

제주지역에서 질소시비량 차이에 따른 양마의 생육특성, 수량 및 조성분 변화

조남기 · 송창길 · 조영일* · 고지병

Effect of Nitrogen Rate on Agronomic Characteristics, Forage Yield and Chemical Composition of Kenaf on Jeju Island

Nam Ki Cho, Chang Khil Song, Young Il Cho* and Ji Byoung Ko

Abstract

In order to determine the influence of nitrogen on agronomic characters, forage yield and quality, a Kenaf was cultured on the volcanic ash soil at the Experimental Farm of Cheju National University under the seven levels of nitrogen rates(0, 50, 100, 150, 200, 250kg/ha) from April 25 to Dec. 25, 1999. The plant height increased by increase of nitrogen rate, showing longest 250kg/ha with 286.6cm and shortest at no application plot with 255.7cm. The difference on leaf number, leaf withering number, stem diameter and branches number by nitrogen rate showed a similar tendency to the plant height. Increasing N rate from 0 to 250kg/ha fresh forage yield form 55.8 to 99.8MT/ha, dry matter (DM) yield from 8.8 to 15.8MT/ha, crude protein (CP) yield form 1.2 to 3.1MT/ha, total digestible nutrients (TDN) yield from 3.8 to 8.6MT/ha. However, no significant differences in these yields were found between 200 and 250kg N/ha. Nitrogen uptake increased form 192.9 to 496.2 kg/ha but N use efficiency decreased form 95.0 to 66.6 kg DM³/kg N with increasing from 0 to 250 kg/ha. As N rate increased from 0 to 250kg/ha, leaf and stem out of CP, crude fat (CF), nitrogen free extract (NFE), TDN contents increased from 20.1% to 25.8% and from 9.7% to 12.4%, from 5.6% to 8.1% and from 3.3% to 4.4%, from 36.1% to 40.2% and from 21.9% to 32.4%, from 59.3% to 75.0% and from 32.2% to 38.2%, respectively, while leaf and stem out of crude fiber decreased from 18.5% to 16.7% and from 51.5% to 39.3%. Based on the these findings, the optimum N rate for forage production of kenaf seems to be about 200 kg/ha in atmospheric phenomena and volcanic ash soils of Jeju island.

(Key words : Kenaf, Nitrogen rate, Forage yield, Chemical composition)

I. 서 언

양마(*Hibiscus cannabinus* L.)는 무궁화과에 속하
는 일년생 초본식물로서 척박한 토양이나 침수지

역에도 재배가 가능하고 일반작물의 재배가 어려
운 환경에 대한 적응범위가 광범위하고 수량성도
매우 높은 작물로 알려져 있다(김 등, 1992). 양마
는 오래 전부터 섬유를 이용하여 밧줄, 어망, 마대

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

제주대학교 농과대학 식물자원과학과(Dept. of Plant Resources Sciences, College of Agric. Cheju National University)

*서울대학교 농업생명과학대학(College of Agric. & Life Sci. SNU, Suwon 441-744, Korea)

및 의류재료로 활용되어 왔다. 양마는 질소, 인산 흡수계수가 높고, 이산화탄소 흡수능력도 매우 높아 토양개량 및 수질정화용으로 이용가치가 높은 식물로 평가되고 있다(Miyazaki 등, 1995; Song 등, 1995) 또한 양마의 엽에는 조단백질과 NFE 함량이 매우 높고, 가스화 양분은 DCP 14%, TDN 함량은 63%가 함유되어 있을 뿐만 아니라 소화율도 높기 때문에 젖소 등 가축의 조사료로 이용가치가 매우 높은 것으로 보고되어 있다(Bhardivig 등, 1995; Hollowell 등, 1996; 정 등, 1995). 양마의 생육특성으로 볼 때 제주도 중산간 지역에서 적응성이 매우 큰 청예, 건조 및 Silage용 사료작물로 이용가치가 매우 높은 것으로 생각되나 양마를 사료작물로 재배한 연구는 거의 없다. 따라서, 본 연구는 질소시비량 차이에 따른 양마의 생육특성, 수량성, 사료가치를 분석하여 적정 질소시비량을 구명하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

본 시험은 양마의 파종기 이동에 따른 생태반

응, 수량 및 사료가치를 구명하고 제주도에서 파종적기를 구명하기 위하여 1999년 4월 25일부터 1999년 9월 22일 까지 표고 278m에 위치한 제주대학교 농과대학 부속농장에서 실시하였으며, Kenaf(Evergradies 71)로 시험하였다. 시험포장의 토양(표토 10cm)은 화산회토가 모재로 된 농암갈색 토였으며 화학적 성질은 Table 1에서 보는 바와 같고, 조사기간의 기상조건은 Table 2에서 보는 바와 같다. 1999년 4월 25일에 휴폭 50cm로 하여 35kg/ha에 해당하는 양을 2립씩 파종하였으며, 유묘가 정착한 후 1주만 남기고 솎음을 하였다. 질소시비량은 0, 50, 100, 150, 200, 250kg/ha이었고, 반량은 기비로, 나머지 절반은 6월 1일에 요소로 추비하였다. 인산(P₂O₅)과 가리(K₂O)는 각각 100 kg/ha을 용성인비와 염화가리로 파종직전 전량을 기비로 시비하였다. 시험구 크기는 6.6m²였으며, 시험구배치는 난괴법 3반복으로 하였다.

각 형질조사는 1999년 9월 22일에 시험포 중간 지점에서 10분을 선정하여 초장, 엽수, 고엽수, 경직경, 분지수, 개체당 수량 등을 조사하였다. ha당 청예수량은 각 구별로 생육이 균형된 지점에서

Table 1. Chemical properties of experimental soil before cropping

pH (1:5)	Organic matter (%)	Available P ₂ O ₅ (mg/kg)	Exchangeable cation(cmol /kg)				EC (ds/m)
			Ca	Mg	K	Na	
4.6	3.96	46.84	1.02	0.34	0.32	0.16	0.17

Table 2. Maximum, minimum and mean air temperature, humidity and precipitation during the experiment period in Jeju

Month	Temperature(°C)			Humidity (%)	Precipitation (mm)
	Maximum	Minimum	Mean		
April	24.9	5.3	14.3	71	37.5
May	27.1	11.0	18.4	69	79.0
June	30.2	17.0	21.8	80	204.0
July	32.8	19.0	24.0	84	706.0
Aug.	32.5	20.7	25.6	83	642.8
Sep.	30.5	16.6	24.6	81	508.0

3.3m(1.8m×1.8m)를 예취한 다음 ha당 청예수량 (엽, 경)으로 환산하였고, 건물중은 엽, 경의 생초중에서 각각 500g의 시료를 75℃ 열풍건조기에서 48시간 건조시켜 건물중을 조사하였다. 조단백질(CP), 조지방(EE), 조섬유(CF), 조회분(CA), 가용무질소물(NFE) 등의 일반조성분은 80℃ 열풍건조기에서 48시간 건조시킨 후 분쇄하여 2mm체를 통과시킨 시료를 이용하여 농촌진흥청 축산기술연구소(1996) 표준사료성분 분석법에 준하여 분석하였으며, 가소화양분총량(TDN)은 Wardch(1981)가 제시한 수식에 의하여 산출하였다.

$$TDN(\%) = -17.265 + 1.212CP(\%) + 2.464EE(\%) + 0.835NFE(\%) + 0.448CF(\%)$$

III. 결과 및 고찰

1. 생태반응

Kenaf의 질소시비량 차이에 따른 초장, 엽수, 고엽수, 경직경, 분지수, 개체당수량(경, 엽)을 조사

한 결과는 Table 3에서 제시되어 있다.

초장은 질소시비량이 증가됨에 따라 길어지는 경향이였다. 즉 무질소구에서 초장은 255.7cm였으나 질소시비량이 증가됨에 따라 점차적으로 길어져서 250kg/ha 질소 시비구에서 초장은 286.6cm였으나 200kg/ha, 250kg/ha 시비구간에는 유의성은 없었다. 질소 시비량이 엽수, 분지수, 경직경 및 고엽수에 미치는 영향은 초장의 반응과 비슷한 경향을 보였다. 즉, 엽수는 268개에서 460.7개로, 고엽수는 11개에서 21개로, 경직경은 2.7cm에서 3.7cm로, 분지수는 30개에서 46.7개로 질소시비량이 많아짐에 따라 점차적으로 증가되는 경향을 보였다. 이 시험에서 질소증시가 양마 생육을 촉진시킨 요인은 흠비력이 매우 강한 생육특성 때문에 크게 영향을 받은 것으로 생각되었다. 특히 제주도는 강우량이 많고, 화산회 토양으로 다른지역에 비하여 질소 유실량이 많기 때문에 질소 증시효과가 현저하였던 것으로 생각되었다. 제주지역에서 다른 사료작물들도 질소증시 효과가 매우 큰 것으로 보고되고 있는데, Cho 등(1998)은 청예유채, 단지

Table 3. Growth characters of Kenaf grown at nitrate rate.

Nitrate rate kg/ha	Plant height (cm)	No. of leaves /plant	No. of withering leaves/plant	Stem diameter (cm)	No. of branches /plant	Fresh forage yields/plant (g)		
						Leaves	Stems	Total
0	255.7	268.0	11.0	2.7	30.0	231	433	664
50	267.8	366.5	13.1	2.9	34.7	331	445	776
100	275.5	368.3	14.9	3.1	34.9	366	568	935
150	278.3	353.7	17.8	3.3	39.0	397	651	1048
200	286.2	450.3	18.7	3.6	45.0	482	691	1174
250	286.6	460.7	21.0	3.7	46.7	484	704	1188
Mean	275.0	377.9	16.1	3.2	38.4	382	582	964
LSD	4.41	40.89	1.31	7.97	0.18	27.26	22.88	42.32
Coefficients of regression equations relating planting date.								
Intercept	256.40**	292.18**	10.95**	2.69**	30.41**	239.72**	407.13	646.81**
Linear	0.23**	0.69*	0.05*	0.004*	0.05	1.53*	1.83	3.36**
Quadratic	-0.004*	NS	-2E-04	-7E-06	6E-04	-0.002	-0.002	-0.005
r ² or R ²	0.97	0.78	0.99	0.99	0.94	0.94	0.91	0.98

*,** : Significant at 5 and 1% probability levels, respectively

무 및 청예피의 생육은 질소 증시효과가 매우 높다고 하였으며, Patras와 Pinzariu (1983)은 사료작물 재배시 건조한 지역에서 질소 100 kg/ha, 강우량이 많은 지역에서는 질소 270kg/ha 이상 시비하는 것이 사료작물의 생육을 촉진시킬 수 있고 수량성을 증대시킬 수 있다고 보고하였다.

2. 수량, 전질소 흡수율 및 질소이용효율

양마의 질소시비량 차이에 따른 생초, 건초 및 단백질수량은 Table 4-1에, TDN수량, 질소흡수량 및 질소이용효율은 Table 4-2에 표시하였다.

생초 및 건물수량은 무질소구에서 각각 55.8 MT/ha, 8.8MT/ha이었던 것이 질소 시비량이 증가함에 따라 점차적으로 증수되어 250kg/ha 시비구에서 생초수량은 99.8MT/ha, 건물수량은 15.8MT/ha이었으나 200, 250kg/ha 시비구간에 유의한 차이가 없었다. 엽중과 경중의 생초 및 건물수량도 질소 시비량 증가에 따라 증수되는 경향이였다. 즉, 생엽중은 19.4MT/ha에서 40.7MT/ha로 생경중은 36.4

MT/ha에서 59.1MT/ha로 증수되었고, 건엽중은 3.3 MT/ha에서 7MT/ha로 증수되었으나 200, 250kg/ha 시비구간에 유의한 차이는 없었다. 일반적으로 사료 작물은 엽과 줄기 생산을 목적으로 하기 때문에 지역에 따라 작물종류 및 재배관리에 따라 다소간 차이는 있으나 비교적 질소시비량이 많은 것으로 보고되고 있다. Patras와 Pinzariu(1983)은 건조한 지역에서 질소 100kg/ha, 강우량이 많은 지역에서는 270kg/ha의 질소를 사용하는 것이 사료작물의 생산성을 향상시킬 수 있다고 하였다. 제주도는 강우량이 많고 화산회 토양으로 비료 유효량이 많은 것으로 알려져 있는데, 사료용 유채, 제주단지무, Sudangrass계 잡종 및 옥수수는 질소 300 kg/ha 까지 증가할수록 사초의 수량성이 높아진다고 하였고(Cho 등, 1993, 1998; Park 등, 1996), 제주피는 질소 200kg/ha까지 증가할수록 생초, 건초 및 단백질 수량은 증수되었다고 보고한 바 있다(조 등, 2001).

단백질 수량은 건초수량과 단백질 함량이 증가될수록 증가되는 경향이였다. 무 질소구에서 1.2

Table 4-1. Forage, dry matter and crude protein yield Kenaf grown at nitrate rate.

Nitrate rate kg/ha	Fresh forage yields (MT/ha)			Dry matter yields (MT/ha)			CP yields (MT/ha)		
	Leaves	Stems	Total	Leaves	Stems	Total	Leaves	Stems	Total
0	19.4	36.4	55.8	3.3	5.5	8.8	0.7	0.5	1.2
50	27.8	37.4	65.2	4.5	6.0	10.5	1.0	0.8	1.8
100	30.8	47.8	78.6	4.9	6.9	11.8	1.1	1.0	2.1
150	33.4	54.7	88.1	5.2	7.3	12.5	1.2	1.1	2.3
200	40.5	58.1	98.6	6.7	8.4	15.1	1.7	1.2	2.9
250	40.7	59.1	99.8	7.0	8.8	15.8	1.8	1.3	3.1
Mean	32.1	48.9	81.0	5.3	7.2	12.5	1.3	1.0	2.2
LSD	2.29	1.93	3.54	0.29	1.54	1.60	0.06	0.14	0.13
Coefficients of regression equations relating planting date.									
Intercept	20.12**	34.21**	54.34**	3.45**	5.45**	8.89**	0.74**	0.52**	1.26**
Linear	0.13*	0.15	0.28**	0.02	0.01*	0.03*	0.003	0.006**	0.009*
Quadratic	-2E-03	-2E-03	-4E-03	-7E-06	2E-05	E-05	4E-05	-E-04*	-6E-05
r ² or R ²	0.94	0.91	0.98	0.93	0.98	0.96	0.92	0.99	0.97

*, ** : Significant at 5 and 1% probability levels, respectively

Table 4-2. TDN(total digestible nutrients) yield, N uptake and N use efficiency(NUE) Kenaf grown at nitrate rate.

Nitrate rate kg/ha	TDN yields (MT/ha)			N uptake (kg/ha)			NUE (kg DM ³ /kg N)		
	Leaves	Stems	Total	Leaves	Stems	Total	Leaves	Stems	Total
0	2.0	1.8	3.8	106.9	86.0	192.9	31.1	63.9	95.0
50	2.9	2.0	4.9	158.6	131.2	289.8	28.6	45.5	74.1
100	3.2	2.4	5.6	177.3	159.4	336.7	27.4	43.5	70.9
150	3.6	2.6	6.2	196.1	170.1	366.2	26.7	43.0	69.7
200	4.9	3.1	8.0	273.4	192.0	465.4	24.5	43.8	68.3
250	5.2	3.4	8.6	288.2	208.0	496.2	24.3	42.3	66.6
Mean	3.6	2.5	6.1	200.1	157.8	357.9	27.1	47.0	74.1
LSD	0.17	0.75	0.76	10.24	21.07	20.70	0.91	10.36	10.95
Coefficients of regression equations relating planting date.									
Intercept	2.09**	1.78**	3.88**	112.36**	90.23**	202.34**	30.94**	NS	91.71**
Linear	0.01	0.005*	0.02	0.64	0.76**	1.48*	-0.04*	NS	-0.28*
Quadratic	7E-05	6E-05	E-04	4E-03	-0.001	-0.001	5E-04	NS	7E-03
r ² or R ²	0.94	0.99	0.97	0.93	0.98	0.96	0.96	NS	0.82

*. ** : Significant at 5 and 1% probability levels, respectively
NS : not significant at the 5% level.

MT/ha이었던 것이 질소 250kg/ha 시비구에서 3.1MT/ha로 증가되었으나 200, 250kg/ha 시비구간에 유의한 차이가 없었다. 질소시비량 증가에 따른 엽과 경의 단백질수량 반응도 총단백질수량의 변화와 비슷한 경향이였다. Cho 등(1998)은 유채는 질소 300kg/ha까지, 조 등(2001)은 청예 피는 질소 250kg/ha까지 시비량이 많을수록 단백질수량은 증가되었다고 하였다. TDN수량은 3.8MT/ha에서 8.6MT/ha의 범위에 있었고, 엽의 TDN수량은 2.0 MT/ha에서 5.2MT/ha, 경의 TDN수량은 1.8MT/ha에서 3.4MT/ha 범위로 질소시비량 증가에 따른 건물 및 생초수량의 반응과 비슷한 경향이였다. 질소 시비량의 많을수록 건물수량과 질소 함량이 증가 되었으므로 질소시비량이 많을수록 질소흡수량은 증가되어 무질소구에서 192.9kg/ha이었던 것이 250kg/ha 시비구에서는 208kg/ha이었다. 질소시비에 따른 엽과 경의 질소흡수량은 각각 106.9~288.2kg/ha, 86~208kg/ha 범위였는데 질소시비량이

증가됨에 따라 점차적으로 증가되었다. 질소 이용 효율은 무질소구에서 95.0kg DM³/kg였던 것이 질소시비량이 증가됨에 따라 점차적으로 낮아져서 250kg/ha 시비구에서는 66.6kg DM³/kg이었다. 엽과 경의 질소이용효율은 각각 31.1~24.3kg DM³/kg, 63.9~42.3kg DM³/kg로 질소시비량이 증가됨에 따라 낮아지는 경향이였다.

3. 조성분 변화

양마의 질소시비량 차이에 따른 조단백질, 조지방, 조회분, 조섬유, NFE 및 TDN 함량은 Table 5에서 나타내었다.

질소시비량이 많아짐에 따라 엽과 경에 함유된 단백질, 조지방, NFE 및 TDN 함량은 증가되는 경향이였다. 즉 무질소구에서 질소 250kg/ha으로 증가됨에 따라 엽과 경에 함유된 단백질 함량은 각각 20.1%에서 25.8%, 9.7%에서 12.4%로, 조지방

Table 5. Effects of nitrate rate on chemical composition of oven-dried forage in Kenaf.

Nitrate rate kg/ha	Crude protein (%)		Crude fat (%)		Crude fiber (%)		Crude ash (%)		Nitrogen free extract (%)		Total digestible nutrient (%)	
	Leaves	Stems	Leaves	Stems	Leaves	Stems	Leaves	Stems	Leaves	Stems	Leaves	Stems
0	20.1	9.7	5.6	3.3	18.5	51.5	10.3	7.9	36.1	21.9	59.3	32.2
50	21.9	10.3	6.4	3.8	18.3	50.2	9.6	6.7	36.9	22.5	63.9	33.4
100	22.8	10.8	6.7	4.0	18.0	51.7	9.4	6.5	37.2	23.1	66.1	34.9
150	23.4	10.9	7.0	4.0	17.8	47.9	8.7	6.3	38.5	26.4	68.6	36.1
200	25.5	11.9	7.3	4.2	17.2	47.1	8.1	6.4	39.8	27.3	72.6	36.8
250	25.8	12.4	8.1	4.4	16.7	39.3	7.6	6.0	40.2	32.4	75.0	38.2
Mean	23.3	11.0	6.9	3.9	17.8	47.9	9.0	6.6	38.1	25.6	67.6	35.3
LSD	0.75	0.58	0.60	0.27	0.67	NS	0.83	0.43	1.07	NS	1.34	NS

Coefficients of regression equations relating planting date.

Intercept	20.24**	9.78**	5.74**	3.38**	18.48**	50.76**	10.25**	7.70**	36.06**	22.00**	59.71**	32.18**
Linear	0.03*	0.008	0.009	0.007	-0.002	0.03	-0.01*	-0.02	0.01	-0.002	0.07*	0.03**
Quadratic	-2E-04	E-04	5.80	-E-04	-2E-04*	-3E-03	4E-05	4E-04	E-04	2E-03	-3E-04	-2E-04
r ² or R ²	0.95	0.96	0.93	0.89	0.99	0.87	0.98	0.80	0.96	0.95	0.98	0.99

*,**: Significant at 5 and 1% probability levels, respectively

NS : not significant at the 5% level.

함량은 엽에 5.6%에서 8.1%, 경에는 3.3%에서 4.4%로 증가되었다. NFE 함량은 엽에 36.1%에서 40.2%, 경에는 21.9%에서 32.4% 증가되었고, TDN 함량은 엽에 59.3%에서 40.2%로 감소하였고, 경에는 32.2%에서 38.2%로 증가되었다. 질소비료증시에 따른 엽과 경의 조섬유 및 조회분 함량은 조단백, 조지방 함량의 반응과는 반대로 질소시비량이 증가됨에 따라 낮아지는 경향이였다. 무질소구에서 조섬유 함량은 엽에는 8.5%에서 16.7%로 증가하였고, 경에는 51.5%에서 39.3%로 낮아졌으며, 조회분은 엽에는 10.3%에서 7.3%로 경에는 7.9%에서 6.0%로 질소시비량 증가됨에 따라 낮아지는 것으로 나타나고 있다. 질소시비량 증가에 따른 단백질 함량의 증가는 식물체내의 질소 함량이 축적에 의하여 영양생장기간이 다소 지연된 데 기인되었던 것 같으며, 조섬유 함량의 감소는 질소시비

량 증가에 따라 생육이 다소 지연되어 낮아졌고, 상대적으로 조단백질, 조지방 및 가용성무질소물은 증가되었던 것으로 생각되었다. 일반적으로 영양생장을 촉진시켜 주로 이용하는 사료작물은 질소비료 증가에 의하여 조단백질, 조지방, NFE 및 TDN 함량은 높아지고, 조섬유 및 조회분 함량이 낮아진다는 보고가 많다. 질소가 식물에 미치는 생리작용은 식물원형질의 주성분인 단백질합성에 중요한 역할을 하기 때문에 질소증시는 세포내용물을 증가시켜 조단백질 함량 등은 증가되나 상대적으로 조섬유 및 조회분은 세포벽 물질의 감소에 의하여 감소하게 되는 것으로 알려지고 있다. 제주지역에서 이 시험과 비슷한 조성분 변화에 관한 보고는 사료용 유채에서(Cho 등, 1998), 제주 단지무에서(조 등, 2000), 제주피(조 등, 2001)에서 Sudan-grass계 잡종에서(Cho, 1993)도 보고된 바 있다.

IV. 적 요

본 시험은 제주지역에서 질소시비량차이(0, 50, 100, 150, 200, 250kg/ha)에 따른 양마의 생육반응, 청예수량 및 사료가치를 검토하고 질소의 효율적인 이용을 구명하기 위하여 1999년 4월 25일에서 9월 25일까지 수행하였던 시험결과를 요약하면 다음과 같다. 초장은 무질소구에서 255.7cm였으나 질소시비량이 증가됨에 따라 점차적으로 길어져서 250kg/ha 시비구에서 286.6cm로 길어졌으나 200과 250kg/ha 시비구간에 유의차가 없었다. 엽수, 고엽수, 경직경 및 분지수 반응도 초장의 반응과 비슷한 경향이였다.

ha당 질소시비량이 무비구에서 250kg/ha로 증가함에 따라 생초수량은 55.8MT/ha에서 99.8MT/ha, 건초수량은 8.8MT/ha에서 15.8MT/ha, 단백질수량은 1.2MT/ha에서 3.1MT/ha, TDN수량은 3.8MT/ha에서 8.6MT/ha로 증가되었으나 200과 250kg/ha 시비구간 모든 수량에서 유의차가 없었다. 엽중과 경중의 모든 수량성도 질소시비량이 증가됨에 따라 증가되는 경향이였다. 질소 시비량이 증가할수록 질소 흡수량은 증가되었으나 질소 이용효율은 감소되었다. 무질소구에서 질소시비량이 증가됨에 따라 조단백질 함량은 엽에는 20.1%에서 25.8%, 경에는 9.7%에서 12.4%로, 조지방 함량은 엽에 5.6%에서 8.1%, 경에는 3.3%에서 4.4%로, 가용무질소물 함량은 엽에 36.1%에서 40.2%, 경에는 21.9%에서 32.4%로, TDN 함량은 엽에 59.3%에서 75.0%, 경에는 32.2%에서 38.2% 증가되었으나 조성유 함량은 엽에 18.5%에서 16.7%, 경에는 51.5%에서 39.3%로 감소되었다. 이상의 시험결과로 보아 제주도 기상, 토양 조건하에서 양마의 적정 질소시비량은 200kg/ha으로 판단되었다.

V. 인 용 문 헌

1. 金熙泰, 朴贊浩, 孫世鎬. 1992. 工藝作物學. 郷文社. pp 97-106.
2. 농촌진흥청 축산기술연구소. 1996. 표준사료성분분석법. pp. 1-16.
3. 정승근, 조동삼, 조남식. 1995. 지구온난화 방지 및 농촌 소득증대를 위한 새로운 속성 섬유자원개발 I. 속성섬유자원 양마와 어저귀의 건물생산성. 대산논집 (3):176-174.
4. 조남기, 부창훈, 강영길, 조영일. 2001. 질소시비량이 청예피의 생육특성, 수량 및 조성분 함량에 미치는 영향. 동물자원지. 43(2):259-266.
5. 조남기, 송창길, 오태수, 부창훈, 조영일. 2000. 질소시비 수준이 제주재래 단지무의 성장, 수량 및 사료가치에 미치는 효과. 동물자원지. 42(5):703-710.
6. Bhardivig, H.L., M. Rangappa and C.L. Webber. 1995. Potential of kenaf as a forage Proc. 7th Ann. Intern. Kenaf Conf : 94-104.
7. Hollowell, J.E., B.S. Baldwin and D.L. Lang. 1996. Evaluation of kenaf as a potential forage for the southwestern United States Proc. 8th Ann. Intern. Kenaf Conf: 34-38.
8. Wardeh, M.F. 1981. Models for estimating energy and protein utilization for feed. Ph. D. Dissertation Utah State Univ., Logan, Utah, USA.
9. White, G.A., W.C. Adamson and J.J. Higgins. 1971. Effect of population levels on growth factors in kenaf varieties. Agron. J. 63:233-235.
10. Cho, N.K. and C.S. Yu. 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.
11. Cho, N.K., W.J., Jin, Y.K. Kang, M.R. Ko and Y.M. Park. 1998. Effect of nitrogen rate on growth yield and chemical composition of forage rape cultivars. Korean J. Crop Sci. 43(2):66-70.
12. Hollowell, J.E., B.S. Baldwin and D.L. Land. 1996. Evaluation of kenaf as a potential forage for the southeastern United States. Proc. 8th Ann. Intern. Kenaf Conf. p. 35-42.
13. Miyazaki A., W. Agata, F. Kubota, Y. Matsuda and X. Song. 1995. Bio-production and water cleaning by plant growth with floating culture system. 2. Water cleaning effects by the growth of several plant species. 6th International conference of the conservation and management of Lakes Kasumigaura. 95(1):560-563.

14. Park, Y.M., N.K. Cho and S.B. Kim. 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.
15. Patras. J. and D. Pinzariu. 1983. Doubling cropping ensures a very economical forage reserve. *Herb. Abst.* 53(2):714.
16. Song, X., W. Agata, G. Zou, W. Wu, H. Yin, Q. Yu, Y. Huang, F. Kubota and S. Muramoto. 1995. Bio-production and water cleaning by plant growth with floating culture system. 1. Effect of floatig culture area of rice plants on water quality criteria and bio-production. 6th International conference on the conservation and management of Lakes Kasumigaura. 95(1): 426-429.