

碩士學位論文

濟州地域에서 窒素分施 回數에
따른 양마의 生育特性, 飼料收量
및 粗成分 變化



濟州大學校 大學院

農學科

鄭在壽

2003年 2月

濟州地域에서 窒素分施 回數에
따른 양마의 生育特性, 飼料收量
및 粗成分 變化

指導教授 趙 南 棋

鄭 在 壽

이 論文을 農學 碩士學位論文으로 提出함

2003年 2月

鄭在壽의 農學 碩士學位論文을 認准함

審査委員長 _____ 印

委 員 _____ 印

委 員 _____ 印

濟州大學校 大學院

2003年 2月

Effects of Split Nitrogen Application on
Agronomic Characteristics, Forage Yield, and
Chemical Composition of Kenaf in Jeju.

Jae-Su Jung

(Supervised by professor Nam-Ki Cho)



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
MASTER OF AGRICULTURE
DEPARTMENT OF AGRICULTURE
GRADUATE SCHOOL
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY

February 2003

목 차

Summary.....	1
I.서언.....	2
II.연구사.....	3
III.재료 및 방법.....	5
IV. 결과 및 고찰.....	7
1. 생육특성.....	7
2. 수량성.....	8
3. 조성분.....	9
V. 적요.....	11
참고문헌.....	12

Summary

'Evegradies 71' kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) was grown at 160,000 plants per ha in a volcanic ash soil in Jeju island to determine the optimum frequency of split N application for forage production. Nitrogen fertilizer was applied with 240 kg/ha, and frequencies of the split N applications were 1, 2, 3, 4 and 5 times. Plant height averaged across two harvests increased from 187 to 201 cm as N was split-applied from one to three applications and then decreased to 201 cm in five applications. This pattern held for the number of branches and leaves per plant, stem diameter and weight of plant per plant. Fresh forage yield increased from 91.8 to 114.2 MT/ha, dry matter yield from 12.70 to 16.6 MT/ha, crude protein yield from 1.75 to 2.48MT/ha, and total digestible nutrients (TDN) yield from 5.39 to 7.63 MT/ha as N was split-applied from one to four applications, and then decreased to 106.6, 15.0, 2.32, and 7.22 MT/ha in five applications, respectively. As N was split-applied from one to five applications, crude protein content increased from 13.8 to 15.4%, ether extract content from 4.1 to 5.9%, and TDN content from 42.4 to 48.1%, but crude fiber decreased from 38.2 to 37.1% and crude ash content from 11.5 to 8.6%. Nitrogen free extract content was about 19.0% regardless of cutting height.

I. 서 언

양마는 일년생초본식물로서 흡비력이 매우 높고, 재배하기가 용이한 작물로 알려져 있다(Miyazaki 등, 1995). 특히 양마의 잎은 단백질함량이 매우 높고(25%내외), DCP 14%, TDN 함량은 63%로 높을뿐만 아니라 소화율도 높고 사료수량도 매우 높기 때문에 쪼갬 등 가축사료로 이용가치가 매우 높은 작물로 보고되어 있다(Bhardivig 등, 1995; Hollowell 등, 1996).

양마의 이러한 재배상 이점 때문에 미국, 인도, 일본, 중국 등 세계 여러나라에서 많은 면적에 양마를 재배하고 있고, 가축의 조사료로 이용하기 위한 재배양식 등에 관한 시험도 여러 연구자들에 의하여 수행되고 있다(Salih, 1978; 조 등, 2001^{a,c}). 조 등(2001^d)에 의하면 양마를 사료작물로 재배할 경우 파종시기는 4월 25일경, 재식거리는 50 cm×17 cm로 하고, 질소 200 kg/ha를 시비하는 것이 양마의 수량성을 증대시킬 수 있다고 하였다. 특히 사료작물은 잎과 줄기를 이용할 목적으로 재배되기 때문에 종실작물에 비하여 생육단계 별로 질소를 나누어 시비하는 것이 사료수량을 증가시킨다는 보고도 있다. 청예피는 제주지역에서 200 kg/ha의 질소를 3회분시에서(조 등, 2001^e), 사료용 유채와 청예용 귀리는 240 kg/ha 질소를 각각 4회분시에서 사료수량을 높일 수 있다고 하였다(조 등, 1999; 조 등, 2001^b). 다른 지역에서도 Edwards 등(1971)은 Sudangrass계 잡종에서, Johnson과 Cumins(1967)은 수수류에서, 분시회수가 많을수록 사료수량은 증대되었다고 하였으나, 양마에 있어서 질소시비 회수에 대한 연구는 전혀 이루어진 바 없다.

따라서 본 시험은 제주도와 같이 강우량이 많고, 수분, 양분유실량이 많은 화산회토에서 질소분시 회수에 따른 양마의 생육특성, 사료수량 및 조성분을 조사하여 제주도 기상, 토양 등의 환경조건에서 사료생산을 위한 양마의 적정 질소시비 회수를 구명하고자 하였다.

II. 연구사

질소비료는 사료식물의 수량구성요소의 성립과정에서 결정적인 역할을 하는 것으로 보고되고 있다(Songin, 1985).

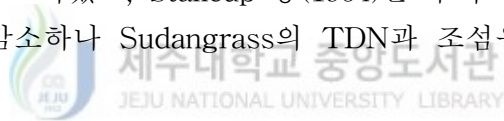
사료작물은 잎과 줄기를 생산목적으로 재배되기 때문에 생육단계별로 같은 량의 질소비료를 나누어 시비하는 것이 사료의 수량성을 증가시킨다는 보고는 많다. 김(1995)에 의하면 유채는 질소비료를 150 kg/ha으로 하여 30%는 기비로 시비하고, 나머지 70%를 2회에 나누어 시비하는 것이 좋다고 하였으며, 조 등(1999)은 청예피에서 200 kg/ha의 질소비료를 3회 분시에서, 유채와 귀리는 250 kg/ha의 질소를 각각 4회 분시에서, Sudangrass계잡종은 250 kg/ha의 질소를 5회 분시에서 생초 및 건초수량도 높았으며, 조단백질, 조지방함량은 증가되었으나, 조회분함량은 오히려 감소되었다고 하였다(조 등, 2001). Marten(1985)은 Reed canarygrass에서, Edwards 등(1971)은 Sudangrass에서, Johnson와 cummins(1967)는 수수류에서 질소분시 회수가 많아짐에 따라 사료수량이 증가되었다고 보고하였다. 사료작물은 예취 후 그루터기내의 저장양분에 의하여 신생엽이 발생하고 생장이 이루어지기 때문에 이 시기에 질소를 분시하는 것이 사료의 생산성을 향상시킬 수 있다고 하였고(이 등, 1993), 혼과 목초지에 있어서는 매회 예취 후 분시하는 것이 가장 좋고, 그 다음 1/3을 이른봄에, 나머지는 매회 예취 후 분시하는 것이 좋다고 강과 이(1980)는 보고하였다.

Miller 등(1964)은 Sorghum에 속하는 종은 질소분시에 의하여 수량이 증대되었으나, 지역과 품종에 따라서 큰 차이를 보였다고 하였으며, Johnson과 Cummins(1967)는 수수류에서 질소분시 효과가 4~6주 이상 지속되지 않으므로 봄철에 많은 량을 시용하더라도 1차 예취 후의 생육에는 거의 영향을 미치지 못하기 때문에 분시하는 것이 효과적이라고 하였고, Alexander와 McCloud(1962)는 질소다량시용은 화분과 목초류의 도복을 가져오는 경우가 많으므로 분시가 효과적이라고 하였다. 그리고 이 등(1986)은 목초지에서 질소비료를 봄다비, 균등분시, 가을다비로 하였을 때, 연간 균등분시가 타 분시 방법에 비하여 목초에 대한 야초의 경합력이 월등하게 우세하다고 하였다.

Miller 등(1964)은 질소시요량 차이에 따른 Sudangrass의 생육 및 생초수량 등의 형질에 미치는 영향은 품종, 토양조건과 기상조건 등에 따라 다르다고

하였으며, Stallcup 등(1964)은 질소분시는 화분과 사료작물의 단백질 함량을 증가시키는데 큰 역할을 하는 반면, 화분과 목초의 줄기, 잎의 가용성탄수화물을 감소시키고, 알칼로이드 함량을 증가시켜 소화율에 영향을 준다고 보고하였고, Sudangrass나 수수도 다른 식물과 마찬가지로 생육이 점점 진행됨에 따라 건초량은 많아지나 영양분 함량은 감소하므로 적기 수확이 중요하다 하였다(Work and Marble, 1968; Edwards 등, 1971). 그리고 Dawson 등(1933)은 Sudangrass는 이삭이 올라올 때가 청예 및 단백질수량이 가장 많다고 하였으며, Anon(1978)은 화분과는 출수기 직전이 사료의 생산성이 가장 높다고 하였다.

Harms와 Tucker(1973)는 질소분시에 따른 단백질 함량의 증가율은 1회 예취에서 가장 완만하게 나타났으며, 2회와 3회 예취에서 단백질 함량의 증가를 보였다고 하였다. 또한 Brown(1940)은 경우에 따라서는 질소분시가 단백질 수준에 영향을 주지 않을 수 있다고 하였으며, Escalada와 Plucknett(1977)는 단백질 함량은 질소시비구가 무시비구에 비해 높았으나 질소시비구간 차이는 인정되지 않았다고 하였고, Stallcup 등(1964)은 수확시기가 지연됨에 따라 조 단백질 함량은 감소하나 Sudangrass의 TDN과 조섬유의 함량은 증가한다고 하였다.



Ⅲ. 재료 및 방법

본 시험은 2001년 4월 13일부터 2001년 10월 8일까지 표고 278 m에 위치한 제주대학교 농업생명과학대학 부속농장에서 실시하였다. 시험포장의 토양(표토 10 cm)은 화산회토가 모재로 된 농암갈색토였으며, 화학적 성질은 표 1에서 보는 바와 같고, 조사기간의 기상조건은 표 2에서 보는 바와 같다. 공기양마품종은 'Evegradies71'이었고, 2001년 4월 13일에 휴폭 25 cm, 주간 25 cm 간격으로 주당 3립씩 점파하였으며, 출아후 1주 1본으로 숙음을 하였다.

시험구배치는 질소분시 5처리를 3반복 난괴법으로 하였으며, 시험구 면적은 6.6 m²로 하였다. 시비량은 ha당 질소 240 kg, 인산 100 kg, 칼리 100 kg에 해당하는 양을 각각 요소, 용성인비 및 염화加里로 시비하였으나, 인산과 칼리는 전량을 기비로하였고, 질소비료는 표 3에서 보는 바와 같이 전술한 질소량을 파종일을 기준으로 하여 1회에서 5회 분시하였다. 생육특성은 7월 21일과 10월 8일 수확시 2차에 걸쳐 조사하였으며, 시험포 중간지점에서 10본을 선정하여 초장, 엽수, 경직경 및 개체당 무게를 조사하였다. 생초수량은 각 구별로 생육이 균형된 지점에서 3.3 m²(1.8 m×1.8 m)를 예취한 다음 ha당 수량으로 환산하였고, 건물중은 생초 500 g의 시료를 75℃ 통풍건조기에서 48시간 건조시켜 조사하였다. 조단백질(CP), 조지방(EE), 조섬유(CF), 조회분(CA) 및 가용무질소물(NFE) 등의 사료성분은 1 mm체를 통과시킨 시료를 이용하여 표준사료분석법(농진청 축산연, 1996)에 준하여 분석하였고, 가소화양분총량(TDN)은 Wardeh(1981)가 제시한 다음 수식에 의하여 산출하였다.

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

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

pH (1:5)	Organic matter (g/kg)	Available P ₂ O ₅ (mg/kg)	Exchangeable cation (cmol/kg)				EC (dS/m)	NO ₃ -N (mg/kg)
			Ca	Mg	K	Na		
5.50	63.60	95.40	0.65	0.27	0.40	0.08	0.73	62.5

Table 2. Monthly air temperature and precipitation during the growing season of 2001 with the 10-year (1991–2000) average

Month		Air Temperature (°C)						Precipitation (mm)	
		2001			10-yr avg.			2001	10-yr avg.
		Max.	Min.	Mean	Max.	Min.	Mean		
April	Early	17.6	9.7	13.6	15.6	8.9	11.8	25.7	38.2
	Middle	18.5	10.3	14.2	17.7	10.2	13.8	2.5	23.3
	Late	17.9	11.3	14.5	19.5	12.4	15.8	34.4	29.7
May	Early	20.3	13.9	16.6	20.9	13.4	16.0	16.3	38.3
	Middle	24.1	15.6	19.4	21.4	14.1	17.7	1.4	39.0
	Late	22.5	17.2	19.4	22.7	15.8	19.0	87.7	17.6
June	Early	25.1	21.4	18.8	23.9	17.4	20.1	7.2	33.9
	Middle	25.3	22.1	19.1	24.7	18.5	21.4	57.2	72.7
	Late	26.2	23.5	21.2	25.8	20.0	22.7	454.4	71.6
July	Early	28.6	24.8	21.5	27.4	21.9	24.1	56.6	92.3
	Middle	30.1	26.4	23.5	29.3	23.6	26.2	57.7	34.8
	Late	32.2	28.9	26.0	30.3	24.6	27.2	8.8	92.3
Aug.	Early	31.8	28.4	25.7	30.4	25.1	27.7	120.8	92.7
	Middle	29.7	26.7	24.7	29.5	24.5	26.7	54.6	100.7
	Late	28.4	25.4	22.7	28.8	23.5	26.0	58.5	96.5
Sept.	Early	26.4	22.3	24.2	28.0	22.3	24.2	57.4	36.3
	Middle	25.4	20.9	23.2	25.8	20.4	23.0	18.9	66.9
	Late	24.6	19.3	21.8	24.0	18.7	21.3	33.4	95.0
Oct.	Early	22.9	18.0	20.4	23.0	16.7	20.4	23.7	15.1
	Middle	22.1	16.9	19.3	21.5	15.2	18.4	5.7	34.7
	Late	21.5	16.2	18.8	19.5	13.6	16.5	94.4	25.9

Table 3. Description of split N application to kenaf

No. of N applications	N rate per application (kg/ha)	Timing of N application (days after sowing)
1	240	0 (at sowing)
2	120	0 + 30
3	80	0 + 30 + 60
4	60	0 + 30 + 60 + 90
5	48	0 + 30 + 60 + 90 + 120

IV. 결과 및 고찰

1. 생육특성

양마의 질소분시 회수에 따른 초장, 엽수, 경직경, 분지수 및 개체당 무게를 조사한 결과는 표 4에서 보는 바와 같다.

Table 4. Growth characteristics of kenaf grown at five different split N applications

No. of N applications	Plant height (cm)			No. of branches (ea/plant)			Stem diameter (mm)			No. of leaves [‡] (ea/plant)			Wt. of plants (g/plant)		
	1st [†]	2nd	Avg.	1st	2nd	Avg.	1st	2nd	Avg.	1st	2nd	Avg.	1st	2nd	Total
1	188	186	187	28.5	23.5	26.0	17.7	15.2	16.5	306	293	299	747	538	1285
2	195	191	193	32.0	26.3	29.2	18.8	15.8	17.3	315	299	307	899	558	1457
3	206	200	203	33.4	31.5	32.4	19.9	16.3	18.1	326	302	314	1029	595	1624
4	214	205	210	35.6	33.9	34.8	23.5	18.6	21.1	331	309	320	1081	610	1691
5	205	197	201	32.1	31.1	31.6	19.1	15.7	17.4	323	297	310	1004	580	1584
Avg.	201	196	199	32.3	29.3	30.8	19.8	16.3	18.1	320	300	310	952	576	1528
LSD (5%)	3	3	2	2.4	1.9	1.8	0.7	0.9	0.6	5	3	3	31	10	30

[†] 1st, first cutting; 2nd, second cutting; [‡], Green Leaves on Sept 6.

초장은 1회 전량시비에서 2회 평균 187 cm이었으나 분시회수가 많아짐에 따라 점차적으로 커져서 4회분시에서는 210 cm로 가장 컸으며 5회분시에서는 오히려 201 cm로 작았다. 시비회수가 분지수, 경직경, 엽수 및 개체당 무게에 미치는 영향은 초장의 반응과 비슷하였다. 즉, 1회분시에서 분지수, 경직경, 엽수 및 개체당무게는 각각 26개, 16.5 mm, 299개, 1285 g이었던 것이 4회분시에서는 분지수 34.8개, 경직경 21.1 mm, 엽수 320개, 개체당 무게는 1,691 g로 증가되었으나, 5회분시에서는 감소되었다. 4회 분시에서 조사한 모든 형질이 우수하였던 것으로 보아 질소 60 kg/ha를 30일 간격으로 4회시비가 제주지역의 기상, 토양 등 환경조건에서 양마의 줄기와 잎의 생장에 필요한 질소를 적기에 가장 많이 공급하였던 것으로 판단되었다. 제주지역에서 다른 사료작물도 질소분시 회수가 많을수록 사료작물 생육이 왕성하였던 것으로 보고되고 있는데, 조 등(2001^e)은 청예피의 경우 질소 3회(66.7 kg/ha)분시에서 조 등

(2001^b)은 귀리는 질소 4회분시(60 kg/ha)에서 초장이 크고 모든 형질이 우수한 것으로 보고한 바 있다.

2. 사료의 수량성

양마의 질소분시 회수에 따른 생초, 건물, CP 및 TDN수량은 표 5에 나타내었다.

Table 5. Yield characteristics of kenaf grown at five different split N applications

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	Total	1st	2nd	Total	1st	2nd	Total	1st	2nd	Total
1	60.50	31.30	91.80	8.43	4.27	12.70	0.98	0.68	1.75	3.47	1.86	5.39
2	61.50	33.10	94.60	9.37	5.13	14.50	1.17	0.87	2.14	3.94	2.34	6.35
3	71.50	37.00	108.50	9.70	5.50	15.20	1.26	0.84	2.15	4.21	2.51	6.77
4	73.40	40.80	114.20	10.37	6.30	16.67	1.43	1.00	2.48	4.62	2.96	7.63
5	70.90	35.70	106.60	9.63	5.37	15.00	1.39	0.88	2.32	4.50	2.66	7.22
Avg.	67.50	35.60	103.10	9.50	5.31	14.81	1.25	0.86	2.17	4.15	2.47	6.67
LSD (5%)	2.0	1.1	3.0	0.59	0.51	1.09	0.07	0.08	0.14	0.26	0.22	0.46

[†] 1st, first cutting; 2nd, second cutting; [‡] Total digestible extract

질소분시 회수에 따른 양마의 생초수량은 전량시비에서 91.80 MT/ha였으나 4회분시까지는 시비회수가 많아짐에 따라 증수되어, 4회분시에서는 114.20 MT/ha로 증수되었으나, 5회분시에서는 106.60 MT/ha로 감수되었다. 시비회수 증가에 따른 건물, 단백질 및 TDN수량도 생초수량의 변화와 비슷한 경향을 보여 4회분시에서 각각 16.67 MT/ha, 2.48 MT/ha, 7.63 MT/ha로 가장 증수되었으나, 4회 이하의 분시에서도 점차적으로 감소되어 전량시비에서는 건물수량은 12.70 MT/ha, CP수량은 1.75 MT/ha, TDN수량은 5.39 MT/ha로 감소되었다. 이 시험에서 240 kg/ha의 질소를 4회 나누어 분시하였을 때 그 이상과 그 이하의 분시에 비하여 수량이 증가된 것은 양마의 생육에 필요한 질소비료가 적기에 공급되어 수량성이 증대되었고, 5회분시에서 마지막으로 사용된 질소가 건물생산에 기여가 적었던 데 기인되었던 것으로 생각된다. 제주 지역에서 사료용 유채와 sudangrass계 잡종은 4~5회 분시에서, 제주피는 3

회분시에서 수량성이 높았다는 조 등(1998, 1999, 2001^e)의 보고도 있고, 외국의 경우도 sudangrass (Edwards 등, 1971), 수수류(Johnson와 Cummins, 1967), reed canarygrass(Marten, 1985)에서도 질소분시 회수가 많아짐에 따라 사료 수량성이 증가되었다는 보고도 있다.

3. 조성분

질소시비 회수에 따른 조성분함량 변화를 표 6에 제시되어 있다.

Table 6. Chemical composition of forage for kenaf grown at five different split N applications

No. of N applications	Crude protein (%)			Ether extract (%)			Crude fiber (%)			Crude ash (%)			NFE [*] (%)			TDN [†] (%)		
	1st [*]	2nd	Avg	1st	2nd	Avg	1st	2nd	Avg	1st	2nd	Avg	1st	2nd	Avg	1st	2nd	Avg
1	11.6	16.0	13.8	4.1	4.1	4.1	39.0	37.5	38.2	12.0	11.0	11.5	19.9	17.5	18.7	41.1	43.7	42.4
2	12.5	17.0	14.8	4.4	4.8	4.6	38.3	37.2	37.7	11.6	10.3	11.0	19.2	16.5	17.9	42.0	45.5	43.8
3	13.0	15.2	14.1	4.7	5.0	4.9	38.2	36.7	37.4	10.6	9.9	10.2	19.4	18.8	19.1	43.4	45.6	44.5
4	13.8	15.9	14.9	5.1	5.6	5.4	37.0	36.3	36.7	10.5	9.5	10.0	19.1	17.8	18.5	44.6	47.0	45.8
5	14.4	16.5	15.4	5.4	6.5	5.9	36.2	36.0	36.1	8.8	8.4	8.6	20.4	17.7	19.1	46.7	49.6	48.1
Avg.	13.1	16.1	14.6	4.7	5.2	5.0	37.7	36.7	37.2	10.7	9.8	10.3	19.6	17.7	18.6	43.6	46.3	44.9
LSD (5%)	0.4	0.4	0.3	0.3	0.5	0.3	0.7	0.6	0.4	0.5	0.5	0.4	NS	NS	NS	0.9	1.1	0.8

^{*} 1st, first cutting; 2nd, second cutting; ^{*} Nitrogen free extract; [†] Total digestible nutrients; NS, Not significant

조단백질, 조지방, 가용무질소물 및 TDN함량은 시비회수가 많을수록 증가되는 경향이였다. 즉 전량기비에서 각각 13.8%, 4.1%, 18.7%, 42.4%이었던 것이 5회분시에서는 각각 15.4%, 5.9%, 19.1%, 48.1%로 증가되었다. 이와는 반대로 조섬유 및 조회분함량은 시비회수가 많을수록 감소되어 전량 기비구에서 각각 38.2%, 11.5%이였으나, 5회분시에서 각각 37.2%, 8.6%로 감소되었다.

조섬유함량이 분시회수가 많아짐에 따라 감소된 것은 시비회수의 증가에 따라 생육진전이 다소 늦어져서 조단백질, 조지방 및 가용무질소물은 상대적으로 높았던 것으로 보인다(Songin, 1985). 다른 사료작물에서도 질소분시 회수가 많아짐에 따라 조단백질 및 가용무질소물은 증가되고, 조섬유 및 조회분함량이 감소된다는 보고는 조 등(1998)은 수단그라스계 잡종에서, 사료용 유

채에서(조 등, 1999), 청예피에서도(조 등, 2001^e) 본 시험과 비슷한 결과를 보고한 바 있다.

이 시험 결과 240 kg/ha 질소비료를 4회 나누어 분시하는 것이 양마의 생육에 필요한 질소를 적기에 공급할 수 있어 사료의 수량성을 높일 수 있었다.

따라서 제주도 기상과 화산회토양에서 사료목적으로 양마를 재배할 경우 적정 질소시비 회수는 30일 간격으로 4회로 사료된다.



V. 적 요

본 시험은 제주지역에서 양마의 적정질소시비 회수를 구명하기 위하여 2001년 4월 13일부터 10월 8일까지 질소시비량을 240 kg/ha 고정하고 30일 간격으로 1~5회분시하여 양마의 생육특성, 사료수량성 및 조성분 함량 등을 조사하였다.

1. 초장은 분시회수가 많을수록 증가하여 4회 분시구에서 최고인 201 cm를 보이다가 5회에서 줄어들었다. 분지수, 엽수, 경직경 및 개체당무게도 초장과 같은 경향으로 4회분시에서 가장 우세하였다.
2. 생초, 건물, 조단백질 및 TDN수량은 전량기비에서 4회분시까지는 각각 91.80 MT/ha에서 114.20 MT/ha, 12.70 MT/ha에서 16.67 MT/ha, 1.75 MT/ha에서 2.48 MT/ha, 5.39 MT/ha에서 7.63 MT/ha로 증수되었다가 그 이상인 5회분시에서 각각 106.60 MT/ha, 15.00 MT/ha, 2.32 MT/ha, 7.22 MT/ha로 감소되었다.
3. 조단백질, 조지방, 가용무질소물 및 TDN함량은 13.8%에서 15.4%, 4.1%에서 5.9%, 18.7%에서 19.1%, 42.4%에서 48.1%로 증가된 반면 조섬유와 조회분은 각각 38.2%에서 37.1%, 11.5%에서 8.6%로 감소되는 경향이었다.

참고문헌

- Alexander, C. W., and D. E. McCloud. 1962. Influence of time and rate of nitrogen application on production and botanical composition of forage. *Agron. J.* 54:521-522.
- Anon. 1978. Sudangrass and sorghum-sudangrass hybrids for forage. *USDA Farmers Bull.* No.2241.
- Bhardivig, H. L., M. Rangappa, and C. L. Webber. 1995. Potential of kenaf as a forage. *Proc. 7th Ann. Intern. Kenaf Conf.*:94-104.
- Brown, B. A. 1940. The chemical composition of pasture species of the Northeast Region as influenced by fertilizers. *J. Am. Soc. Agron.* 32:256-265.
- 조남기, 강영길, 부창훈. 2001^e. 질소분시가 청예피의 생육특성, 수량 및 조성분함량에 미치는 영향. *동물자원지* 43(2):253-258.
- 조남기, 박성준, 강영길, 송창길. 1998. 질소분시에 따른 Sudangrass계 잡종의 생육, 수량 및 사료가치 변화. *제주대 아농연.* 15:21-30.
- 조남기, 송창길, 조영일, 고지병. 2001^c. 제주지역에서 질소시비량 차이에 따른 양마의 생육특성, 수량 및 조성분 변화. *한초지* 21(2):59-66.
- 조남기, 송창길, 조영일, 고지병. 2001^d. 제주지역에서 파종기에 따른 양마의 사료수량 및 조성분 변화. *한작지* 46(6):439-442.
- 조남기, 송창길, 강봉균, 조영일, 고지병. 2001^a. 제주지역에서 재식밀도에 따른 양마의 생육특성, 수량 및 조성분변화. *동물자원지* 43(5):755-762.
- 조남기, 송창길, 송승운, 조영일, 오은경. 2001^b. 제주지역에서 질소분시에 따른 귀리의 생육특성, 사초수량 및 조성분변화. *동물자원지* 43(4):553-560.
- 조남기, 유철수. 1993. 질소시비량이 Sudangrass 잡종의 주요형질 및 사료가에 미치는 영향. *제주대 아농연.* 10:29-40.
- 조남기, 유철수, 조은일. 1999. 질소분시에 따른 유채의 생육, 수량 및 조성분 변화. *제주대 아농연.* 7:83-101.
- Dawson, J. R., R. R. Graves, and A. G. Van Horn. 1933. Sudangrass as hay, sailage, and pasture for daily cattle. *USDA Tech. Bull.* 352.

- Edwards, N. C., H. A. Fribourg, and M. J. Montgomery. 1971. Cutting management effect on growth rate and dry matter digestibility of the sorghum-sudangrass cultivar Sudax SX-11. *Agron. J.* 63:261-271.
- Edwards, N. C. Jr. 1966. The response of sorghum-sudangrass hybrids to nitrogen fertilization. M. S. Thesis. Missi. State Univ.
- Escalada, R. G., and D. L. Plucknett. 1977. Ratton cropping of sorghum III. Effect of nitrogen and cutting height on ratton performance. *Agron. J.* 69: 341-346.
- Harms, C. L., and B. B. Tucker. 1973. Influence of nitrogen fertilization and other factor on yield, prussic acid, nitrate, and total nitrogen concentrations of sudangrass cultivate. *Agron. J.* 65:21-26.
- Hollowell, J. E., B. S. Baldwin, and D. L. Lang. 1996. Evaluation of kenaf as a potential forage for the southwestern United Sates. *Proc. 8th Ann. Intern. Kenaf Conf*:34-38.
- Johnson, B. J. and D. G. Cummins. 1967. Influence of rate and time of nitrogen application on forage production of sorghum for silage. *Georgia Agr. Res.* 9:7-8.
- 강창중, 이근상. 1980. 혼파초지의 추비적기시험. *농시연보.* pp.1035-1053.
- 김형기. 1995. 동물사료자원학. 세진사. pp.279-287.
- 이혁호, 박근제, 정연규, 이백상. 1986. 춘파초지조성시 질소 및 가리의 분시 방.
- Marten, G. C. 1985. Reed canarygrass. In *Forages. The science of grassland agriculture.* 4th ed. Health, M. E., R. F. Barnes and D. S. Metcalfe. Iowa State Univ. Ames. USA.
- Miller, G. D., C. W. Deyoe, T. L. Walter, and F. W. Smith. 1964. Variation in protein levels in kansas grain sorghum. *Agron. J.* 56:302-304.
- Miyazaki A., W. Agata, F. Y. Kubota, 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.
- 농촌진흥청 축산기술연구소. 1996. 표준사료성분분석법. pp.1-20.

- Salih, F. A. 1978. Effects of population densities and row spacings on kenaf yields and its components in the kenana area of the Sudan. *Acta Agron. Acad. Sci. Hung.* 27:349-356.
- 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.
- 성약춘, 이호진. 1997. 작물생리학. 고려대학교 출판부. pp.334-366.
- Stallcup, O. T., C. U. Davis, and C. A. Ward. 1964. Factors influencing the nutritive value of forages utilized by cattle, Arkansas. *Agron. Exp. Sta. Bull.* p684.
- Wardeh, M. F. 1981. Models for estimating energy and protein utilization for feed. Ph. D. diss. Utah State Univ., Logan, Utah, USA.
- Worker, G. F. Jr., and V. L. Marble. 1968. Comparison of growth stage of sorghum forage tapes as to yield chemical composition. *Agron. J.* 60:669-672.

