

케나프 생산성 향상을 위한 안정 재배기술 개발

강찬호[†] · 유영진 · 최규환 · 김효진 · 신용규 · 이공준 · 고도영 · 송영주 · 김정곤

전라북도농업기술원

Development of Stable Culture Techniques for Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.)

Chan-Ho Kang[†], Young-Jin Yu, Kyu-Hwan Choi, Hyo-Jin Kim, Yong-Kyu Shin, Gong-Jun Lee,
Do-Young Ko, Young-Ju Song, and Chung-Kon Kim

Jeollabuk-do Agricultural Research and Extension Services, Iksan 570-704, Korea

ABSTRACT Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) was recognized as a potential source of forage. But the domestic cultivation techniques are not set standards yet. So we tested the basic culture techniques during 2012~2013 for getting a high yield and good grade forage production system. The best seeding method for mechanized planting (corn planter used) was hill seeding with 20×20 cm seeding distance. When we treated hill seeding with 20×20 cm, the yield what we could get was 13,641 kg/10a and it was 32% more than that of conventional practice hill seeding with 20×30 cm seeding distance. The proper seeding date for getting high yield was May 1. In May 1, the yield per 10a was reached 13,423 kg, and it was 30% more than that of seeding at May 30. More over the crude protein content which was important factor for determinating forage nutritive value was 12.7% and it was higher 1.8% (relatively 16.5% high) than that of May 30 seeding. The most effective herbicide for kenaf was Fluazipof-p-butyl. It's herbicidal rate was 97% and phyto-toxicity was less than 5%. Regional adaptability for Jeollabuk-Do including Imsil Gun, Kochang Gun and Sunchang Gun were identified that the stable cultivation were possible in these area with average yield 12,400 kg/10a and it was about 1.7 times as compared to corn harvest.

Keywords : Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.), Seeding density, Seeding date, Herbicide

케나프(*Hibiscus cannabinus* L.)는 서아프리카가 원산지로서 추정되는 아열대성 작물로 산업소재 사용분야가 대단히 넓고 CO₂ 흡수율이 일반작물의 5배 이상 되는 환경정화 능력

을 가지고 있어 최근 관심이 집중되고 있으며, 국제 판매가 격이 상승하고 있어 국내에의 도입 및 산업 활성화 가능성이 매우 커지고 있다. 1960년대 초반 국내 도입 가능성이 일부 검토 되었으나 경제성 등의 이유로 활성화되지 못하다가 2000년대 이후 산업적 이용 필요성이 커지고 경제적 중요성이 강조되면서 품종육성 연구와 사료화를 중심으로 일부 재배기술에 대한 연구가 이루어지고 있다. 케나프는 고온성 열대작물로서 서아프리카가 원산으로 추정되고 있으나 기후나 토양환경에 대한 적응성이 매우 강해서 다양한 기후 특성을 가진 세계의 여러 지역에서 재배되고 있다(Bledsoe & Webber, 1993). 또한 척박한 토양 환경에서도 매우 잘 자라며(Dao *et al.*, 1989; Evans & Hang, 1993) 오히려 토양 속의 질소 인산 등 다양한 오염물질을 흡착하는 능력이 매우 강해서 환경 정화소재로도 이용되고 있기도 하다(Killinger, 1969; Miyazaki *et al.*, 1995; Bledsoe, 1999). 10a 당 평균 수량이 10톤을 상회하는 높은 수량성과 다양한 산업용도 특히 우수한 사료특성을 보유하고 있어(Killinger, 1964; Cahilly, 1967; Powell & Wing, 1967; Killinger, 1967; Wing, 1967; Clark & Wolff, 1969; Killinger, 1969; Suriyantrantong *et al.*, 1973; Swingle *et al.*, 1978; Hurse & Bledsoe, 1989; Phillips *et al.*, 1989; Bhardwaj *et al.*, 1995; Hollowell *et al.*, 1996) 현재 다수의 국가와의 FTA 체결 등으로 경쟁력 확보가 필수적인 축산농가에 케나프는 많은 수량과 우수한 사료가치를 가진 조사료자원을 공급 할 수 있다는 점에서 상당히 매력적인 작물로 인식되고 있다. 펄프의 소재자원과 섬유산업, 건축자재 및 바이오플라스틱 소재자원으로서 사용되는 등 산업 이용 분야도 대단히 넓는데 우리나라에서는

[†]Corresponding author: (Phone) +82-63-290-6032 (E-mail) kangho68@korea.kr
<Received 21 May, 2014; Revised 19 June, 2014; Accepted 29 July, 2014>

지금까지 전량 수입되어 사용되고 있다가 최근 사료적 가치가 높은 특성이 연구되고 제조원가 및 운송비 상승 등에 따른 수입단가 상승과 수입량 감소 등이 발생하여 국내생산을 통한 안정적 공급 방안 등이 요구됨에 따라 일부 연구자를 중심으로 국내 적응 가능 품종 육성 및 재배기술에 대한 일부 연구가 이루어지고 있다. 전북농업기술원에서 러시아, 이탈리아 등 7개국으로부터 유전자원 29계통을 수집하여 생육 및 생식특성 등을 조사한 결과 생육형이 조생종, 중만생종, 만생종으로 다양하게 나누어지고 있고 생육형별로 국내 결실 가능성이 엇갈리고 있으며 개화여부에 따른 생장반응이 크게 나뉘어져 수량에서도 큰 차이를 보이고 있어 국내 도입 활성화를 위해서는 생육형별, 생태형별 고유특성을 기초적인 수준에서부터 파악하는 것이 필요할 것으로 보인다. 최근 품종육성(한국원자력연구원), 사료가치 분석 및 한우 급여효과, 식품소재 개발 연구 등이 국내 연구진에 의해 이루어지고 있으나 대부분 특정 품종에 한정되어 있고 일반 재배법에 대한 연구는 거의 이루어지지 않아서 경제성 있는 최소 생산량 확보를 위한 기초 재배기술의 개발이나 생력화를 위한 잡초방제 기술, 그리고 지역적응성 검정 등의 연구가 필요한 상황이다. 이에 본 연구에서 생산성이 높은 만기 개화종을 대상으로 케나프의 안정적 생산을 위한 재배기술 확립과 생력재배를 위한 제초제 선발, 그리고 전라북도 재배 확대를 위한 평야지 적응성 등을 시험한 결과를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

파종방법 설정

시험은 전라북도농업기술원 시험포장에서 실시하였으며 품종은 만기 개화종인 홍마 300을 사용하였다. 시비량은 Table 1의 시험전 토양 화학적 특성을 조사하여 비슷한 특성을 가진 작물로 평가되는 옥수수 시비처방기준에 따라 N-P₂O₅-K₂O (15-15-10 kg/ha)를 전층 사용하였다. 시용 후 4월 상순 쟁기를 이용하여 심경하였으며 파종 1주일 전 토양 살충제를 살포하여 경운하고, 관리기를 이용하여 너비 120 cm, 배수로 40 cm의 이랑을 만든 후 시험처리 하였다. 파종은 5월 1일에 파종방법을 점파, 조파, 산파 처리하여 실시하였는데 점파는 조건 30 cm 주간 20 cm로 시험구당 4

열로 처리하였으며 조파는 10a 당 2.0 kg 종자 투입량을 기준으로 시험구에 4열로 줄을 낸 후 종자를 안분하여 줄 내에 골고루 파종한 후 가볍게 복토하였다. 산파는 10a 당 2.0 kg 종자 투입량을 기준으로 시험구에 골고루 뿌린 후 쇠스랑을 이용하여 가볍게 복토하였다. 처리 후 벼과 잡초가 3~5엽기에 이르렀을 때 Fluazipof-p-butyl계 제초제를 사용하여 제초하였고 파종 90일에 식물체 시료를 채취하여 사료가치를 분석하였으며 파종 150일 후 수확하여 수량을 측정하였다. 시험구 배치는 난괴법 3반복으로 하였다.

파종시기 설정

시험처리를 위한 시험구 준비 및 시비 등은 파종방법 처리와 동일하게 하였고 시험품종은 만기 개화종인 홍마 300을 사용하였다. 시험구 배치는 난괴법 3반복으로 하였는데 파종은 너비 120 cm의 이랑에 조건 30 cm 주간 20 cm로 시험구당 4열로 점파하였다. 종자 소요량은 10a 당 2.0 kg 이 되도록 조정하였다. 파종시기는 청보리 수확 후 파종하는 5월 30일을 대비로 하여 4월 15일, 5월 1일, 5월 15일 등 4처리 하였으며 성장이 최고에 달해 잎과 줄기분포비율 변화가 거의 일어나지 않아 이후 사료영양가치 변화가 적을 것으로 판단되는 8월 하순에 식물체 시료를 채취하여 사료가치를 분석하고 10월 말에 수확하였다.

재식거리 및 파종량 설정

시험처리를 위한 시험구 준비 및 시비 등은 파종방법 및 파종시기 설정과 동일하게 실시하였고 시험품종은 만기 개화종인 홍마300을 사용하였다. 파종은 파종시기를 5월 1일로 하여 점파와 조파, 산파를 각각 처리하였는데 점파는 재식거리를 20×10 cm, 20×20 cm, 20×30 cm로 3처리 하여 생육 및 수량 사료가치 등에 가장 적합한 재식거리를 설정하였다. 조파와 산파는 파종량을 2 kg/10a, 4 kg/10a, 6 kg/10a, 8 kg/10a로 각각 처리하여 최적 생산조건 설정을 위한 파종량을 결정하였으며 시험구 배치는 파종방법 별로 난괴법 3반복으로 하였다.

제초제 선발 및 지역적응성 검정

케나프 생력화 재배 체계를 설정하기 위하여 제초제 선발 시험을 수행하였다. 공시된 약제는 경엽 처리제인 벼과 선택형

Table 1. The physiochemical properties of experiment station.

Division	pH (1:5)	EC (dS·m ⁻¹)	OM (%)	P ₂ O ₅ (mg·kg ⁻¹)	C.E.C (cmol ⁺ ·kg ⁻¹)	T-N (%)
Experiment field	7.2	1.23	3.29	510	9.46	0.0672

Fluazipof-p-butyl과 토양 처리제인 Metolachlor, Pendimethalin 등을 사용하였는데 난괴법 3반복으로 처리하였고 시험면적은 18 m²이었다. Fluazipof-p-butyl은 잡초 3~5엽기에 약제를 처리하고 처리 20일 후에 잔초량을 조사하였으며 Metolachlor, Pendimethalin 등은 케나프 파종과 함께 잡초 발생 전에 토양 살포하고 처리 40일 후에 잔초량을 조사하여 약효를 확인하였다. 케나프의 지역 재배 가능성을 확인하기 위하여 지역 적응성 검정을 실시하였는데 지역은 전북 평야지인 익산시 함라면, 임실군 오수면, 고창군 대산리, 순창군 유등면 등 4지역에서 현지 지역농가의 시험포장을 임대하여 실시하였다. 파종방법은 기계화 점파(재식거리 20×20 cm)로 하고 파종시기는 5월 1일로 통일하여 케나프를 파종한 후 생육상황과 수량성 등을 관찰하였다. 시험지는 논과 밭을 모두 사용하였는데 익산시와 고창군은 밭이었고 순창군 및 임실군은 논으로서 토양의 화학적 특성은 Table 2와 같았다. 대체적으로 밭 토양의 pH가 논 토양 보다 1.0~1.6 정도 높았고 유기물 함량은 논 토양이 밭 토양 보다 0.6% 정도 높게 형성되어 있었다. 유효인산은 밭 토양이 평균 208 mg/kg으로 논 토양 평균 73 mg/kg에 비해 높았다.

사료가치 분석

분석시기

사료가치는 케나프 파종 후 100일이 경과한 8월 10일경 식물체 전초를 시료로 채취하여 분석하였으며 줄기와 잎의 무게비율은 35:65이었다.

조단백질 함량

조단백질 함량 측정은 Kjeldahl법을 사용 하였는데 건조 시료 0.7~1 g에 분해촉진제와 황산을 첨가하고 서서히 가열 분해시킨 후 증류하여 봉산에 포집된 NH₄-N을 0.1 N 염산용액으로 적정하여 측정하였다.

세포벽 구성물질

NDF (Neutral detergent fiber), ADF (Acid detergent fiber) 등을 포함한 세포벽 구성물질은 Van Soest 방법(Van Soest, 1963)을 사용하여 분석하였는데 시료중의 중성불용부분을 계면활성제로 처리하여 세포내 당류, 단백질, 지질 등을 유화 용해시켜 세포막물질에서 분리시킨 후 용해되지 않은 부분을 정량하여 측정하였다. 이때 NDF는 중성세제 용액을

Table 2. The physiochemical properties of regional adaptability experiment field.

Division	pH (1:5)	EC (dS/m)	OM (%)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	C.E.C (cmol ⁺ /kg)	T-N (%)
Iksan (Upland)	7.4	0.93	2.79	223	11.0	0.052
Kochang (Upland)	6.8	0.53	2.65	193	10.5	0.062
Imsil (Paddy)	5.8	0.53	3.18	66	9.3	0.102
Sunchang (Paddy)	5.8	0.37	3.73	79	10.5	0.128

Table 3. The weather condition of experiment place in culture period.

Division		Month							
		3	4	5	6	7	8	9	10
Avr. temp. (°C)	Common year	6.3	12.7	18.1	22.5	25.8	26.3	21.5	15.1
	This year (2013)	7.1	11.0	18.8	23.9	27.8	28.5	22.4	16.4
	Fluctuation	+0.8	△1.7	+0.7	+1.4	+2.0	+2.2	+0.9	+1.3
Lowest temp. (°C)	Common year	1.1	6.3	12.4	17.8	22.4	22.6	17.0	9.9
	This year (2013)	0.9	4.9	12.5	19.5	24.6	24.5	17.8	7.8
	Fluctuation	△0.2	△1.4	+0.1	+1.7	+2.2	+1.9	+0.8	△2.1
Highest temp. (°C)	Common year	12.3	19.6	24.5	27.9	30.2	31.0	27.0	21.5
	This year (2013)	14.3	17.4	25.5	29.8	32.0	34.2	28.3	23.1
	Fluctuation	+2.0	△2.2	+1.0	+1.9	+1.8	+3.2	+1.3	+1.6
Rainfall (mm)	Common year	5.4	7.6	9.2	17.0	29.1	26.5	13.5	5.4
	This year (2013)	16.9	21.2	33.2	15.1	50.0	54.8	19.1	4.5
	Fluctuation	+11.5	+13.6	+24.0	△1.9	+20.9	+28.3	+5.6	△0.9

사용하여 60분간 끓인 다음 용해되지 않은 부분을 측정함 값으로 하였고 ADF는 산성세제용액으로 60분간 끓인 다음 용해되지 않은 부분을 구한 측정값으로 하였다. TDN (가소화 영양소 총량: Total digestible nutrients)은 다음 공식에 의해 산출하였다(Shin *et al.*, 2012). 가소화 영양소총량 = 88.9-ADF(%)*0.79]

결과 및 고찰

케나프 성장패턴 분석

Table 3은 시험지의 기상을 분석해 놓은 자료이다. 5월 이후 평균온도, 최저기온 및 최고기온 등은 대체적으로 평년에 비해 높게 유지 되었는데 특히 7~10월 평균기온이 평년에 비해 거의 대부분 1°C 이상 높았으며 강수량도 대체로 평년 수준보다 높아서 2013년 기상은 고온성 작물인 케나프 생육에 전반적으로 유리하게 작용한 것으로 평가 할 수 있었다.

케나프의 시기 경과에 따른 성장패턴을 분석해 보면, 5월 4일 파종 후 충분한 수분 공급이 이루어지면 약 5일 정도 경과한 후부터 케나프가 본격적으로 발아하기 시작한다. 이때 최초로 발아가 시작되는 평균 외기온도는 약 10~12°C이며 생육상 변화를 통해 본격적으로 성장을 시작하는 온도는 15~20°C 정도로 시기적으로는 5월 15일 전후에 해당한다. 파종 후 본격적인 생장이 시작되는 6월 말까지는 완만한 성장세를 유지하다가 6월 이후 본격적으로 온도가 상승하면서 성장도 빨라지게 된다. 이후 장마기에는 고온과 수분 스트레스로 약간의 성장 정체기가 있으나 장마기 이후에 본격적으로 성장속도가 빨라져서 최대 4 m 까지 크게 된다. 이러한 성장세는 평균 기온이 25°C 이상이 유지되는 8월

하순 까지 지속되는데 이후 평균기온이 떨어지는 9월이 되면(Table 3, 9월 평균기온 22.4°C) 성장 속도가 점차 둔화되다가 온도가 크게 하락하는 10월 중순 이후에는 낙엽이 발생하게 되며 서리를 맞은 이후에는 식물체가 고사한다. 이와 같은 성장 패턴을 볼 때 케나프는 높은 온도에서 생장이 촉진되는 고온성 작물로 생육 최적 온도는 평균기온 24°C에서 29°C 정도로 평가할 수 있다(Fig. 1).

이와 같은 성장패턴을 옥수수와 건물중 기준으로 비교해보면 파종 후 70일경까지는 옥수수와 케나프의 증체 속도가 거의 비슷하게 진행되지만 70일경 이후에 케나프는 급격하게 건물중이 증가하는 반면에 옥수수는 상대적으로 증체되는 비율이 낮아서 케나프와의 건물중 차이가 점차적으로 벌어지게 되는데 파종 후 110일 정도에서 양 작물의 개체 건물중을 비교해 보면 옥수수가 식물체당 217 g 정도인 반면에 케나프는 268 g/plant로 개체 당 49 g 정도의 건물중 차이를 나타내게 된다.

파종방법 설정

국내에서 아직 기초적인 재배기술이 확립되어 있지 않은 케나프의 파종방법을 구명하는 시험을 실시하였다. 처리를 점파와 조파, 그리고 산파로 하여 발아시킨 후 입모수를 확인한 결과 점파는 10a 당 12,000 주, 조파는 13,000 주 그리고 산파는 16,500 주가 입모 하였다. 파종방법별 발아 소요 일수를 비교해보면 확실한 복토가 이루어져 수분손실 및 일정 온도 유지가 가능한 점파 및 조파에서 각각 4.8일과 5.6일이 소요된 반면 산파는 8.4일이 소요되어 산파 처리에서 초기 발아에 좀 더 많은 시간이 필요 하였으며 이에 따라 초기 식물의 정착 및 본격 성장에도 더 많은 시간이 필요하여(Data not shown) 전반적인 생육 상황이 다소 저조하였

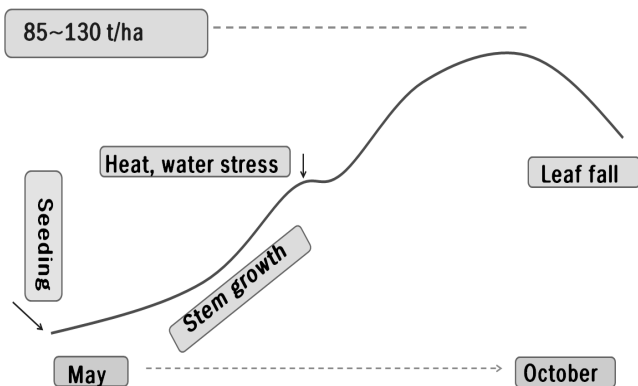


Fig. 1. The growth and development pattern of Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.). * Variety : Hongma300 (late flowering type).

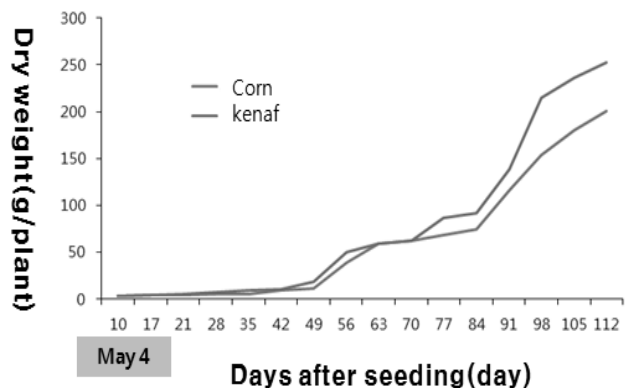


Fig. 2. The comparison of growth and development pattern between Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) and corn. * Variety : Kenaf (Hongma300), Corn (Gwangpyungok).

Table 4. Growth and development of Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) variety Hongma300 according to the seeding methods (2012~2013).

Seeding Method	Seedling stand (ea/10a)	Days for germination (days)	Height (cm)	Stem		Leaf			Individual weight (g, Fresh)
				Diameter (cm)	Branching No.(ea/plant)	No. (ea)	Length (cm)	Width (cm)	
Hill seeding (20×20 cm)	12,000	4.8 a*	389.8 a	3.2 a	152.4 ab	246.3 a	16.4 ab	24.3 a	974.0 a
Dril seeding (4Low, 2 kg/10a)	13,000	5.6 ab	395.6 a	3.2 a	163.2 a	234.8 a	17.2 a	23.9 a	989.6 a
Broadcasting seeding(2kg/10a)	16,500	8.4 b	325.8 b	2.5 b	106.2 b	126.4 b	16.8 ab	21.6 b	547.3 b

* The same letters in each column are not significantly different at 5% level by DMRT.

다. 또한 단위면적당 식물체 경쟁 개체수가 많은 산파에서의 케나프 생육이 조파 및 점파 처리에 비하여 전반적으로 떨어졌는데 초장, 줄기 및 엽의 생육이 조파에서 가장 좋았고 점파, 산파 순으로 점차 떨어지는 경향을 나타내었다. 특히 잎의 생성 및 무게분포 비율에 밀접하게 연관되어 있는 줄기의 직경이 산파에서는 현저히 떨어지고 있는데 이에 따라 분지수가 현저히 줄어들고 엽수와 엽장, 엽폭 등의 생육도 감소하여 개체중이 점파 및 조파에 비하여 43.8~44.7% 감소한 547.3 g/주를 나타내었다(Table 4). 이와 같은 개체중 감소에 따라 단위 면적당 수확량도 차이가 나타났는데 안정적인 성장세를 보인 조파 및 점파에서 10a 당 수량이 13,024 kg과 12,746 kg으로 높았던 반면 산파는 조파, 점파와 유의적인 차이를 보이는 10,984 kg/10a로 떨어지는 경향을 나타내었다(Fig. 3).

상대적으로 많은 수량을 확보할 수 있는 파종법인 점파 및 조파의 파종조건을 설정하기 위하여 점파는 20×(10, 20, 30) cm로 재식거리를 구멍하고, 조파는 10a 당 2, 4, 6, 8 kg으로 파종량을 설정하는 시험을 실시하였다. 점파에서 파

종 거리를 점차적으로 늘릴 경우 입모수가 큰 폭으로 감소하게 되는데 20×10 cm에서는 10a 당 식물체 입모수가 24,000 주였지만 20×20 cm에서는 12,000 주로 감소하였고 20×30 cm로 처리할 경우에는 10a 당 8,000 주까지 줄어들었다. 이에 따라 넓은 생육면적 확보가 가능한 20×30 cm 처리에서 케나프는 우수한 생육 특성을 나타내었는데 줄기의 직경이 늘어나고 2.5 cm 이상의 굵은 줄기 분포 비율이 89.4%로 밀식 처리보다 4.2~26.2% 늘어나면서 상대적으로 엽수와 엽장 및 엽폭 등도 큰 폭으로 증가하였다. 여기서 유의하여 볼 점은 줄기의 직경 감소가 분지수 및 엽수 감소와 상당히 밀접하게 연관되어 있다는 점이다. 케나프는 주요 영양소가 잎에 분포하고 있으며 이를 통해 높은 사료가치 등의 특성이 유지된 것으로 평가되고 있다(Cahilly, 1967; Phillips *et al.*, 1989). 또한 사료가치 이외의 산업 활용 분야에서도 최대 성장을 통해 많은 수량을 확보하기 위해서는 광합성을 할 수 있는 적정한 선의 잎을 확보하는 것이 필수적이다. 따라서 잎 분포 비율을 최대한도로 유지하고 많은 양이 수확되도록 유지하는 것이 이용 측면에서는 유리한데 케나프는 줄기직경을 2.5 cm 이상으로 유지할 수 있을 경우 유의할 수준으로 엽수가 큰 폭으로 증가하고 줄기부분에 대한 상대적 무게비율이 증가하는 결과를 얻을 수 있었다. 이는 잎의 분열을 촉진시킬 수 있는 충분한 성장량 확보가 줄기직경 2.5cm 이상에서부터 가능하다는 것을 의미하며 개체의 줄기직경을 2.5 cm 이상으로 유도 할 수 있는 재배기술을 만들어내는 것이 그만큼 중요하다는 것을 말한다. 실제로 줄기 직경 2.5 cm 이상 개체의 분포 비율이 89.4%와 85.2%인 20×30 cm와 20×20 cm 처리에서의 엽수와 엽면적 지수 등이 20×10 cm 처리에 비해 유의적으로 높았고(Table 5) 이에 따라 사료가치를 구성하는 요소인 조단백질 함량(CP)이나 총가소화양분량(TDN)이 높고, 중성세제분해섬유소(NDF), 산성세제분해섬유소(ADF) 등이 낮아서 상대적으로 우수한

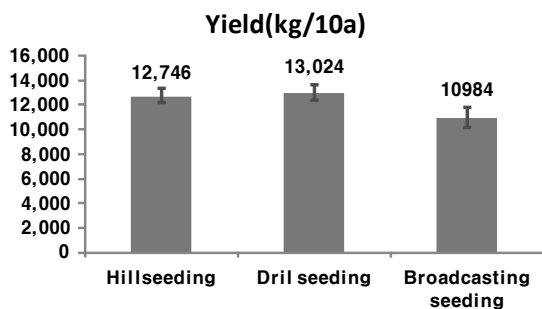


Fig. 3. The Yield of Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) according to the seeding methods. * Each bar represents mean ± SD of 3 experiments. *P <0.05 vs. control.

Table 7. The stem distribution rate and leaf growth of Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) variety Hongma300 according to the amount of seeding (2012~2013).

Amount of seeding (kg/10a)	Stem					Leaf	
	Avr. Diameter (cm)	Branching No. (ea/plant)	Distribution rate(%)			No. (ea/plant)	L.A.I**
			2.5 cm>	2.5~3.0 cm	3.0 cm<		
2	3.2 a*	161.4 a	15.6	48.8	35.6	236.0 a	5.32 a
4	2.5 b	92.8 b	34.8	56.0	9.2	148.6 b	4.92 b
6	1.8 c	76.2 c	72.8	27.2	-	92.0 c	3.26 c
8	1.4 d	54.8 d	86.4	13.6	-	49.8 d	2.18 d

* The same letters in each column are not significantly different at 5% level by DMRT.

** L.A.I. : Leaf Area Index

Table 8. Growth, yield, and feed value of Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) variety Hongma300 according to the amount of seeding (2012~2013).

Amount of seeding (kg/10a)	Height (cm)	Individual weight (g, Fresh)	Yield (kg/10a)	Feed value				
				CP	NDF	ADF	RFV	TDN
2	397.4 a*	943.0 a	12,259 a	13.4 a	46.2 a	32.6 a	128.0 a	63.1 a
4	355.6 ab	544.6 b	11,981 b	12.6 b	50.0 b	33.3 ab	117.0 b	62.5 ab
6	331.6 b	403.5 c	12,105 a	10.4 c	54.6 c	40.2 b	99.5 c	57.9 b
8	325.6 b	257.9 d	11,863 b	9.2 d	63.2 d	42.6 b	81.7 d	55.0 b

* The same letters in each column are not significantly different at 5% level by DMRT.

시작하였고 이시기의 토양온도가 약 11.8℃ 정도인 것으로 보아 케나프의 토양 발아를 위한 최저 온도는 11.8℃ 정도인 것으로 확인되었다(Fig. 5). 그러나 서리피해에 매우 취약한 케나프의 특성을 고려해 볼 때 안전재배를 위한 적정 파종시기는 만상을 피할 수 있는 4월 하순부터가 적절한 것으로 판단되었다. 이와 같은 결과를 바탕으로 최대 수량 확보를 위한 케나프의 파종 시기를 정확히 판단하기 위하여 4월 15일부터 15일 단위로 파종시기를 처리하여 생육 및 수

량 그리고 사료가치 등을 비교하였다. 케나프는 아열대성 작물로 높은 고온 환경을 요구하는 작물이다. 따라서 본격적인 성장시기인 6월 하순부터의 본격적인 성장을 위한 뿌리 활착이나 환경적응 등에 얼마만큼의 시간이 소요되는 지가 파종시기 산정의 결정 요인으로 작용 할 수 있는데 결론적으로 말하자면 5월 1일 파종과 4월 15일 파종의 생육 및 수량 차이가 크지 않고 오히려 4월 15일 파종시 약간의 저온 장애가 발생하는 것으로 보아(Data not shown) 적정 파종시기는 5월 1일이 가장 적당하였다. 실제로 4월 15일 파종과 5월 1일 파종은 초장, 경직경, 분지수 엽수 엽장 등에서 생육에 약간의 차이가 있었으나 유의하지 않은 수준이었고, 5월 1일 파종의 개체중이 1,014.6 g으로 4월 15일 파종에 비해 2.7% 높고, 10당 수량에서도 13,423 kg/10a로 유의적인 수준의 차이점을 나타내는 2.8% 증수 효과가 있었으나 그렇게 크지는 않았다(Table 9).

파종시기별 사료가치 비교에서 조단백질 함량은 5월 1일 파종과 5월 15일 파종처리가 타 처리에 비하여 유의한 수준으로 높았고 NDF를 기반으로 계산되는 건물섭취량(DMI)에서는 4월 15일과 5월 1일 파종 처리구가 유의하게 우수하였으며 ADF를 기반으로 계산되는 가소화건물량(DDM)

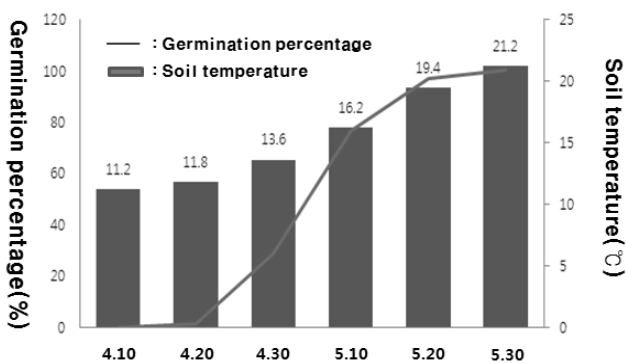


Fig. 5. Germination percentage of kenaf according to the soil temperature on time progress from seeding date.

Table 9. Growth and yield of Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) variety Hongma300 according to the seeding date (2012~2013).

Seeding date	Height (cm)	Stem			Leaf		Individual weight (g, Fresh)	Yield (kg/10a)
		Diameter (cm)	Branching No. (ea/plant)	No. (ea)	Length (cm)	Width (cm)		
April 15	406.4 a*	3.6 a	164.5 a	269.4a	17.5 a	25.8 a	986.9 ab	13,041 ab
May 1	411.5 a	3.6 a	165.8 a	274.6 a	17.6 a	23.4 b	1,014.6 a	13,423 a
May 15	368.4 b	3.4 ab	124.6 b	208.4 b	16.4 ab	24.2 b	910.4 b	10,828 b
May 30	315.9 c	2.9 b	98.6 c	196.3 b	15.0 b	21.9 c	906.7 b	10,314 b

* The same letters in each column are not significantly different at 5% level by DMRT.

Table 10. Feed value change of Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) variety Hongma300 on seeding date (2012~2013).

Seeding Date	Crude protein	Crude fiber	NDF**	DMI***	ADF****	DDM*****	RFV*****	TDN*****
April 15	10.4 b*	43.68 ab	45.6 c	2.6 a	34.8 b	61.8 bc	126.1 b	61.4 bc
May 1	12.7 a	44.28 a	45.3 c	2.6 a	32.7 c	63.4 a	130.2 a	63.1 a
May 15	12.3 a	44.03 a	47.2 b	2.5 b	33.9 bc	62.5 b	123.2 b	62.1 b
May 30	10.9 b	41.26 b	49.4 a	2.4 c	37.4 a	59.8 c	112.5 c	59.4 c

* The same letters in each column are not significantly different at 5% level by DMRT.

**NDF : Neutral Detergent Fiber

***DMI : Dry Matter Intake

****ADF : Acid Detergent Fiber

*****DDM : Digestible Dry Matter

*****RFV : Relative Feed Value

*****TDN : Total Digestible Nutrient

Table 11. The growth and yield of Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) variety Hongma300 on weedicide treatment (2012~2013).

Division	Weed control rate (%)	Inhibition of germination (%)	Rate of growth inhibition (%)	Growth and Yield		
				Height (cm)	Yield (kg/10a)	
weedicide	Fluazipof-p-butyl	97 a*	4.2 c	2.6 c	398.4	12,286 a
	Metolachlor,	98 a	12.9 a	62.8 a	348.2	7,284 c
	Pendimethalin	94 ab	9.6 b	43.9 b	329.6	9,150 b
Non Treatment	-	-	-		401.3	12,465 a

* The same letters in each column are not significantly different at 5% level by DMRT.

과 총가소화양분(TDN) 함량에서는 5월 1일 파종 처리구가 가장 높은 수준을 유지하였다. 분석된 항목을 종합하여 상대적사료가치(RFV) 분석해보면 5월 1일 파종처리가 130.2로 가장 높았고 4월 15일 파종과 5월 15일 파종이 각각 126.1과 123.2로 그 다음 수준을 유지하였다.

케나프 재배의 효율성을 확보하기 위해서는 생력재배 기술이 필요하다. 케나프는 그 성장 속도가 매우 빨라 생육 중반기 이후에는 제초의 필요성이 적으나 본격적으로 고온기에 들어서기 전까지는 성장세가 약하여 생육 초반기에는 잡초와의 경합력을 확보하기 위하여 제초제를 처리해주는 것이 필요하다. 케나프에 대한 약해가 발생하지 않고 제초 효

율이 좋은 약제를 선발하기 위하여 경엽처리제인 Fluazipof-p-butyl과 토양처리제 Metolachlor, Pendimethalin을 공시하여 약제에 맞게 시기별로 처리한 결과 세 약제 모두 잡초는 94% 이상으로 억제 할 수 있었으나 Metolachlor, Pendimethalin은 케나프 종자 발아억제가 나타나고 발아된 식물체도 정상 식물체에 비하여 성장이 40% 이상 억제되는 성장저해 현상이 발생하여 제초제로 사용하기는 부적합하였다(Table 11). 이러한 결과는 케나프 유묘기 및 35 cm 생장기에 사용할 수 있는 제초제로 clethodim, fluazifop, sethoxydim, MSMA 등이 선발되었다는(Mark & Samuel, 1992) 보고와도 일치하였다.

Table 12. The result of regional adaptability of Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) for Jeollabuk-Do.

Experiment region	Height (cm)	Stem		Leaf			Individual weight (g, Fresh)	Yield (kg/10a)
		Diameter (cm)	Branching No. (ea/plant)	No. (ea)	Length (cm)	Width (cm)		
Iksan (Upland)	402.8 a	3.6 a	152.8 a	268.4 a	16.8 a	26.2 a	1,116.2 a	13,060 a
Kochang (Upland)	396.5 a	3.6 a	149.6 a	260.2 ab	17.2 a	24.8 b	1,086.6 a	12,800 a
Imsil (Paddy)	378.4 b	3.4 b	142.0 b	258.8 ab	15.8 b	24.6 b	968.8 b	11,750 b
Sunchang (Paddy)	380.6 b	3.4 b	141.8 b	253.9 b	16.4 ab	26.0 a	972.6 b	11,990 b

케나프의 전북지역 적응 가능성을 확인하기 위하여 익산시와 임실군, 순창군, 고창군 등 4지역에서 논과 밭으로 구분하여 지역적응시험을 실시한 결과 4지역 평균 수량이 10a당 12,400 kg으로 평균 수준을 유지 할 수 있어 전북지역에서는 큰 지역 편차 없이 케나프를 재배하는 것이 가능한 것으로 판단되었다. 지역 내에서 수량과 생육에서 차이를 보인 부분은 논과 밭을 구분하여 비교하였을 때 나타났는데 논에서 재배할 때 밭에서 재배할 때 보다 생육과 수량이 약간 감소하였으나 그 차이가 크지 않아 논을 사용하여 케나프를 생산하는 것도 큰 문제없이 가능할 것으로 판단되었다(Table 12).

적 요

양질의 사료작물 소재로서 국내 재배기술에 대한 재배기준이 설정되어 있지 않은 케나프를 2012~2013년 2년 동안 시험처리를 통하여 파종법을 구명할 결과 케나프의 파종방법은 기계화 파종(옥수수 파종기 사용)이 가능한 점파가 수량 증가에 적합하였는데 파종거리를 20×20 cm로 할 경우 관행 20×30 cm 처리에 비해 수량이 32% 증가한 13,641 kg/10a가 가능하였다. 케나프의 최대수량 확보를 위한 적정 파종시기는 5월 1일 이었는데 5월 1일 파종의 경우 생체수량 13,423 kg/10a로 5월 30일 파종 대비 30%가 증수되었고 조단백질 함량도 12.7%로 5월 30일 대비 16.5% 증가하였다. 제초제는 Fluazipof-p-butyl 사용이 가장 효율적이었는데 제초율이 97% 이었고 약해는 5% 이하로 안정적이었다. 케나프의 전북지역 적응성을 임실, 고창, 순창 등 3개 지역에서 확인한 결과 모두 안정적으로 재배가 가능함이 확인되었는데 3개 지역 평균 수량이 12,400 kg/10a로 옥수수에 비해 약 1.7 배 정도 수확하는 것이 가능하였다.

사 사

본 논문은 농촌진흥청 지역특화기술개발사업(과제번호: PJ00947401)의 지원에 의해 이루어진 연구결과임.

인용문헌(REFERENCES)

Bhardwaj, H. L., C. L., M. Rangappa, and C. L. Webber, III. 1995. Potential of kenaf as a forage. Proc. Int. Kenaf Assoc. Vonf. Irving, TX. 7 : 95-103.

Bledsoe, V. 1999. Kenaf : Alternative fiber. Contryside Pub. Texas, USA.

Cahilly, G. M. 1967. Potential value of kenaf tops as a livestock feedstuff. Proc. first conf. kenaf for pulp. Gainesville, Fl. . p. 48 (Abstr.).

Clark, T. F. and I. A. Wolff. 1969. A search for new fiber crops, XI. Compositional characteristics of illinois kenaf at several population densities and maturities. TAPPI 52 : 2606-2116.

Dao, T. H., W. Lonkerd, S. Rao, R. Meyer, and L. Pellack. 1989. Kenaf in a semi-arid environment and forage quality in Oklahoma. Argon, Abstr. p. 130.

Evans, D. W. and A. H. Hang. 1993. Kenaf in irrigated central washington. p409-410: J. Janick and J. E. Simon (eds.), New crops. Wiley, New York.

Hollowell, J. E., B. S. Baldwin, and D. L. Lang. 1996. Evaluation of kenafs a potential forage for the southern Unite States. Proc. 8th Ann. Inter. Kenaf Vonf. 34-38.

Hovermale, C. H. 1993. Effect of row width and nitrogen rate on biomass yield of kenaf. Fourth Int. Kenaf. Conf. Proc., Int. Kenaf Assn. Ladonia, TX. p. 35-40.

Hurse, L. and R. E. Bledsoe. 1989. Kenaf grown as a forage crop in Northeast Texas. Proc. Assoc. Advancement of Industria Crops Peoria, IL. p. 13 (Abstr.).

Killinger, G. B. 1964, Kenaf a potential paper-pulp for Florida. second Int. Kenaf Conf. Palm Beach, FL. p. 54-57.

- Killinger, G. B. 1967, Potential uses of Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.). Fla. Soil Crop Sci. Soc. Proc. 27 : 4-11.
- Killinger, G. B. 1969, Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) a multi-use crop. Argon. J. 61 : 734-736.
- Mark E. K. and Samuel W. N. 1992. Kenaf Tolerance to Various Postemergence Herbicides Registered for Other Crops Grown in the Delta of Mississippi. Publications Section, Office of Agricultural Communications, Division of Agriculture, Forestry, and Veterinary Medicine, Mississippi State University, 1993 p. 5.
- Miyazaki, A., W. Agata, F. Kubota, Y. Matsuda, and X. Song. 1995. Bio-production and water cleaning by plant growth with floating culture system. II. Water cleaning effects by the growth of several plant species. 6th inter. Conf. of thr conservation and management of lakes Kasumigaura. 95(1) : 560-563.
- Phillips, W. A., S. Rao, and T. Dao. 1989. Nutritive value of immature whole plant kenaf and mature kenaf tops for growing rummints. Proc. Assoc. Advancement of industrial Crops. Peoria, IL. p. 17-22.
- Powell, G. W. and J. M. Wing. 1967. Kenaf as silage. Proc. First Conf. kenaf for pulp. Gainesville, Fl. p. 49 (Abstr.).
- Shin, K. S., W. J. Hwang, S. H. Lee, C. H. Kim, and Y. M. Yoon. 2012. Nutrient Value and Yield Response of Forage Crop Cultivated in Reclaimed Tidal Land Soil Using Anaerobic Liquid Fertilizer. KOREAN J. ORGANIC AGRI. 20(4) : 669-685.
- Suriyantraton, W., R. E. Tucker, R. E. Sigafus, and G. E. Mitchell, Jr. 1973. Kenaf and rice straw for sheep. J. Anim. Sci. 37 : 1251-1254.
- 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.
- Van Soest, P. J. 1963. Use of Detergents in Analysis of Fibrous Feeds II. A Rapid Method for Determination of Fiber and Lignin. Journal of the Association of Official Agricultural Chemists 46(5) : 829-835.
- Webber, C. L. III and Bledsoe. 1993. Kenaf : Production, harvesting, processing and products. p. 416-421. New crops. Wiley, New York.
- Wing, J. M. 1967. Ensilability, acceptability and digestibility of kenaf. Feedstuffs 39 : 26.