

제주지역에서 예취높이에 따른 양마의 생육특성, 사료수량 및 조성분 변화

조남기 · 강영길 · 송창길 · 조영일* · 오은경 · 고미라 · 박정식

Effects of Cutting Height on Agronomic Characteristics, Forage Yield, and Chemical Composition of Kenaf in Jeju

Nam Ki Cho, Young Kil Kang, Chang Khil Song, Young Il Cho*, Eun Kyung Oh, Mi Ra
Ko, and Jung Sik Park

ABSTRACT

This study was conducted from April 13 to October 8, 2001 in Jeju to determine the influence of cutting height (2, 4, 6, 8 and 10 cm from the soil surface) on growth, forage yield and chemical composition of kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.). As cutting height was increased from 2 to 10 cm, plant height averaged across two cuttings increased from 157.7 to 184.7 cm. This pattern held for the number of leaves and branches per plant, stem diameter and plant weight per plant. As cutting height increased from 2 to 10 cm, fresh forage, dry matter, crude protein and TDN yields increased from 85.5 to 113.7 MT/ha, from 11.97 to 15.63 MT/ha, from 1.63 to 2.72, and from 4.95 to 7.54 MT/ha, respectively. As cutting height was increased from 2 cm to 10 cm, crude protein, ether extract, nitrogen free extract, and TDN contents increased from 14.2 to 17.6%, 2.9 to 3.9%, 24.2 to 25.8% and 43.1 to 48.5%, respectively, while crude fiber and crude ash contents decreased from 35.5 to 30.4 % and 9.9 to 8.1 %, respectively.

(Key words : Kenaf, Cutting height, Forage yield, Chemical composition)

I. 서 론

양마는 한지형과 난지형의 중간생태형에 속하는 일년생 초본식물로서 콩, 녹두, 팥 등 여름작물 재배가 어려운 척박한 토양조건에도 재배가 용이하고, 사료수량성도 매우 높은 작물로 알려져 있다(Hollowell 등 1996; Wardeh,

1981; 조 등, 2001^{abc}). 양마 재배는 남아프리카, 인도, 오스트레일리아 등 여러 나라에서 섬유작물로 재배되었고, 우리나라에서는 오래 전에 농지주변에 재배하여 소 고퍼용으로 이용하여 왔으나 현재는 양마 재배가 거의 이루어지고 있지 않다(金, 1992). 최근 양마에는 이산화탄소 흡수력과 질소, 인산 흡수계수가 매우 높아

제주대학교(Dept of plant Resources Science, College of Agric. & Life sci., Cheju National University)

* 서울대학교(College of Agric. & Life Sci., Seoul National University)

Corresponding author : Nam Ki Cho, Dept of plant Resources Sci., College of Agric. & Life sciences, Cheju National University, Jeju, 690-756, Korea. (064)-754-3315, chonamki@cheju.ac.kr

수질정화나 토양개량용으로 이용가치가 매우 높은 것으로 보고되어 있고(정 등, 1995) 양마잎에는 조단백질 함량(20~40%)이 다량으로 함유되어 조사료로 이용가치가 매우 높은 사료작물로 평가되고 있고, 조사료로 이용하기 위한 연구도 미국, 일본, 중국 등 여러 나라에서 이루어지고 있으나(White 등, 1971; Bhardivig 등, 1995), 우리나라에서는 사료작물로 이용하기 위한 연구가 미미한 실정이다. 특히 제주도는 강우량이 많고(1,200~2,200mm 연간), 기온이 높으며, 무상기간이 길어(연간 300일 이상) 주로 영양생장만을 하는 사료작물 재배에 있어서 가장 적합한 지역으로 알려지고 있으나 양파 재배 및 관리에 관련한 연구가 적은 편이다. 따라서 본 시험은 제주도 화산회토에서 예취높이에 따른 양마의 생육특성, 사료수량 및 사료가치를 분석하여 동물사료로 이용하고자 수행하였다.

II. 재료 및 방법

본 시험은 2001년 4월 13일부터 2001년 10월 8일까지 표고 278m에 위치한 제주대학교 농업생명과학대학 부속농장에서 실시하였다. 시험포장의 토양은(표토 10cm) 화산회토가 모재로 된 농암갈색토였으며, 화학적 성질은 표 1에서 보는 바와 같고, 조사기간의 기상조건은 표 2에서 보는 바와 같다. 공시 양마품종은 Evegradies 71이었고, 2001년 4월 13일에 휴폭 25cm, 주간 25cm 간격으로 주당 3점씩 점파하였으며, 출현 후 1주 1분으로 솎음을 하였다. 시험구 배치는 5처리 3반복 난괴법으로 하였고, 시험구 면적은 6.6m²로 하였다. 시비량은

질소 200kg/ha, 인산 100kg/ha, 칼리 100kg/ha에 해당하는 양을 각각 요소, 용성인비 및 염화칼리로 시비하였으며, 질소는 전술한 양의 50%는 기비로, 나머지 50%는 1차 예취(7월 21일)후 추비로 사용하였고, 인산과 칼리는 전량기비로 하였다.

주요 생육특성은 7월 21일과 10월 8일 수확시 2차에 걸쳐 조사하였으며, 시험구 중간지점에서 각각 10분을 선정하여 초장, 엽수, 경직경 및 주당 무게를 조사하였다. 생초수량은 각 구별로 생육이 균형된 지점에서 3.24 m²(1.8m×1.8m)를 예취한 다음 ha당 생초수량으로 환산하였고 건물중은 생초중에서 500g의 시료를 75℃ 통풍건조기에서 48시간 건조시켜 건물중을 조사하였다. 조단백질(CP), 조지방(EE), 조섬유(CF), 조회분(CA), 가용무질소물(NFE) 등의 일반 조성분은 1mm체를 통과시킨 시료를 이용하여 농촌진흥청 축산기술연구소(1996) 표준사료 성분 분석법에 준하여 분석하였으며, 가소화양분총량(TDN)은 Wardeh(1981)가 제시한 수식에 의하여 산출하였다. (TDN(%) = -17.256 + 1.212CP(%) + 2.464EE(%) + 0.835NFE(%) + 0.448CF(%))

III. 결과 및 고찰

1. 생육 특성

양마의 예취높이에 따른 초장, 엽수, 분지수, 경직경 및 주당무게를 조사한 결과는 표 3에 제시되었다. 초장은 예취높이가 높을수록 길어지는 경향이였다. 즉 초장은 2cm 예취에서

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)				EC (dS/m)	NO ₃ -N (mg/kg)
			Ca	Mg	K	Na		
5.5	63.6	95.4	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

157.7cm로 작은 편이었으나 예취높이가 높아짐에 따라 점차적으로 커져서 10cm 예취에서는 180.2cm로 길어졌다. 분지수, 엽수 및 주당 무게도 초장반응과 마찬가지로 2cm 예취에서 각각 30.4개, 230개, 1,481g이었으나 예취높이가 높아짐에 따라 증가되어 10cm 높이에서 분지수 32.6개, 엽수 291개, 주당무게는 2,159g으로 증가되었다. 경직경 2cm 예취에서 15.7mm였으나 예취높이가 높아짐에 따라 증가되어 8cm와 10cm 높이에서 16.5개였다. 이 시험에서 예취높이가 2cm에서 10cm로 높아짐에 따라 초장은 길어지고, 엽수, 분지수 등이 증가된 것은 2차

예취후 재생장과정에서 재생력이 강한 것으로 보아 양마의 양분저장이 주로 줄기와 잎에 집중되어 있기 때문에 예취높이가 높을수록 생육이 촉진되었고, 예취높이가 낮을수록 저장양분 탈취정도가 심하여 재생장이 불리하였던 것으로 생각되었다(Esclada와 Plucknett, 1977; Yusuke와 Kiyochika, 1987).

2. 사료수량 변화

양마의 예취높이에 따른 생초, 건물, 단백질 및 TDN 수량은 표 4에 표시하였다.

Table 3. Growth characteristics of kenaf grown at five different cutting height

Cutting height (cm)	Plant height (cm)			No. of branches (ea/plant)			Stem diameter (mm)		
	1st [†]	2nd	Avg.	1st	2nd	Avg.	1st	2nd	Avg.
2	186.7	128.7	157.7	35.0	25.8	30.4	17.9	16.2	17.1
4	184.7	157.7	171.2	34.7	27.9	31.3	17.6	15.9	16.8
6	182.7	171.3	177.0	34.3	28.5	31.4	17.1	15.8	16.5
8	178.0	180.7	179.3	34.2	29.5	31.9	17.0	15.3	16.2
10	175.7	184.7	180.2	34.2	30.9	32.6	16.5	14.2	15.4
Avg.	181.5	164.6	174.2	34.5	28.5	31.5	17.2	15.5	16.4
LSD (5%)	1.1	2.5	1.4	0.3	1.2	0.6	NS	0.5	0.5
Coefficients of regression equations relating cutting height									
Intercept	185.20*	82.94	133.10**	35.55**	24.93**	30.06**	-	13.50**	13.50**
Linear	3.16	28.22	31.15*	-0.28*	0.59**	0.24**	-	0.30**	0.30**
Quadratic	-1.99	-2.85	-7.51	0.01	-	-	-	-	-
Cubic	-0.08	0.14	0.67	-	-	-	-	-	-
r ² or R ²	0.99	0.99	1.00	0.99	0.97	0.95	-	0.99	0.99

Cutting height (cm)	No. of leaves (ea/plant)			Wt. of plants (g/plant)		
	1st	2nd	Avg.	1st	2nd	Total
2	339	121	230	1300	181	1481
4	338	191	265	1292	298	1590
6	331	217	274	1287	362	1649
8	328	241	284	1281	696	1977
10	323	259	291	1274	886	2159
Avg.	332	206	269	1287	485	1771
LSD (5%)	5	7	5	8	10	13
Coefficients of regression equations relating cutting height						
Intercept	344.99**	2.66	169.55	1305.70**	277.53	1590.20
Linear	-2.20**	76.09	39.67	-3.15**	-88.51	-96.18
Quadratic	-	-9.00	-4.97	-	24.59	25.41
Cubic	-	0.40	0.22	-	-0.95	-1.00
r ² or R ²	0.97	1.00	0.99	1.00	0.98	0.98

[†] 1st, first cutting; 2nd, second cutting;

*, ** Significant at the 5 and 1% probability levels, respectively; NS, Not significant.

예취높이에 따른 생초수량은 2cm 예취에서 85.5MT/ha이었던 것이 예취높이가 높아짐에 따라 증가되어 10cm 예취에서는 113.7MT/ha로 유의성 있게 증수되었다. 건물수량은 2cm 예취에서 11.97MT/ha였으나 예취높이가 높아짐에 따라 점차적으로 증가되었고, 8cm와 10cm 예

Table 4. Yield characteristics of kenaf grown at five different Cutting height

Cutting height (cm)	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
2	74.5	11.0	85.5	10.13	1.83	11.97	1.35	0.27	1.63	4.12	0.83	4.95
4	74.0	21.7	95.7	9.63	3.77	13.40	1.30	0.62	1.93	4.00	1.76	5.76
6	73.8	33.7	107.5	9.33	4.90	14.23	1.32	0.83	2.15	4.04	2.37	6.40
8	73.6	39.0	112.5	9.03	6.27	15.30	1.36	1.13	2.49	4.04	3.12	7.16
10	73.0	40.7	113.7	8.80	6.83	15.63	1.45	1.27	2.72	4.07	3.47	7.54
Avg.	73.8	29.2	103.0	9.39	4.72	14.11	1.36	0.83	2.18	4.05	2.31	6.36
LSD (5%)	0.4	0.7	0.6	0.59	0.26	0.52	0.07	0.06	0.07	NS	0.12	0.21
Coefficients of regression equations relating cutting height												
Intercept	74.87**	0.63	76.25	10.37**	-0.28	10.35**	1.45**	-0.08	1.36**	-	-0.18	4.02**
Linear	-0.18**	4.35	3.60	-0.16**	1.16*	0.88*	-0.05**	0.19*	0.14**	-	0.55*	0.49*
Quadratic	-	0.47	0.59	-	-0.04	-0.04	0.01**	-0.01	-	-	-0.02	-0.01
Cubic	-	-0.05	-0.06	-	-	-	-	-	-	-	-	-
r ² or R ²	0.97	1.00	1.00	0.98	1.00	0.99	0.99	0.99	1.00	-	1.00	1.00

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

*, ** Significant at the 5 and 1% probability levels, respectively; NS, Not significant.

취구에서 건물수량은 각각 15.30MT/ha, 15.63 MT/ha로 증가되었으나 이 두 처리간에는 유의성이 없었다. 건물과 단백질 수량도 생초수량의 반응과 비슷한 경향이였다. 즉 2cm 예취에서 단백질 수량은 1.63MT/ha였으나 예취높이가 높아짐에 따라 증가되어 10cm 예취에서 2.72 MT/ha로 증수되었고, TDN 수량은 2cm에서 10cm 높아짐에 따라 4.95MT/ha에서 7.54MT/ha로 증수되었다. 예취높이가 높을수록 수량이 증가된 것은 높은 예취에서는 잔류동화기관 즉 양분저장부위가 많이 남게되어 양마의 재생장이 유리하였고, 상대적으로 낮은 예취에서는 양분저장기관이 적어 양분탈취 정도가 심하여 재생장이 불리한 조건 때문에 수량이 감소된 것으로 생각된다. 다른 사료작물에서도 예취높이에 따라 재생장과 사료수량에 크게 영향을 미치는 것으로 보고되고 있는데, Reed canarygrass는 예취높이가 6~10cm에서(서 등, 1992) Italian ryegrass는 6cm에서(申 등, 1988),

Orchardgrass는 7~10cm에서(金 등, 1993) 사료 수량이 높았으나 그 이상과 그 이하의 예취시에는 수량이 감소된다고 하였고, Timothy, Perennial ryegrass 등의 하변초는 4cm 내외의 예취가 사료수량이 높다고 原田(1979)은 보고한 바 있다(Yusuke와 Kiyochika, 1987). 일반적으로 사료작물의 예취후 재생장은 재배지역의 기상, 토양 등의 환경조건과 관리상태 등에 따라 생육에 차이가 크므로 양마의 예취높이를 10cm 이상에서도 수량성 검토가 필요하다고 본다.

3. 조성분 변화

양마의 예취높이에 따른 조단백, 조지방, 조회분, 조섬유, NFE 및 TDN 함량은 표 5에 예시하였다.

예취높이가 높아짐에 따라 조단백질, 조지방, NFE 및 TDN 함량은 증가되는 경향이였다. 즉

Table 5. Chemical composition of forage for kenaf grown at five different cutting height

Cutting height (cm)	Crude protein (%)			Ether extract (%)			Crude fiber (%)		
	1st [†]	2nd	Avg.	1st	2nd	Avg.	1st	2nd	Avg.
2	13.4	15.0	14.2	2.7	3.0	2.9	40.0	31.0	35.5
4	13.5	16.5	15.0	3.1	3.3	3.2	38.6	30.0	34.3
6	14.1	17.0	15.6	3.3	3.6	3.4	37.2	27.8	32.5
8	15.0	18.0	16.5	3.5	3.8	3.7	35.7	26.6	31.2
10	16.5	18.6	17.6	3.8	4.0	3.9	34.9	25.8	30.4
Avg.	14.5	17.0	15.8	3.3	3.5	3.4	37.3	28.3	32.8
LSD(5%)	0.3	0.5	0.3	0.2	0.1	0.1	0.6	1.2	0.7
Coefficients of regression equations relating cutting height									
Intercept	13.63**	14.40**	13.30**	2.49**	2.78**	2.64**	41.23**	32.36**	36.79**
Linear	-0.23*	0.44**	0.41**	0.13**	0.13**	0.13**	-0.66**	-0.68**	-0.67**
Quadratic	0.05**	-	-	-	-	-	-	-	-
Cubic	-	-	-	-	-	-	-	-	-
r ² or R ²	1.00	0.97	0.99	0.99	1.00	1.00	0.99	0.97	0.99

Cutting height (cm)	Crude ash (%)			NFE [‡] (%)			TDN [†] (%)		
	1st	2nd	Avg.	1st	2nd	Avg.	1st	2nd	Avg.
2	10.1	9.7	9.9	20.5	27.8	24.2	40.6	45.5	43.1
4	10.0	9.1	9.6	21.0	27.0	24.0	41.5	46.8	44.2
6	9.2	8.9	9.0	22.3	28.4	25.4	43.3	48.3	45.8
8	8.8	8.3	8.6	22.8	28.7	25.7	44.7	49.7	47.2
10	8.3	7.9	8.1	22.4	28.6	25.5	46.3	50.7	48.5
Avg.	9.3	8.8	9.0	21.8	28.1	24.9	43.3	48.2	45.7
LSD(5%)	0.3	0.3	0.2	0.7	NS	0.9	0.5	0.5	0.3
Coefficients of regression equations relating cutting height									
Intercept	10.74**	10.09**	10.41**	19.86**	-	23.48**	38.93**	44.17**	42.62**
Linear	-0.24**	-0.22**	-0.23**	0.34**	-	0.25*	0.73**	0.67**	-0.02
Quadratic	-	-	-	-	-	-	-	-	0.13
Cubic	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.01
r ² or R ²	0.97	0.98	1.00	0.94	-	0.83	0.99	1.00	1.00

[†] 1st, first cutting; 2nd, second cutting; [‡] Total digestible nutrients.; [‡] Nitrogen free extract;
 *, ** Significant at the 5 and 1% probability levels, respectively; NS, Not significant.

2cm 예취에서 10cm로 예취높이가 높아짐에 따라 조단백질 함량은 14.2%에서 17.6%로, 조지방 함량은 2.9%에서 3.9%로, NFE 함량은 24.2%에서 25.8%로, TDN 함량은 43.1%에서 48.5%로 증가하였다. 조섬유 및 조회분 함량은 조단백질 함량 등의 반응과는 반대로 예취높이가 2cm에서 10cm로 높아짐에 따라 낮아지는 경향이였다. 2cm 예취에서 조섬유 함량은 35.5%에서 30.4%로, 조회분 함량은 9.9%에서 8.1%로 낮아졌다. 이 시험에서 예취높이가 높아짐에 따라 조단백질 함량은 증가되고 조회분 및 조섬유 함량이 낮아진 것은 높은 예취에서는 양마의 양분저장기관이 많이 남아 재생장과 정에서 질소성분 등 양분흡수가 충분히 이루어졌고, 이와는 반대로 낮은 예취에서는 양분흡수력이 낮아 생육이 부진하였던데 원인이 있는 것으로 생각되었다. 사료작물에 있어서 예취높이가 높을수록 조단백질, 조지방 함량은 높아 지나 조섬유 및 조회분 함량은 낮아진다는 보고도 있는데, 이와 이(1994)는 orchardgrass-red clover 초지에서, Seo와 Kim(1985)는 Sorghum-sudangrass Hybrid에서, 金 등(1997)은 청예용벼에서 예취높이가 높을수록 조단백질, 조지방, NFE는 증가되고 조회분과 조섬유 함량은 낮아진다는 본 시험과 비슷한 결과를 이미 보고한 바 있다. 이상의 결과로 보아 제주도 기상, 토양 등의 환경조건하에서 양마를 사료목적으로 이용하기 위한 예취높이는 10cm 정도가 적당하다고 판단되었으나 매년 재배환경조건이 다를 수 있기 때문에 이에 대한 검토가 필요하다고 본다.

IV. 요 약

제주지역에서 예취높이에 따른 (2, 4, 6, 8 및 10cm)에 따른 양마의 생육특성, 수량성 및 사료가치를 구명하기 위하여 2001년 4월 13일부터 10월 8일까지 시험한 결과는 다음과 같다.

초장은 2cm 예취에서 157.7cm였던 것이 예취높이가 높아짐에 따라 점차적으로 커져서 10cm 예취에서는 180.2cm로 커졌다. 엽수, 분지수, 경직경 및 주당 무게는 초장반응과 비슷한 경향이였다. 생초, 건물, 단백질 및 TDN 수량은 2cm 예취에서 각각 85.5MT/ha, 11.97MT/ha, 1.63MT/ha, 4.95MT/ha로 감소되었으나 예취높이가 높아짐에 따라 점차적으로 증가되어 10cm 예취에서 생초수량 113.7MT/ha, 건물수량 15.63MT/ha, 단백질수량 2.72MT/ha, TDN수량은 7.54MT/ha로 증수되었다. 예취높이가 2cm에서 10cm로 높아짐에 따라 조단백질 함량은 14.2%에서 17.6%로, 조지방 함량은 2.9%에서 3.9%로, NFE 함량은 24.2%에서 25.8%로, TDN 함량 35.5%에서 30.4%로, 조회분 함량은 9.9%에서 8.1%로 낮아졌다.

V. 인 용 문 헌

1. 조남기, 송창길, 조영일, 고지병. 2001^a. 제주지역에서 파종기에 따른 양마의 사료수량 및 조성분 변화. 한작지 46(6):439-442.
2. 조남기, 송창길, 조영일, 고지병. 2001^b. 제주지역에서 질소시비량 차이에 따른 양마의 생육특성, 수량 및 조성분 변화. 한초지 21(2):59-66.
3. 조남기, 송창길, 강봉균, 조영일, 고지병. 2001^c. 제주지역에서 재식밀도에 따른 양마의 생육특성, 수량 및 조성분 변화. 동물자원지 43(5):755-762.
4. 정승근, 조동삼, 조남식. 1995. 지구온난화 방지 및 농촌 소득증대를 위한 새로운 속성 섬유자원 개발 I. 속성섬유자원 양마와 어저귀의 건물생산성. 대산논집 3:174-176.
5. 金永斗, 李載吉, 申鉉卓. 1997. Brittle Culm 벼의刈取높이가 青刈收量 및 營養價에 미치는 影響. 韓作誌 42(5):528-533.
6. 金正喆, 崔基春, 金光鉉, 金宇福. 1993. 高溫期刈取方法이 Orchardgrass의 生長 및 炭水化物蓄積에 미치는 影響. 韓草誌 13(4):257-267.
7. 金熙泰, 朴贊浩, 孫世鎬. 1992. 工藝作物學. 鄉文社. pp 97-106.
8. 이형석, 이인덕. 1994. Orchardgrass-Red Clover 草地の刈取頻度와 높이가 牧草의 收量과 品質

- 에 미치는 影響. 韓草誌 14(4):295-306.
9. 申載珣, 朴根濟, 車英鎬, 李弼相, 尹益錫. 1988, 越冬前刈取높이가 北方型 牧草의 越冬性, 이 른봄 收量 및 養分生産에 미치는 影響 II. 草種 別 刈取높이에 따른 一般成分 含量 變化, Energy 生産量 및 相關關係. 韓草誌 8(1):20-25.
 10. 서 성, 김재규, 이효원. 1992. Reed Canarygrass 초지의 관리 및 이용에 관한 연구 II. 예취높이 가 주요 Reed canarygrass 목초의 재생과 수량 및 잡초발생에 미치는 영향. 한초지 12(4):281-287.
 11. 축산기술연구소, 1996. 표준사료성분분석법. p. 1-20.
 12. Bhardivig, H.L., M. Rangappa and C.L. Webber. 1995. Potential of kenaf as a forage. Proc. 7th Ann. Intern. Kenaf Conf : 94-104.
 13. Escalada, R.G. and D.L. Plucknett. 1977. Ratoon cropping of sorghum. III. Effect of nitrate and cutting height on ratoon performance. Agron. J. 69:345-346.
 14. 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.
 15. 原田 勇. 1979. 牧草의 營養と 施肥. 養賢堂. pp.121.
 16. Seo, S. and D.A. Kim. 1985. Effect of nitrogen and cutting height on the appearance and dry weight of new bud, and yield of forage sorghum-sudangrass hybrid. Korean J. Anim. Sci. 27(5):328-332.
 17. Yusuke, G. and H. Kiyochika. 1987. Studies on the regrowth of rice plant shoots I. Difference of regrowth obtained from the cutting in young panicle development stage. Japan. Jour. Crop Sci. 56(4):467-473.
 18. Wardeh, M.F. 1981. Models for estimating energy and protein utilization for feed. Ph. D. Dissertation Utah State Univ., Logan, Utah, USA.
 19. 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.