Response	C	C	L	Q	C	Q	Q	C
LSD	(1)0.07	(2)0.05	(3)0.08	(4)0.10	(1)0.19	(2)0.17	(3)0.30	(4)0.33

- (1) Between cultivar means
- (2) Between nitrogen rate means
- (3) Between nitrogen rate means for the same cultivar
- (4) Between cultivar means for the same or different nitrogen rate means

단백질수량은 생초수량 변화와 비슷한 경향이였다. 단백질수량은 무비구에서 모인차조, 노란호린조, 개발시리 각각 0.82, 0.81, 0.76MT/ha였으나, 질소시비량의 증가와 함께 점차적으로 증가되어 250kg/ha시비구에서 단백질 수량은 각각 2.10, 1.84, 1.61MT/ha로 증수되었으나, 200kg/ha시비구와는 유의성이 인정되지 않았다.

질소시비량 차이에 따른 TDN수량 반응도 단백질수량의 변화와 비슷하게 질소시비량의 증가와 함께 점차적으로 증가하여, 모인차조 250kg/ha시비구에서 7.80MT/ha로 가장 증수하였으나, 개발시리 무비구에서 4.32MT/ha로 가장 낮은 수량성을 보였다.

(3) 질소흡수량 및 질소이용효율

Table 9. N uptake nitrogen use efficiency(NUE) of forge for three Jeju Italian millet cultivars grown at nitrogen rate

Nitrogen rate (kg/ha)	N uptake(kg/ha)				NUE(kg DM/kg N)			
	Mo-incha jo	Nolanheul injo	Gaebalsili	Mean	Mo-incha jo	Nolanheul injo	Gaebalsili	Mean
50	229.1	174.7	157.9	187.2	54.2	62.5	64.5	60.4
100	264.5	189.1	180.4	211.3	48.9	56.8	58.9	54.9
150	296.9	242.6	205.3	248.3	44.9	49.8	55.3	50.0
200	332.3	287.2	254.7	291.4	41.9	43.5	47.9	44.4
250	336.5	294.6	256.8	295.9	41.5	43.0	47.7	44.1
Mean	291.9	237.6	211.0	246.8	46.3	51.1	54.9	50.8
Response	C	Q	C	C	C	Q	C	Q
LSD	(1)11.8	(2)5.5	(3)18.3	(4)20.1	(1)1.9	(2)0.8	(3)3.7	(4)3.7

- (1) Between cultivar means
- (2) Between nitrogen rate means
- (3) Between nitrogen rate means for the same cultivar
- (4) Between cultivar means for the same or different nitrogen rate means

질소시비량 차이에 따른 질소흡수량은 개발시리 50kg/ha 시비구에서 157.9kg/ha로 가장 낮았으나, 질소시비량이 증가함에 따라 점차 증가하여 모인차조 200, 250kg/ha 시비구에서 각각 332.3, 336.5kg/ha로 높았으나, 두 시비구간에는 유의성은 나타나지 않았다.

질소이용효율은 질소흡수량과 반대의 경향으로 개발시리 50 kg/ha시비구에서 64.5kg DM/kg N로 가장 높았으나, 질소시비량이 증가함에 따라 점차 감소되어 모인차조 200, 250kg/

ha시비구에서 각각 41.9, 41.5kg DM/kg N로 낮아졌다.

3. 조성분 변화

질소시비량 차이에 따른 제주조 품종의 조단백, 조지방, 조회분, 조섬유, 가용무질소물 및 TDN 함량을 조사한 결과는 Table 10, 11, 12에서 예시하였다.

(1) 조단백질 및 조지방 함량

Table 10. Crude protein and Ether extract contents of forage for three Jeju Italian millet cultivars grown at six nitrogen rate

Nitrogen rate (kg/ha)	Crude protein(%)				Ether extract(%)			
	Mo-incha jo	Nolanheu linjo	Gaebalsili	Mean	Mo-incha jo	Nolanheu linjo	Gaebalsili	Mean
0	9.2	9.0	9.0	9.0	1.4	1.4	1.4	1.4
50	11.5	10.0	9.7	10.4	1.5	1.4	1.5	1.5
100	12.8	11.0	10.6	11.5	1.7	1.5	1.5	1.6
150	13.9	12.6	11.3	12.6	1.9	1.6	1.7	1.7
200	14.9	14.4	13.1	14.1	1.9	1.7	1.7	1.8
250	15.1	14.5	13.1	14.2	2.0	1.8	1.7	1.8
Mean	12.9	11.9	11.1	12.0	1.7	1.6	1.6	1.6
Response	Q	C	C	C	L	L	L	Q
LSD	(1)0.4	(2)0.3	(3)0.5	(4)0.6	(1)0.1	(2)0.1	(3)0.1	(4)0.1

- (1) Between cultivar means
- (2) Between nitrogen rate means
- (3) Between nitrogen rate means for the same cultivar
- (4) Between cultivar means for the same or different nitrogen rate means

조단백질 및 조지방함량은 공시품종 모두가 질소시비량이 증가함에 따라 점차 증가되었다. 조단백질함량은 노란흐린조와 개발시리 무비구에서 각각 9.0%로 가장 낮았으며, 모인차조 250kg/ha시비구에서 15.1%로 가장 높았다.

조지방함량도 공시품종 모두 질소시비량이 증가함에 따라 증가되는 경향을 보여 모인차조 250kg/ha시비구에서 2.0%로 가장 높았다.

(2) 조회분 및 조섬유 함량

Table 11. Crude ash and Crude fiber contents of forage for three Jeju Italian millet cultivars grown at six nitrogen rate

Nitrogen rate (kg/ha)	Crude ash(%)				Crude fiber(%)			
	Mo-incha jo	Nolanheu linjo	Gaebalsili	Mean	Mo-incha jo	Nolanheu linjo	Gaebalsili	Mean
0	9.1	8.9	8.7	8.9	35.0	34.6	34.9	34.8
50	8.7	8.8	8.6	8.7	34.1	33.8	34.0	34.0
100	8.5	8.6	8.4	8.5	33.5	32.9	33.2	33.2
150	8.6	8.6	8.4	8.5	32.3	32.6	32.1	32.3
200	8.4	8.5	8.3	8.4	32.1	32.0	31.3	31.8
250	8.4	8.5	8.2	8.4	31.7	31.7	30.2	31.2
Mean	8.6	8.6	8.4	8.5	33.1	32.9	32.6	32.9
Response	Q	L	L	Q	L	L	L	L
LSD	(1)0.2	(2)0.1	(3)NS	(4)NS	(1)0.3	(2)0.3	(3)0.6	(4)0.6

- (1) Between cultivar means
- (2) Between nitrogen rate means
- (3) Between nitrogen rate means for the same cultivar
- (4) Between cultivar means for the same or different nitrogen rate means

품종간 조회분함량은 모인차조와 노란호린조가 8.6%로 높은 편이었으며, 개발시리는 이보다 낮은 편이었다. 질소시비량 차이에 따른 조회분함량은 질소시비량이 증가함에 따라 점차로 낮아지는 경향으로, 무비구에서 조회분함량은 8.9%로 높았으나, 질소시비량이 증가함에 따라 감소되어 200, 250kg/ha시비구에서는 각각 8.4%로 낮아졌다.

조섬유함량은 공시품종 모두 질소시비량이 증가함에 따라 점차로 낮아지는 경향을 보였는데, 모인차조 무비구에서 35.0%로 가장 높았으나, 개발시리 250kg/ha시비구에서 30.2%로 가장 낮았다.

(3) NFE 및 TDN 함량

Table 12. Nitrogen free extract(NFE) and total digestible nutrients(TDN) contents of forage for three Jeju Italian millet cultivars grown at six nitrogen rate

Nitrogen rate (kg/ha)	NFE(%)				TDN(%)			
	Mo-incha jo	Nolanheu linjo	Gaebalsili	Mean	Mo-incha jo	Nolanheu linjo	Gaebalsili	Mean
0	45.4	46.1	46.1	45.9	50.8	51.0	51.1	51.0
50	44.1	46.0	46.2	45.4	52.6	51.9	52.0	52.2
100	43.6	46.0	46.2	45.2	53.7	53.0	52.8	53.2
150	43.4	44.6	46.5	44.8	54.9	53.9	53.8	54.2
200	42.7	43.4	45.6	43.9	55.5	55.0	54.9	55.1
250	42.9	43.5	46.8	44.4	55.9	55.3	55.5	55.6
Mean	43.7	44.9	46.2	44.9	53.9	53.4	53.3	53.5
Response	Q	C	NS	C	Q	L	L	C
LSD	(1)0.6	(2)0.4	(3)0.7	(4)0.9	(1)0.2	(2)0.2	(3)0.3	(4)0.4

- (1) Between cultivar means
- (2) Between nitrogen rate means
- (3) Between nitrogen rate means for the same cultivar
- (4) Between cultivar means for the same or different nitrogen rate means

질소시비량 차이에 따른 가용무질소물은 개발시리가 46.2%로 가장 높았고, 노란호린조 44.9%, 모인차조 43.7% 순이었다.

가소화양분총량은 공시품종 모두 질소시비량이 증가함에 따라 점차 증가되었다. 즉, 모인차조, 노란호린조, 개발시리 모두 질소시비량이 증가함에 따라 점차적으로 증가되어 250kg/ha시비구에서 각각 55.9, 55.3, 55.5%로 가장 증수하였다.

IV. 고 찰

제주조는 질소시비량이 증가할수록 출수기까지 일수도 지연되고 초장, 엽장 등의 형질은 길어지는 경향이었다. 이와 같은 반응은 제주지역은 다른 지역에 비하여 강수량도 많고, 화산회 토양이어서 질소유실량이 많았기 때문에 질소증시효과가 현저하였던 것으로 생각되었다. 제주지역에서 사료용 유채의 질소시비량이 100kg/ha에서

300kg/ha로 증가함에 따라 개화기까지 일수도 지연되고 초장, 엽장 등 모든 형질이 우세하였다는 Cho 등 (1998a)의 보고도 있었고, 청예피는 200kg/ha까지(조 등, 2001), 양마는 250kg/ha까지(조 등, 2001) 질소시비량을 증가함에 따라 초장, 엽장 등 모든 형질이 우세하였다는 보고도 있다.

이 시험에서는 질소시비량이 무비구에서 200~250kg/ha로 증가함에 따라 생초, 건물, 단백질 및 TDN수량이 점차적으로 증수되는 것으로 나타나고 있다. 이와 같은 반응은 전술한 바와 같이 제주지역은 강우량이 많고 화산회 토양으로서 비료유실량이 많은 지역이었기 때문에, 질소증시에 의한 제주조의 사료수량성이 현저히 증수한 것으로 생각되었다.

Patras 및 Pinzariu(1983)은 건조한 지역에서 질소시비량은 100kg/ha, 강우량이 많은 지역에서는 270kg/ha의 질소시비수준에서 화분과 사료작물의 수량성은 매우 높았으나, 그 이하로 질소시비량이 감소됨에 따라 화분과 사료작물의 수량은 점차적으로 감소되었다고 하

었다.

일반적으로 화분과 사료작물은 3요소(N, P, K) 중 질소 요구량이 매우 높은 것으로 알려지고 있는데, 제주지역의 화산회토양에서 제주재래옥수수(Park 등, 1996), 사료용유채(Cho 등, 1998)는 300kg/ha 질소시비구에서, 청예피는 200kg/ha 질소시비구에서 생초, 건초, 단백질수량이 높았으나, 그 이하로 질소시비량이 감소됨에 따라 수량은 낮아졌다고 보고한 바 있다.

질소시비량이 증가함에 따라 조단백, 조지방 및 TDN 함량은 증가되었으나, 이와는 반대로 조섬유와 조회분 함량은 질소시비량이 증가함에 따라 낮아졌다. 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 감소된 것으로 판단되었다(Reneacue 등, 1983; Sheldrick 등, 1981a, 1981b).

화분과 사료작물은 질소증시에 따라 조단백, 조지방 및 가용무질소물은 증가되나 조섬유와 조회분함량은 낮아진다는 Harangozo와 Horango(1985), Murphy와 Smith(1967) 등의 보고도 있다. 본 시험 결과는 기온이 높고 강우량이 많은 제주지역의 화산회토양 등의 환경조건에서 제주조를 사료작물로 재배할 경우에는 질소시비량은 200kg/ha로 하는 것이 적당한 것으로 생각된다.

V. 적 요

본 시험은 제주지역에서 질소시비량 차이(0, 50, 100, 150, 200, 250kg/ha)에 따른 제주조 품종의 생육반응, 수량 및 사료가치를 구명하기 위하여 2000년 5월 1일부터 8월 25일까지 수행하였다.

출수일수는 품종평균 92일에서 98일로 질소시비량이 증가할수록 출수기까지 일수는 지연되는 경향이였다. 품종별 출수일수는 노란호린조가 91일로 가장 빨랐으며, 모인차조가 98일로 가장 늦었다. 초장은 무질소구에서 품종평균 98.7cm였으나, 질소시비량이 증가함에 따라 길어져 200kg/ha와 250kg/ha 질소시비구에서 각각 145.7cm, 146.1cm로 길어졌으나, 두 시비구간에는 유의한 차이가 없었다. 품종중에는 모인차조가 138.7cm로

가장 길었으며, 개발시리가 121.5cm로 초장은 짧았다. 직경, 엽수, 마디수, 엽장 및 엽폭 등의 형질은 초장의 반응과 비슷한 경향이였다. 엽수 및 엽장은 모인차조가 우세하였고, 마디수와 엽폭은 노란호린조가 우세하였다. 생초, 건물, 단백질 및 TDN수량은 250kg/ha시비구에서 각각 43.80MT/ha, 12.96MT/ha, 1.85MT/ha, 7.20MT/ha로 증수하였으나, 200kg/ha시비구와 250kg/ha시비구간에는 유의한 차이가 없었다. 품종중에서는 모인차조가 생초, 건물, 단백질 및 TDN수량 각각 38.08MT/ha, 12.58MT/ha, 1.66MT/ha 및 6.81MT/ha로 가장 증수되었다. 질소흡수량은 질소시비량이 증가함에 따라 점차 증가하여 200, 250kg/ha 시비구에서 각각 291.4, 295.4kg/ha으로 증가하였으나, 두 시비구간에는 유의한 차이는 없었다. 질소이용효율은 50kg/ha 시비구에서 60.4kg DM/kg N으로 가장 높았으며, 그 이상의 질소시비량이 증가함에 따라 점차 감소되어 250kg/ha 시비구에서는 44.1kg DM/kg N로 감소되었다. 품종별 질소흡수량은 모인차조가 291.9kg/ha로 가장 높았으며, 질소이용효율은 개발시리가 54.9kg DM/kg N로 가장 높았다. 질소시비량이 증가함에 따라 품종평균 조단백질함량은 9.0%에서 14.2%로, 조지방함량은 1.4%에서 1.8%로, 가소화양분총량은 51.0%에서 55.6%로 증가되었으나, 조회분함량은 8.9%에서 8.4%로, 조섬유함량은 34.8%에서 31.2%로 낮아졌다. 모인차조는 조단백질, 조지방 및 가소화양분총량이 높았고, 조회분 및 조섬유함량은 모인차조와 노란호린조가 높았으나, 두 품종간의 유의한 차이는 없었다.

인 용 문 헌

1. Cho, N.K. and Y. C.S. 1993. Influence 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 reeves 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. 1981a. Variation in forage yield and quality of three cruciferous catch crops grown in Southern England. Grass and Forage Sci. 36:179-187.
 10. Sheldrick, R.D. and Lavender, R.H. 1981b. 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. 표준사료성분분석법. pp. 4-10.
 14. 이홍석. 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, 조영일, 고지병, 조영일. 2001. 제주지역에서 질소시비량 차이에 따른 생육특성, 수량 및 조성분 변화. 한초지. 21(2):56-66.
 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.