

철원지역에서 재배한 양마 (Kenaf, *Hibiscus cannabinus* L.)의 재식거리와 품종, 수확시기에 따른 건물수량 및 사료성분의 변화

한상은* · 성경일* · 조동하** · 김성무** · 김병완*

Effects of Planting Density, Cultivar and Growing Days on the Dry Matter Yield and Forage Quality of Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) in Cheorwon, Korea

Sang Eun Han*, Kyung Il. Sung*, Dong Ha Cho**, Cheng Wu Jin** and Byong Wan Kim*

ABSTRACT

This study was conducted to evaluate the dry matter yield and forage quality of Kenaf in relation to planting density and growing days in Cheorwon area from 20 May to 12 September in 2005. The experiment was laid out in a split plot design with three replications. The main plots consisted of planting density and growing days with three cultivars of Kenaf as sub-plots; Dowling, Everglade and Tainung. The results obtained were summarized as follows. The dry matter yield increased until 92 days after planting at 10×10cm² planting density, but decreased after the day. The dry matter yield increased with maturity in all three cultivars, especially Dowling showed the highest dry matter yield at each harvest time. The Crude Protein (CP) contents of all three cultivars decreased with maturity. Especially, the decrease in the CP contents was greater in the early stage than in the late stage. The planting density did not affect the CP contents, even though they are little higher in 10×20cm² planting density. The higher CP contents were observed in Dowling, which is not significant. No difference in the Neutral detergent fiber (NDF) and Acid detergent fiber (ADF) contents was observed in the planting density and cultivar, although the increasing tendency was found with maturity. These results suggest that Kenaf can be a good potential forage crop in the northern area of Korea, especially Dowling showed the great dry matter yield and forage quality when harvested on Day 104 at 10×20cm² planting density.

(Key words : Kenaf, Planting density, Forage quality)

I. 서 론

양마(Kenaf, *Hibiscus cannabinus* L.)는 아프리카와 인도가 원산지인 열대성 작물로서 과거에는 끈이나 실, 부대 등을 만드는데 이용되었으나(Wilson 등, 1965), 그 후 섬유질 작물로 알

려지면서 제지산업에서 펄프를 생산하는데 많이 이용되어 왔다(White 등, 1970; Clark 등, 1971). 또한 척박한 토양이나 침수지에서도 재배가 가능할 정도로 환경에 대한 적응성이 우수한 작물이며(Hollowell 등 1996), 이산화탄소 흡수력, 질소 및 인산 등 비료 흡수력이 강한

* 강원대학교 동물자원과학대학(College of Animal Life Science, Kangwon Natl. Univ., Korea)

** 강원대학교 농업생명과학대학(College of Agriculture and Life Science, Kangwon Natl. Univ., Korea)

Corresponding author: Byong Wan Kim, Kangwon National University, College of Animal Life Sciences, Chuncheon. 200-701, Korea. E-mail : bwkim@kangwon.ac.kr

Tel: 033-250-8625, Fax: 033-244-2532

환경정화 작물로도 잘 알려져 있다(Miyazaki 등, 1995; Song 등, 1995). 최근들어 양마는 가축사료로서의 이용가능성이 크게 제기되어 왔으며(Killinger, 1969), 특히 어린시기의 사료가치는 매우 높은 것으로 보고 되어있다(Killinger, 1969; 한 등, 2004).

여러 연구결과들에 따르면, 양마 잎과 줄기의 조단백질 함량은 각각 14~34%(Killinger, 1969; Sutyajantratong 등, 1973; Swingle 등, 1978; Webber, 1993)와 2~12%(Swingle 등, 1978; Webber, 1993)로 조사되었고, 식물 전체의 조단백질 함량은 6~23%(Killinger, 1969; Swingle 등, 1978; Webber, 1993)라고 보고되어있다. 또한 양마의 건물소화율은 53~58%, 조단백질 소화율은 59~71%(Wing 1967; Sutyajantratong 등, 1973; Swingle 등, 1978)로 높은 사료적 가치를 지니고 있다.

국내에서는 춘천과 제주지역에서 연구가 실시된 바 있는데, 춘천지역에서 재배된 파종 50일째의 양마의 건물생산량은 약 4.5ton/ha, 조단백질 함량은 11~14%, 양마 잎의 조단백질 함량은 20% 내외, 줄기의 조단백질 함량은 3~6%라고 하였으며(한 등, 2004), 제주지역에서 재배된 파종 98일째 양마의 생산량은 약 5 ton/ha, 70일째 조단백질 함량은 15% 내외가 된다고 보고하였다(황 등, 2002).

이렇게 양마는 생산성과 품질이 우수하고 환경 적응성이 높은 사료작물로서 경지면적이 협소하고 척박한 토양이 많은 우리나라에서 유망한 초종으로 보여지지만, 국내에서는 아직 이에 대한 연구가 미흡한 실정이다. 제주지역에서 실시된 연구에서는 예취높이, 질소시비량 및 재식밀도 등에 관한 자료가 있지만, 열대성 작물인 양마의 생육상태가 제주지역과 중부내륙지역과는 큰 차이를 나타낼 수 있으며, 춘천지역에서 실시된 연구는 양마의 생육일수가 짧아서 전체적인 수확시기를 고려 할 수 없다.

따라서 본 연구는 철원지역에서 사료작물로서 가능성이 높은 양마 3품종(Dowling, Tainung,

Everglade)을 재식거리와 수확시기를 달리하여, 건물수량과 사료성분의 변화를 검토함으로써 이 지역에 적합한 품종을 선발하고, 적절한 재식거리 및 수확시기를 결정하기 위해 실시하였다.

II. 재료 및 방법

본 실험은 강원도 철원군에 소재한 농가의 전을 임대하여 2005년 5월부터 같은 해 9월까지 약 5개월에 걸쳐 수행되었다. 공시된 양마 품종은 그 동안 기초실험을 통하여 사료작물의 가능성을 보였던 Dowling, Everglade, Tainung 3 품종으로 하였으며 파종 방법으로는 재식거리를 $10 \times 10 \text{cm}^2$ 와 $10 \times 20 \text{cm}^2$ 로 각각의 거리에 따라 점파하였다.

수확은 7월 12일(생육일수 53일), 7월 21일(62일), 8월 2일(73일), 8월 12일(84일), 8월 21일(93일), 9월 2일(104일) 및 9월 12일(115일)로 약 10일 간격으로 7회 수확하였다. 실험설계는 3반복 분할구 배치로 주구는 재식거리와 수확 시기로 했고 세구는 양마 3품종으로 배치하였다. 시비는 우분 퇴비(5 ton/ha)를 사용하였으며, 파종시 모두 사용하고 더 이상 추비하지 않았다. 생육초기에 시험 재배지에서 잡초발생이 매우 심하여 6월 22일 잡초제거를 하였으며, 이후에는 양마의 생장이 기타 다른 풀들보다 빨라 추가로 잡초제거를 하지 않아도 양마의 생육에 큰 지장을 주지 않았다.

채취된 시료는 사료가치(NDF, ADF, CP) 분석을 하기 위해 춘천실험실로 운반하여 작업을 수행하였으며, 예취높이는 5cm로 하였다. 운반된 생초는 무게를 측정하고 약 5cm로 절단하여 Dry Oven 65°C에서 약 72시간 건조시켰다. 건조된 시료는 분쇄를 하였으며, 분쇄한 시료는 1mm채로 걸러 사료가치를 분석하였다.

분쇄한 시료는 Goering and Van Soest 법(1970)으로 NDF와 ADF를 분석하였으며, 조단백질(CP)은 Kjeldahl법(AOAC, 1990)에 의하여

분석하였고, 단위면적당 CP 수량은 CP 함량을 구한 뒤 단위면적당 건물수량을 곱하여 구하였다. 분석한 자료의 통계처리는 SAS package Program(ver. 6.12)을 이용하여 실시하였고, 최소유의차(LSD)를 이용하여 처리평균간 유의성을 검정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 재식거리 및 품종에 따른 건물함량 및 건물생산량

조사된 양마의 건물함량은 표 1에 나타나 있다. 대부분의 사료작물과 같이 생육일수가 지남에 따라 건물함량이 높아지는 일반적인 특성을 보이지만, 생육일수 100일 이상에서도 건물함량이 20% 미만으로 다른 사료작물들과 비교했을 때 상대적으로 수분 함량이 높은 것으로 나타났다. 이는 사일리지 조제시 좋은 발효 품질을 위해서는 건조나 첨가제 등으로 수분량 조절이 필요할 것으로 사료된다.

재식거리별 양마의 ha당 건물생산량은 Fig. 1에 나타나 있다. 생육초기에서 중기까지는 재식거리 10×10cm²에서 건물생산량이 높았으나, 생

육후기에는 10×20cm²에서 높게 조사되었다. 생육일수 93일에서 115일을 보면 재식거리 10×10cm²는 18.2, 21.3 및 20.2 ton/ha로 크게 변화하지 않은 반면, 재식거리 10×20cm²는 15.0, 25.9 및 27.4 ton/ha로 양마의 건물 생산량이 급격히 증가함을 볼 수 있다. 이 같은 결과는 생육후기에 접어들면서 상대적으로 개체간의 경합이 약한 10×20cm² 구역에서 각 개체들의 왕성한 생육에 의한 결과로 사료되어진다. 특히 재식거리 10×10cm²에서 건물생산량이 감소한 원인은 8월 말경 시험재배지에 발생한 잎마름병이 원인인 것으로 보여진다. 밀식을 시킨 재식거리 10×10cm² 구역이 재식거리 10×20cm² 구역에 비해 잎마름병의 피해가 크게 발생하여 수량감소에 큰 영향을 미친 것으로 판단되어진다.

품종별 양마의 ha당 건물생산량은 Fig. 2에 나타나 있다. 모든 품종은 생육일수가 경과함에 따라 건물생산량이 증가하는 경향을 보였으나, Tainung은 104일 이후 건물생산량이 급격히 떨어지는 결과를 보였다. 이는 공시된 3품종 중 Tainung이 잎마름병에 대한 내병성이 가장 낮은 원인으로 사료된다. 하지만 정확한 내병성에 관한 연구가 이루어진 것이 아니므로, 추후

Table 1. Dry matter contents(%) of three Kenaf cultivars with two planting density at different growing days

Growing Days	10×10cm ²				10×20cm ²			
	Dowling	Everglade	Tainung	Average	Dowling	Everglade	Tainung	Average
53	11.88	12.31	13.46	12.55	15.48	11.88	11.34	12.90
62	15.44	14.29	16.05	15.26	11.78	15.30	14.89	13.99
73	13.96	13.39	10.76	12.70	13.59	12.90	11.27	12.59
84	10.19	12.49	11.91	11.53	11.22	14.60	11.61	12.48
93	15.69	16.11	15.65	15.82	16.39	15.48	17.66	16.51
104	14.94	13.55	13.73	14.07	14.27	15.58	24.88	16.51
115	19.60	15.49	17.17	17.42	18.43	19.43	16.89	18.25
Average	14.53	13.95	14.10		14.45	15.02	15.51	

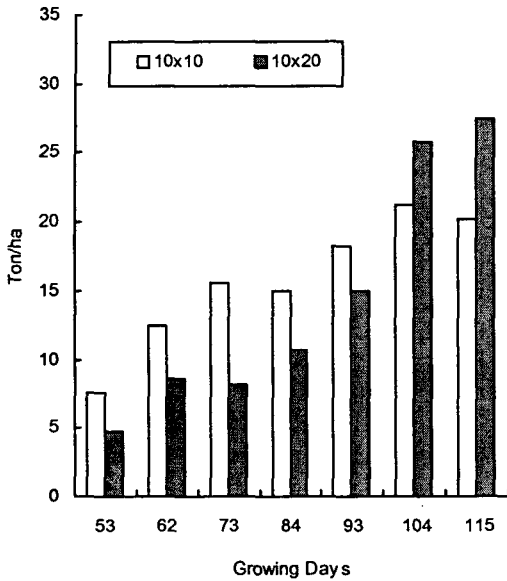


Fig. 1. Average dry matter yield of Kenaf with two planting density at different growing days.

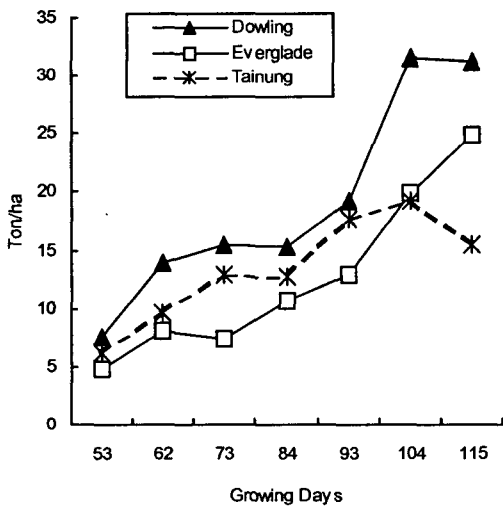


Fig. 2. Average dry matter yield of three Kenaf cultivars over two planting density at different growing days.

에 이에 관한 연구가 진행되어야 할 것으로 사료된다.

Webber와 Bledoe(2002)가 조사한 Everglade의 건물생산량은 생육일수 60일, 90일, 120일 때,

건물 생산량은 각각 5.7, 11.5 및 18.2 ton/ha로 본 연구결과가 다소 높게 나타났다. 특히, Dowling의 경우 모든 수확시기에서 공시된 3가지 품종 중 가장 높은 건물생산성을 보였으며, 특히 생육후기에 접어들면서 생육 속도가 월등히 좋은 것으로 나타났다.

2. 재식거리 및 품종에 따른 사료가치

양마의 재식거리와 품종에 따른 조단백질 함량은 Table 2에 표시하였다. 재식거리에 따른 조단백질 함량의 차이는 크게 나타나지 않았지만 10×20cm² 구에서 다소 높게 나타났다. 조사된 3품종 공히 생육시기가 길어짐에 따라 조단백질 함량이 감소하는 경향을 보였으나, 생육 중기 정도인 73일에서 84일까지는 크게 감소하지는 않았으나 생육후기는 생육초기에 비해 큰 폭으로 감소하였다.

품종별로는 생육초기에는 Tainung, 생육후기에는 Everglade가 높은 조단백질 함량을 나타냈으나, 생육기 전체로 보아서는 Dowling이 다소 높은 결과를 보였다. Dowling의 경우 생육일수 53일에는 11% 이상의 단백질 함량을 지니고 있었으나, 생육일수 62일에는 8% 이하로 급격히 떨어짐을 볼 수 있었고, 다른 품종의 경우도 약간의 차이가 있지만 조단백질 함량이 급격히 떨어지는 경향을 보였다. 전체적으로는 생육일수 53~84일에는 감소폭이 컸지만, 93일 이후의 감소폭은 적었다.

Xiccato 등(1998)이 발표한 논문에 따르면 초장 180~190cm일 때 조단백질 함량이 9~10%라고 보고하였다. 이는 본 실험에서 생육시기가 80~90일 정도에 해당되는데, 이 때 조단백질 함량은 6~8%으로 Xiccato 등(1998)의 연구결과보다 다소 낮은 결과를 보였다. 이러한 차이는 일부 생육환경의 차이로 여겨진다.

Table 3은 양마의 재식거리와 품종에 따른 NDF 함량을 나타낸 표이다. 생육일수에 따른 변화는 생육일수가 경과하면서 NDF 함량이 증

Table 2. The CP contents(%) of three Kenaf cultivars with two planting density at different growing days

Growing Days	10×10cm ²				10×20cm ²			
	Dowling	Everglade	Tainung	Average	Dowling	Everglade	Tainung	Average
53	11.59 ^a	8.58 ^c	10.59 ^b	10.26 ^A	11.06 ^a	9.92 ^b	10.76 ^{ab}	10.58 ^A
62	6.40 ^b	6.25 ^b	9.34 ^a	7.33 ^C	7.87 ^c	8.59 ^b	9.26 ^a	8.57 ^C
73	7.61 ^b	6.56 ^b	10.00 ^a	8.06 ^B	9.52 ^a	8.01 ^c	8.91 ^b	8.81 ^B
84	7.97 ^a	6.31 ^b	6.33 ^b	6.87 ^D	8.87 ^a	7.12 ^b	8.23 ^a	8.07 ^D
93	6.26 ^b	7.41 ^a	6.78 ^{ab}	6.82 ^D	8.54 ^a	6.32 ^b	6.19 ^b	7.02 ^E
104	6.51 ^a	6.02 ^a	4.83 ^b	5.79 ^E	4.65 ^c	6.93 ^a	6.03 ^b	5.87 ^F
115	5.81 ^a	5.43 ^{ab}	5.40 ^b	5.55 ^E	5.31 ^b	6.89 ^a	4.93 ^b	5.71 ^F
Average	7.45 ^a	6.65 ^b	7.64 ^a		7.97 ^a	7.68 ^a	7.76 ^a	

^{ab,c} Means in the same row with different letters were significantly different(p<0.05).

^{A-F} Means in the same column with different letters were significantly different(p<0.05).

Table 3. The NDF contents(%) of three Kenaf cultivars with two planting density at different growing days

Growing Days	10×10cm ²				10×20cm ²			
	Dowling	Everglade	Tainung	Average	Dowling	Everglade	Tainung	Average
53	49.85 ^{ab}	44.42 ^b	51.87 ^a	48.71 ^E	54.13 ^a	41.99 ^b	45.69 ^b	47.27 ^E
62	57.92 ^a	58.71 ^a	58.51 ^a	58.38 ^D	58.97 ^a	53.68 ^b	59.46 ^a	57.37 ^D
73	70.57 ^a	63.40 ^b	72.91 ^a	68.96 ^A	68.50 ^a	58.87 ^a	58.35 ^a	61.91 ^C
84	65.28 ^a	58.52 ^a	66.56 ^a	63.45 ^C	69.64 ^a	68.29 ^{ab}	64.15 ^b	67.36 ^{AB}
93	68.18 ^a	66.14 ^{ab}	63.22 ^b	65.85 ^{BC}	66.24 ^a	64.53 ^a	66.25 ^a	65.68 ^B
104	72.68 ^a	70.19 ^a	57.45 ^b	66.77 ^{AB}	67.19 ^b	72.34 ^a	68.82 ^{ab}	69.45 ^A
115	59.11 ^b	60.36 ^b	76.45 ^a	65.31 ^{BC}	64.18 ^a	54.99 ^a	55.96 ^a	58.38 ^D
Average	63.37 ^a	60.25 ^b	63.85 ^a		64.12 ^a	59.24 ^b	59.81 ^b	

^{ab} Means in the same row with different letters were significantly different(p<0.05).

^{A-E} Means in the same column with different letters were significantly different(p<0.05).

가하는 일반적인 경향을 보였다. 재식거리에 따른 양마의 NDF 함량은 큰 차이점을 발견할 수 없었다. 조사된 모든 품종에서 생육일수

53~84일의 NDF 함량 증가는 다소 컸으나, 생육일수 84일 이후에는 증가량이 적었다. 하지만 전체적으로 NDF 함량은 생육일수가 증가됨

Table 4. The ADF contents(%) of three Kenaf cultivars with two planting density at different growing days

Growing days	10×10cm ²				10×20cm ²			
	Dowling	Everglade	Tainung	Average	Dowling	Everglade	Tainung	Average
53	36.22 ^a	26.31 ^c	31.24 ^b	31.26 ^E	34.39 ^a	31.19 ^b	35.83 ^a	33.80 ^D
62	42.59 ^a	38.11 ^a	43.26 ^a	41.32 ^D	42.24 ^a	41.90 ^a	43.92 ^a	42.68 ^C
73	52.49 ^a	53.89 ^a	41.77 ^b	49.38 ^C	55.11 ^a	48.28 ^b	55.51 ^a	52.97 ^A
84	55.53 ^a	53.55 ^a	50.33 ^a	53.13 ^{AB}	51.25 ^a	45.07 ^a	52.97 ^a	49.76 ^B
93	51.91 ^a	49.88 ^a	51.32 ^a	51.04 ^{BC}	53.28 ^a	50.55 ^b	48.43 ^c	50.76 ^{AB}
104	52.57 ^b	57.43 ^a	54.35 ^{ab}	54.78 ^A	55.80 ^a	55.53 ^a	42.25 ^b	51.20 ^{AB}
115	46.97 ^a	39.83 ^b	34.91 ^b	40.57 ^D	43.39 ^b	45.80 ^b	60.27 ^a	49.82 ^B
Average	48.33 ^a	45.57 ^b	43.88 ^b		47.92 ^a	45.47 ^b	48.45 ^a	

^{a,b,c} Means in the same row with different letters were significantly different(p<0.05).

^{A-B} Means in the same column with different letters were significantly different(p<0.05).

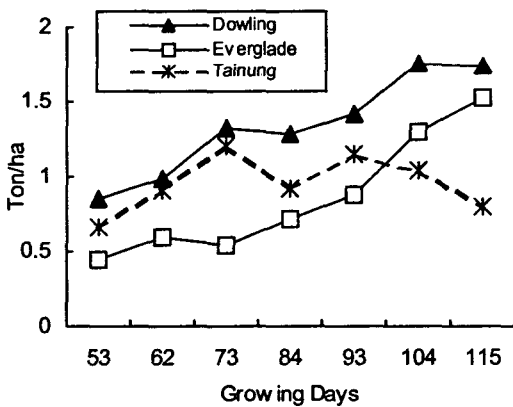


Fig. 3. Average CP yield of three Kenaf cultivars over two planting density at different growing days.

에 따라 큰 차이가 나타나지 않았다. 이는 생육초기라 할 수 있는 생육일수 53일에 이미 NDF 함량이 40~55%로 일반 화분과 목초와는 달리, 생육 초기에도 많은 섬유소를 포함하고 있기 때문으로 생각되어진다. 품종별로는 Dowling이 다소 높은 경향을 나타냈으나, 큰 차이는 나타나지 않았다. 이 결과는 Xiccato 등(1998)

이 발표한 초장 180~190cm의 NDF 함량 60~67%와 비슷한 결과를 나타냈다.

양마의 재식거리와 품종에 따른 ADF 함량은 Table 4와 같다. 전체적인 양마의 ADF 함량은 NDF 함량의 결과와 유사한 경향을 나타냈다. 생육초기에는 재식거리 10×20cm²에서 다소 높았으며, 생육후기에는 10×10cm²에서 다소 높은 경향을 보였으나, 큰 차이점을 보여주지 않았다. 품종별로도 큰 차이점은 나타나지 않았지만, Tainung은 다소 낮은 Dowling은 다소 높은 ADF 함량을 나타냈다. 이는 Xiccato 등(1998)이 발표한 초장 180~190cm의 ADF 함량 43~50% 보다 약간 높은 결과이지만 큰 차이를 나타내지 않았다.

이상의 결과를 종합하여 보면, 조사된 항목에서 재식거리별 큰 차이는 나타나지 않았지만, 건물 생산량 면에서 생육초기에는 10×10cm²구에서 높았고, 생육후기에 들어오면서 10×20cm² 구에서 높은 결과를 보였다. 또한 품질면에서도 10×20cm² 구에서 다소 좋은 것으로 나타났다. 품종은 Dowling이 다른 두 품종

에 비해 NDF와 ADF 함량이 다소 높은 것으로 조사되었지만, 조단백질 함량과 특히, 건물생산량이 모든 수확시기에서 월등히 높은 것으로 나타났다.

수확시기는 생육시기가 길어짐에 따라 건물생산량이 늘어나고 품질이 떨어지는 사초의 일 반적 생육양상을 보이지만, 생육후기에 접어들면서 조단백질의 급격한 감소와 섬유소의 급격한 증가는 나타나지 않았다. 이는 건물생산량이 지속적으로 증가하는 한 수확시기를 연장시킬 수 있다는 것이 양마의 큰 장점으로 판단되어진다. 따라서 본 실험결과는 Dowling 품종을 재식거리 10×20cm²에서 생육일수 100일경에 수확하는 것이 바람직한 양마 이용법으로 고려될 수 있다.

IV. 요약

본 연구는 양마 3품종을 재식거리, 품종 및 수확시기에 따른 건물수량과 사료성분의 변화를 검토하고자 강원도 철원지역에서 2005년 5월 20일부터 2005년 9월 12일까지 수행되었다. 시험배치는 3반복 분할구 배치로 주구는 재식거리와 수확시기를, 세구는 양마 3품종(Dowling, Everglade 및 Tainung)을 배치했으며, 결과를 요약하면 다음과 같다. 생육일수에 따른 건물생산량은 93일까지는 재식거리가 10×10cm² 구에서 높게 나타났다. 품종별 건물생산량에서는 모든 품종이 생육시기가 진행됨에 따라 건물수량이 높아지는 경향을 보였고, 특히 Dowling이 모든 수확시기에서 가장 높은 건물생산량을 보였다. 조단백질 함량은 생육일수가 길어짐에 따라 감소하는 경향을 보였다. 특히, 생육 중기(생육일수 84일)를 기준으로 생육초기에는 조단백질 함량은 큰 차이를 나타내지 않았지만, 10×20cm² 구에서 다소 높게 나타났다. 품종별로는 Dowling의 조단백질 함량이 다소 높은 것으로 조사되었으나, 큰 차이는 나타나지 않았다. 재식거리 및 품종에 따른 NDF와 ADF 함

량의 차이는 조사된 3 품종 공히 생육시기가 지나감에 따라 다소 증가하는 경향을 보였지만, 큰 유의적 차이는 나타나지 않았다. 이상의 결과를 종합해 보면, 양마는 우리나라 중북부 지방에서 훌륭한 사료작물로서의 가능성이 검증되었고, 특히 Dowling 품종이 재식거리 10×10cm²로 파종하여 104일째 수확했을 때 가장 좋은 건물생산량과 품질을 보여주었다.

V. 인용 문헌

1. 한상은, 성경일, 김병완. 2004. 춘천지역에서 양마의 품종과 수확시기에 따른 건물수량 및 사료성분의 변화. 동물자원연구. 15:1-7.
2. 황경준, 김문철, 강시용, 유장걸, 송상택, 박남건, 김종하. 2002. 양마의 제주지역 지역 적응성, 생산성 및 사료가치에 관한 연구. 한초지. 22(4): 287-296.
1. AOAC. 1990. Official methods analysis(15th Ed.). Association of Official analytical Chemists. Arlington, VA.
3. Clark T.F., R.L. Cunningham and I.A. Wolff. 1971. A search for new fiber crops. TAPPI. 54(1):6365.
4. Goering, H.K. and P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber analyses(Apparatus, reagents, procedures and some applications). Agric. Handbook 379. ARS, USDA, Washington, DC.
5. Hollowell, J.E., B.S. Baldwin and D.L. Lang. 1996. Evaluation of kenafs a potential forage for the southern United States. Proc. 8th Ann. Intern. Kenaf Confer. 34-38.
6. Killinger, G.B. 1969. Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.), a multi-use crop. Agron. J. 61. 734-736.
7. Miyazaki A., Agate, F. Kubota, Y. Masuda 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.
8. 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

- floating culture area of rice plants on water quality criteria and biproduction. 6th International Conference on the Conservation and Management of Lakes Kasumigura. 95(1):426-429.
9. Sutyajantratong, W., R.E. Tucker, R.E. Sigafus Mitchell and G.E. Jr. 1973. Kenaf and rice straw for sheep. *J. Anim. Sci.* 37, 1251-1254.
 10. Swingle, R.S., A.R. Urias, J.C. Doyle and R.L. Voigt. 1978. Chemical composition of kenaf forage and its digestibility by lambs and *in vitro*. *J. Anim. Sci.* 46, 1346-1350.
 11. Webber. C.L. 1993. Yield components of five kenaf cultivars. *Agron. J.* 85, 533-535.
 12. Webber C.L. and V.K. Bledoe. 2002. Plant maturity and kenaf yield components. *Industrial Crops and Products.* 16, 81-88.
 13. White, G.A., D.G. Cummins, E.L. Whiteley, W.T. Fike, J.K. Greig, J.A. Martin, G.B. Killinger, J.J. Higgins and T.F. Clark. 1970. Cultural and Harvesting Methods for Kenaf. USDA Production Research Report 113, Washington, DC.
 14. Wilson, R.D., T.E. Simmers, J.G. Joyner, D.W. Fishler and C.C. Sealer. 1965. 'Everglades 41' and 'Everglades 71' two new varieties of kenaf(*Hibiscus cannabinus* L.) for fiber and seed. *Fla. Agr. Expt. Sta. Circ.* S-168.
 15. Wing, J.M. 1967. Ensilability, acceptability and digestibility of kenaf. *Feedstuffs.* 39, 26-28.
 16. Xiccato G., Angela Trocino and A. Carazzolo. 1998. Ensiling nutritive value of kenaf(*Hibiscus cannabinus* L.). *Animal feed Science Technology.* 71:229-240.