

케나프 수집 유전자원의 생태형 · 생육특성 및 수량과 사료가치 분석

강찬호*, 유영진, 최규환, 김효진, 신용규, 이공준, 고도영, 송영주, 김정곤

전라북도농업기술원

Analysis of Ecotype, Growth and Development, Yield and Feed Value of Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) Genetic Resources

Chan-Ho Kang*, Young-Jin Yoo, 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 - In this study, we collected 29 Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) genetic resources from 10 countries to confirm the possibility of the introduction into Korea. The Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) has the broad industrial use like feed and the 5 times more strong CO₂ absorption capacity compared to general plant. So recently it is considered as a good industrial source. We analyzed ecotype, growth and development, yield and feed value of collected resources. They were divided into 3 groups depending on flowering time, early maturing type blooming in early July, mid-late maturing type blooming from end of August to early September and late maturing type blooming in end of October. Early maturing type could get fruitful seed but dropped yield (average 7,895 kg/10a) and late maturing type could get high yield (average 12,572 kg/10a) but deletion. The other side mid-late maturing type could get yield over a certain level (average 11,207 kg/10a) and fruitful seed was ensured. The yields analyzed by resources indicated that K12 (Hongma 300) collected in China, K25 from India, K22 from Russia and K21 (Khonkaen 60) variety from China were more than 13,500 kg per 10a. Feed value of early maturing type had inclined to more better than other types, but like dry digestible matter (DDM) and dry matter intake (DMI) of some late maturing types like K12, K21, K22 which had a high yielding ability were more better than that of early maturing types'. So relative feed value (RFV) which considered comprehensive item for feed value were indicated K21 was 102.5, K12 was 116.2 and K22 was 120.2. 'Jangdae' the variety developed in Korea which could complement of other types' had a good quality for yield 10,975 kg/10a and 12.5% crude protein content and 101.9 of the relative feed value. So we need to be taken power to collection of mid-late maturing types resources.

Key words - Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.), Genetic resources, Yield, Feed value

서 언

케나프는 산업소재 사용분야가 대단히 넓고 CO₂ 흡수율이 일 반작물의 5배 이상 되는 대표적 환경정화 식물로서 최근 관심증 대 및 국제 판매가격 상승으로 국내 활성화 가능성이 매우 커지 고 있다. 평균 수확량이 생체로는 연간 7~9 MT/10a, 건중으로 는 3~4 MT/10a에 이를 정도로 수량이 많아 충분한 생산물 확보 가 가능하고, 줄기나 잎의 조단백질 함량은 14~34% (Killinger, 1969; Sutyajantratong *et al.*, 1973; Swingle *et al.*, 1978; Weber

and Bledsoe, 1993) 줄기는 2~12% (Swingle *et al.*, 1978; Weber and Bledsoe, 1993)로 전식물체에 6~23%를 함유하고 있으며 건물 소화율은 53~58%, 조단백질 소화율은 59~71% (Wing, 1967; Swingle *et al.*, 1978; Bhardwaj *et al.*, 1995)로 높은 사료 적 가치를 가지고 있다. 실제 미국 애리조나 지역에서 양 사육을 위한 배합사료로 케나프 잎과 볏짚을 혼합하여 급여한 결과 사 육 효율이 높았음이(Dao *et al.*, 1989) 확인되었고 케나프 전초 를 사료로 하여 새끼 양을 사육한 결과 사육 효율이 우수하여 반 추동물의 사양에 아주 우수한 사료원으로 사용될 수 있음을 알 수 있었다(Swingle *et al.*, 1978). 잎은 중요한 단백질 함유 부위 이기 때문에 케나프 사료이용에 있어서 잎의 수량과 분포비율

*교신저자(E-mail) : kangho68@korea.kr

이 중요한데 품종별로 잎의 분포비율 차이가 커서 적절한 품종 및 계통선택이 사료이용에 있어서 중요하다(Weber and Bledsoe, 1993). 특히 국제 곡물가 상승 및 사료가격 급등에 따른 축산농가가 경영난을 겪고 있는 우리나라의 상황을 고려해 볼 때 경제성 있는 조사료자원으로서의 다양한 유전자원을 도입하여 국내 이용 활성화를 검토해야할 시점이다. 우리나라에서는 최근 산업적 이용 분야가 다변화되고 경제적 중요성이 강조되면서 2000년대 이후 품종육성 연구와 일부 재배기술에 대한 연구가 수행되어 오고 있다. 그러나 국내에서 검토된 품종 및 계통이 제한적이어서 일부 2~3개 품종의 국내 재배 가능성이 확인된 정도이다. 국내에 도입된 케나프 자원의 생육형은 조생종, 중만생종, 만생종으로 나누어지고 종자의 결실 가능성 및 생산성이 품종별로 크게 차이가 있어 국내 도입 활성화를 위해서는 최적계통의 선발과 보급을 위한 유전자원의 정밀한 특성평가가 필요하다. 위와 같이 우수한 산업적 이용가능성을 보유하고 있으며 수량성이 매우 높은데다 상당한 정도의 내건성과(Curties and Lauchli, 1985) 중간단계 이상의 염류 내성을 가지고 있는(Francois *et al.*, 1992) 케나프의 국내 도입 활성화를 촉진시키기 위해서 해외 유전자원을 수집하고 기본적인 생육특성과 수량성 그리고 사료가치 등을 생태형별로 분석하여 국내에서의 산업 이용 가능성 등을 확인하고 국내 적용이 가능한 우수한 계통 및 품종 등을 선발할 내용을 본 논문을 통하여 고찰하고자 하였다.

재료 및 방법

유전자원 수집

유전자원은 2012~2013년 2년에 걸쳐 수집 하였는데 자원 중 일부는 기존 유전자원을 보유하고 있는 한국원자력연구원 등에 분양을 요청하여 수집하였고 미국 농무부(United States Department of Agriculture, USDA), 방글라데시 황마협회(Bangladesh Jute Association, BJA) 그리고 인도 황마산업연구조합(Indian Jute Industries Research Association, IJIRA) 등 유전자원 보유기관에 직접 분양을 요청하여 수집하였다. 특히 2013년 수집분은 농촌진흥청을 통하여 미국 농무부(USDR)로 부터 수집하였는데 수집자원은 총 29 계통 및 품종 이었고 미국 등 10 개국으로부터 유래한 자원이었다. 수집자원 중 12종은 품종이었고 나머지 17종은 계통 이었으며 품종 중에는 우리나라 원자력연구원에서 육성한 'Jangdae(장대)'가 포함되었다(Table 1).

유전자원 파종 및 재배

유전자원의 파종 및 재배는 전라북도농업기술원 시험포장에서 실시하였는데 시비량은 Table 2의 시험 전 토양 화학적 특성을 조사하여 아직 케나프의 시비 기준이 설정되어 있지 않기 때문에 비슷한 특성을 가진 작물로 평가되는 옥수수 시비처방기준(RDA, 2012)에 따라 N-P₂O₅-K₂O (15-15-10 kg/ha)를 사용하였다. 비료 사용 후 4월 상순 쟁기를 이용하여 심경하였으며 파종 1주일 전 토양 살충제를 살포하여 경운하고, 관리기를 이용 너비 120 cm, 배수로 40 cm의 이랑을 만든 후 파종하였다. 파종은 5월 1일에 조간 30 cm 주간 20 cm로 시험구당 4열로 점파하였는데 파종 후 화분과 잡초가 3~5 엽기에 이르렀을 때 화분과 전용 제초제인 fluazipof-p-butyl계 제초제(상표명 : 뉴원사이드)를 물 20 L에 20 ml 섞어서 분무기를 통하여 살포하였다. 수확은 파종 150일 후 실시하였고, 시험구 배치는 난괴법 3 반복으로 하였다.

사료가치 분석

분석시기

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

조단백질 함량

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

세포벽 구성물질

Neutral detergent fiber (NDF), Acid detergent fiber (ADF) 등을 포함한 세포벽 구성물질은 Van Soest 방법을 사용하여 분석하였는데 시료중의 중성불용부분을 계면활성제로 처리하여 세포내 당류, 단백질, 지질 등을 용해시켜 세포막물질에서 분리시킨 후 용해되지 않은 부분을 정량하여 측정하였다. 이때 NDF는 중성세제 용액을 사용하여 60 분간 끓인 다음 용해되지 않은 부분을 측정된 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 영양소 총량 = 88.9-ADF (%) × 0.79.

Table 1. The collection of Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) genetic resources

No.	Origination	Collected variety and line	Collection Year	Bestowal agency
1 (K1)	Russia (Line)	K2012-1	2012	KAERI ^z
2 (K2)	India (Line)	K2012-2	2012	KAERI
3 (K3)	Iran (Line)	K2012-3	2012	KAERI
4 (K4)	Italia (Line)	K2012-4	2012	KAERI
5 (K5)	Russia (Line)	K2012-5	2012	KAERI
6 (K6)	Italia (Line)	K2012-6	2012	KAERI
7 (K7)	India (Line)	K2012-7	2012	KAERI
8 (K8)	India (Line)	K2012-8	2012	KAERI
9 (K9)	Russia (Line)	K2012-9	2012	KAERI
10 (K10)	USA (Line)	Florida L-128	2012	USDA
11 (K11)	Korea (Variety)	Jangdae	2012	KAERI
12 (K12)	China (Variety)	Hongma 300	2012	USDA
13 (K13)	USA (Line)	Florida No. A65-656	2013	USDA (RDA) ^y
14 (K14)	USA (Line)	Florida No. A65-659	2013	USDA (RDA)
15 (K15)	USA (Line)	Master Fiber	2013	USDA (RDA)
16 (K16)	Kenya (Variety)	Puna	2013	USDA (RDA)
17 (K17)	Mexico (Variety)	Taituna green	2013	USDA (RDA)
18 (K18)	USA (Variety)	Whitten	2013	USDA (RDA)
19 (K19)	USA (Variety)	Dowling	2013	USDA (RDA)
20 (K20)	China (Variety)	Xiang Hong No.1	2013	USDA (RDA)
21 (K21)	China (Variety)	Khon Kaen 60	2013	USDA (RDA)
22 (K22)	Russia (Variety)	Gregg	2013	USDA (RDA)
23 (K23)	Taiwan (Variety)	Yue 74-3	2013	USDA (RDA)
24 (K24)	Taiwan (Variety)	Taiwan Green	2013	USDA (RDA)
25 (K25)	India (Line)	Red	2013	IJIRA ^x
26 (K26)	India (Line)	Black	2013	IJIRA
27 (K27)	India (Line)	White	2013	IJIRA
28 (K28)	China (Variety)	Hongma 74-3	2013	BJA ^w
29 (K29)	USA (Line)	Florida No. A128	2013	BJA

^zKAERI: Korea atomic energy research institute.

^yUSDA (RDA): United States Department of Agriculture through Rural Development Administration.

^xIJIRA: Indian Jute Industries Research Association.

^wBJA: Bangladesh Jute Association.

Table 2. The physiochemical properties of experiment station

Classification	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

결과 및 고찰

수집자원의 형태특성과 생육형 및 종자결실 가능성

Table 3는 시험지의 기상을 분석해 놓은 자료이다. 5월 이후 평균온도, 최저기온 및 최고기온 등은 대체적으로 평년에 비해 높게 유지되었는데 특히 7~10월 평균기온이 평년에 비해 거의 대부분 1°C 이상 높았으며, 강수량도 대체로 평년 수준보다 많아서 모든 수집유전자원의 토양 재배가 이루어진 2013년 기상

은 고온성 작물인 케나프 생육에 전반적으로 유리하게 작용한 것으로 나타났다.

케나프 수집자원을 5월 상순에 파종하고 식물체 생육 과정에 따라 성장상황과 형태특성 그리고 개화·결실특성 등을 관찰하였다. 수집된 자원 29종의 생육형은 크게 7월 상순에 개화하는 조기 개화형과 8월 하순에서 9월 상순에 개화하는 중만기 개화형 그리고 10월 하순 정도에 개화하는 만기 개화형으로 나뉘어졌다. 조기 개화형은 일조시간이 12.5 시간을 넘어서는 시점부

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

Classification		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

Table 4. Maturing type, shape character and fruiting capability of Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) genetic resources

Genetic Resources	Maturing type	Leaf shape (Indentation No.)	Stem colour	Fruiting	Figure
K1	Early flowering (early July)	Palmate (3-5)	Pale Red	Able	
K2	Early flowering (early July)	Palmate (3-7)	Green	Able	
K3	Early flowering (early July)	Palmate (5)	Green (Upper:red)	Able	
K4	Early flowering (early July)	Heart shape & Palmate mixed (3-5)	Green (Upper:red)	Able	
K5	Early flowering (early July)	Palmate (3-5)	Green (Under:red)	Able	

Table 4. Continued

Genetic Resources	Maturing type	Leaf shape (Indentation No.)	Stem colour	Fructing	Figure
K6	Early flowering (early July)	Palmate (3-5)	Pale red	Able	
K7	Early flowering (early July)	Palmate (3-5)	Green	Able	
K8	Early flowering (early July)	Palmate (3-7)	Green (Under:red)	Able	
K9	Early flowering (early July)	Palmate (3-5)	Green	Able	
K10	Late flowering (late October)	Palmate (3-7)	Green (Upper:red)	Unable	
K11	Mid-late flowering (early September) August)	Palmate (3-7)	Pale Red-green	Able	
K12	Late-flowering (late October)	Palmate (3-7)	Green (Upper:red)	Unable	
K13	Early flowering (early July)	Palmate (3)	Pale Red	Able	
K14	Early flowering (early July)	Palmate (3-5)	Pale Red	Able	
K15	Late-flowering (late October)	Palmate (3-5)	Pale Red	Unable	
K16	Late-flowering (late October)	Palmate (3)	Pale Red	Unable	
K17	Late-flowering (late October)	Palmate (3-5)	Red	Unable	
K18	Early flowering (early July)	Circular	Pale Red	Able	
K19	Mid-flowering (late August)	Palmate (3-5)	Pale green	Unable	
K20	Late-flowering (late October)	Circular	Pale Red	Unable	

Table 4. Continued

Genetic Resources	Maturing type	Leaf shape (Indentation No.)	Stem colour	Fruiting	Figure
K21	Late-flowering (late October)	Circular	Pale Red	Unable	
K22	Late-flowering (late October)	Palmate (3-7)	Pale Red	Unable	
K23	Late-flowering (late October)	Palmate (3-5)	Red	Unable	
K24	Late-flowering (late October)	Palmate (3-5)	Red	Unable	
K25	Late-flowering (late October)	Palmate (3-7)	Pale Red (Upper:Pale green)	Unable	
K26	Late-flowering (late October)	Palmate (3-7)	Pale green (Upper:Pale red)	Unable	
K27	Late-flowering (late October)	Palmate & Circular mixed	Green (Upper:Red)	Unable	
K28	Late-flowering (late October)	Palmate (3-5)	Pale Red	Unable	
K29	Late-flowering (late October)	Palmate (3-5)	Pale Red	Unable	

터 개화하기 시작하여(Wilson *et al.*, 1965) 수정 된지 30일 이상 경과하게 되면 결실하게 되는데 개화 결실이 이루어지는 생식 성장기로 전환되면 영양생장이 늦추어지거나 중단되는 특성으로 보아 조생종으로 분류할 수 있었다. 중만생종으로 구분되는 중만기 개화종은 8월 하순부터 9월 상순 사이에 개화하여 결실하게 되는데 원활한 결실에 요구되는 소요일수가 충분치 못하여 결실을 및 채종 가능량이 조기 개화형 보다는 떨어지는 경향을 나타내었다. 만생종인 만기 개화형은 10월 하순에서 11월 상순에 개화하게 되는데 개화기 이후 평균온도가 급격히 떨어져 결실하는데 필요한 조건이 맞추어지지 못하여 결실이 불가능하였다(Table 4).

수집자원 중 조생종과 만생종 그리고 중만생종의 비율 분포를 보면 만생종과 조생종의 점유율이 비슷하나 우리나라에서 채종이 불가능한 만생종이 약간 분포 비율이 높은 것으로 확인

되었고 중만생종은 분포가 적었다. 이는 국내 결실이 불가하지만 영양생장기가 길어 충분한 수량 확보가 가능한 만생종의 특성과 종자는 결실이 가능하나 수량이 충분하지 못한 조생종의 특성들을 상호 보완하는 차원에서 중만생종 자원의 확보가 급후에는 중점적으로 추진되어야 할 필요성이 있다는 점을 시사한다. 실제로 수집된 전 자원을 대상으로 수량을 분석한 결과 조생종은 7,895 kg/10a인 반면 만생종은 12,572 kg/10a, 중만생종은 11,207 kg/10a로 유의적인 차이를 나타내었다. 종자 결실도와 결실량을 보면 개화 후 충분한 온도와 성숙기간 확보가 가능한 조생종은 주당 평균 54개의 꼬투리가 달리고 식물체 1주당 48 g, 1,600개 정도의 종자가 맺히는 반면 만생종은 결실이 되지 않았고 중만생종은 32개의 꼬투리에 26 g, 867개의 종자를 얻을 수 있었다(Table 5). 케나프의 발아 및 생육 특성을 보면 5월 상순 파종 후 충분한 수분 공급이 이루어지면 약 5일 정도 경과한

Table 5. The Yield, growth and development difference of Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) genetic resources classified by maturing type

Division	Early flowering type (12 Lines)	Mid flowering type (2 Lines)	Late flowering type (15 Lines)	Corn
Average Yield (kg/10a)	7,895 c ^z (6,400~11,438)	11,207 b (10,124~11,825)	12,572 a (7,634~14,165)	8,026
	- Flowering : Early July~ - Days for fruiting : 30 days Pod NO : 54 ea/plant Seed Amount : 48 g/plant (1,600 ea/plant)	- Flowering : Early August~ - Days for fruiting : 30 days Pod NO : 32 ea/plant Seed Amount : 26 g/plant (867 ea/plant)	- Flowering : Early October~ - Fruiting : unable	
Flowering & Fluiting				

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

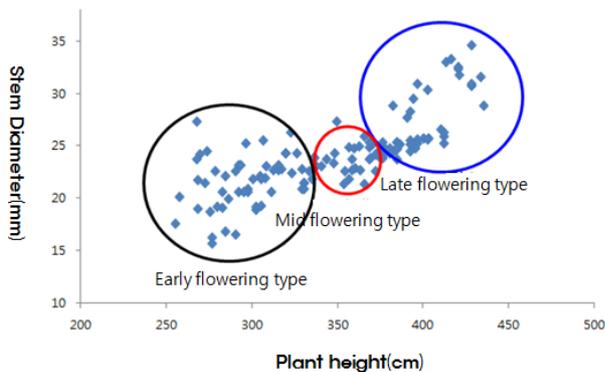


Fig. 1. The distribution of plant height of Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) genetic resources on types of flowering time.

후부터 본격적으로 발아하기 시작한다. 이 때 최초로 발아가 시작되는 평균 외기온도는 약 10~12°C이며 생육상 변화를 통해 본격적으로 생장을 시작하는 온도는 15~20°C 정도로 시기적으로는 5월 15일 전후에 해당한다. 파종 후 본격적인 생장이 시작되는 6월 하순까지는 완만한 성장세를 유지하다가 6월 이후 본격적으로 온도가 상승하면서 성장도 빨라지게 된다. 이와 같은 생장 패턴을 볼 때 케나프는 높은 온도에서 생장이 촉진되는 고온성 작물로 생육 최적 온도는 평균기온 24°C에서 29°C 정도로 평가할 수 있었으며 이러한 경향은 조생종, 중만생종, 만생종 모

두에서 공통으로 해당되었다. 케나프 자원의 외형특성은 특징적으로 줄기 색, 잎의 모양 그리고 초장 등 3가지 정도의 요인에 의해 분류하는 것이 가능하였는데 줄기의 색은 전체적으로 녹색과 적색 그리고 엷은 녹색과 엷은 적색을 띄었으며 활발하게 성장하는 식물체 상부의 줄기색이 하부와 다르게 나타나는 자원들이 다수 있었다.

또한 잎의 모양은 크게 장상형과 원형으로 구분되었는데 자원의 대부분이 장상형이었고 3종 정도의 엷형이 원형이었으며 장상형과 원형 및 심장형이 혼재되어 나타나는 경우도 2종 있었다. 장상형은 결각이 몇 개까지 분리되어 나타나는 가에 따라 다시 나뉘어졌는데 결각은 3개 에서부터 생육 진행 단계에 따라 두 개 단위로 증가하여 최대 7개까지 분화되었으며 자원별로는 3~5와 3~7 결각이 비슷한 비율로 분포하였다(Table 4). 식물체의 초장도 생육형 별로 뚜렷하게 구분되었는데 영양생장기가 긴 만생종이 최대 401.9 cm까지 성장하였고 중만생종의 경우도 평균 초장이 352.4 cm로 만생종 평균 초장과 근접하게 성장한 반면 성장 기간이 짧은 조생종은 평균 282.5 cm로 유의하게 적었다(Fig. 1). 이러한 차이는 주로 영양 생장기간 차이에 의해 일어나는데 생육시기별 초장 변화에서 보듯이 영양 생장기에서 생식 생장기로 전환되는 시점인 개화기 도래 시점부터 생장이 급격하게 줄어드는 현상을 확인할 수 있었다(Fig. 2).

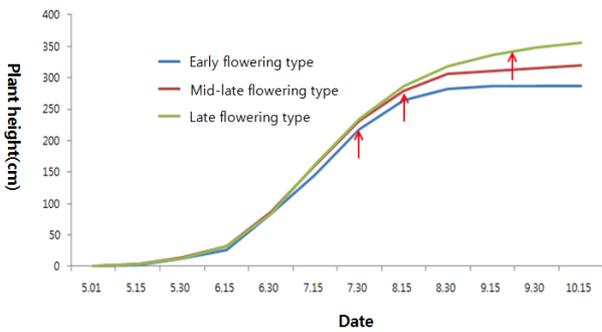


Fig. 2. The growth pattern of Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) genetic resources on types of flowering time.

케나프 수집 유전자원의 생육 및 수량과 사료가치 분석

케나프 수집 품종별 줄기직경은 1.6~3.9 mm 범위였는데 조생종 12종의 줄기 직경은 중만생종과 만생종 17종의 평균 직경 3.1 mm 에 비하여 17% 적은 2.49 mm였고, 작은 줄기직경이 개체중 형성에 영향을 미쳐 조생종의 평균 개체중은 주당 628.3 g으로 만생종과 중만생종의 964.7 g에 비하여 35% 적었다. 유의할 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 적절한 선의 잎을 확보하는 것이 필수적이다. 따라서 잎 분포를 최대한도로 유지하고 많은 양이 수확되도록 하는 것이 이용 측면에서 유리한데 케나프는 줄기직경을 2.5 cm 이상으로 유지할 수 있을 경우 유의할 수준으로 엽수가 증가하고 주당 일정량 이상의 엽 수량을 확보하는 것이 가능하였다. 이는 잎의 분열을 촉진시킬 수 있는 충분한 성장량 확보가 줄기직경 2.5 cm 이상에서부터 가능하다는 것을 의미하며 개체의 줄기직경을 2.5 cm 이상으로 유도할 수 있는 자원의 선발이 중요하다는 것을 말한다. 개체중도 역시 생육형 및 자원별로 편차가 크게 발생하였는데 주당 530.7 g을 보인 K27 에서부터 1,133.2 g/주를 보인 K12까지 개체중 차이가 크게 나타나고 있었으며 29종의 평균은 825.5 g/주였다. 평균 개체중이 900 g/주 이상을 보인 자원은 K10, K12, K15, K19, K20, K21, K22, K23, K24, K25, K26 등 11종이었는데 중만생종인 K19를 제외하고는 모두 만생종이었다. 그러나 개체에서 차지하는 잎의 분포비율은 조생종이 오히려 높게 나타났는데 전체 개체에 대한 조생종의 평균 잎 분포율은 26.6%로 만생종과 중만생종 평균 20.7%에 비하여 5.9% 높았다. 이는 잎의 분화는

개화 전까지 충분히 빠르게 진행된 반면 줄기가 굵어지는 것은 개화에 의해 지연되어 나타난 것으로 중만생종과 만생종의 경우에는 충분한 수량성을 갖추고 있으면서도 주요 영양소의 대부분을 함유하는 잎의 분포비율이 높은 자원을 확보하거나 잎의 분포 비율을 인위적으로 높일 수 있는 재배기술 개발이 필요할 것으로 보인다. 일정면적 수확을 통해 10a당 면적으로 환산한 수량은 6,400 kg에서부터 14,165 kg까지 편차가 크게 나타났는데 조생종 자원의 수량이 중만생종 및 만생종에 비해 전체적으로 떨어지는 경향을 나타내어 조생종은 7,895 kg/10a인 반면 만생종은 12,572 kg/10a, 중만생종은 11,207 kg/10a로 유의적인 차이를 나타내었다. 자원별로는 중국 수집종인 K12 (Hongma 300)가 14,165 kg/10a, 인도 수집종인 K25는 13,885 kg/10a, 러시아 수집종인 K22는 13,778 kg/10a, 중국 수집품종인 K21 (Khon kaen 60)은 13,625 kg/10a으로 10a당 13,500 kg 이상의 수량을 나타내는 자원으로 확인되었다(Table 6). 수집된 자원의 사료 이용을 확대하기 위하여 조단백질 등 7종의 사료가치를 분석하였다. 전체자원의 수분 함량은 78%로 옥수수에 비하여 5~7% 높은 것으로 확인 되었으며, 식물체 전초를 분쇄하여 분석한 조단백질 함량은 평균 9.8%로 옥수수의 8.6%에 비해 높은 경향을 유지하였다. 자원별로는 전체적으로 잎 분포비율이 높은 조생종의 조단백질 함량이 높은 경향이었으나 중만생 및 만생종 자원에서도 높은 조단백질 함량을 보이는 자원이 있어 우리나라 육성 품종인 'Jangdae'가 12.5%였고 중국 수집품종인 K21 (Khon kaen 60)은 12.7%, 러시아 수집종인 K22가 12.9% 중국 수집종인 K12가 13.4%의 조단백질 함량을 나타내었다. 특히 우리나라 원자력연구원 육성 품종인 'Jangdae'는 10a당 10,975 kg의 수량과 12.5%의 조단백질함량 그리고 101.9의 상대적 사료가치(RFV) 등을 보이고 있어 수량성이 떨어지는 조생종 자원과 국내 종자결실이 불가능한 만생종 자원의 단점을 상호 보완 할 수 있는 자원으로 금후에는 이러한 중만생종 자원의 수집과 선발에 좀 더 힘을 기울여야 할 것으로 보인다. 중성세제 불용성섬유소(NDF)와 산성세제 불용성섬유소(ADF)를 통해 산출되는 건물섬취량(DMI)과 가소화건물량(DDM) 비교에서도 비슷한 경향이 나타났는데 조생종 자원의 경우 2.1~2.3의 DMI를 보인 반면 중만생종과 만생종의 경우 1.8~2.1로 다소 낮았고 가소화건물량도 조생종 평균이 58.7%로 중만생종 및 만생종 평균 57.6%에 비해 1.1% 정도 높았다. 그러나 만생종 중에서도 다수성 자원인 K12, K21, K22 등은 가소화건물량(DDM)이 각각 59.7%와 63.2%, 63.4%로 전체자원 평균에 비해 1.6~5.3% 높았으며 중만생종 자원인 K11과 K19도 59.7%와 60.2%로 1.6~2.1%

Table 6. Stem diameter and yield component of Kenafm (*Hibiscus cannabinus* L.) genetic resources

(Research date : 10. 14.)

Genetic Resources	Stem Dia- meter (cm)	Leaf No. (ea)	Individual weight (g, Fresh)			Yield (kg/10a)
			Stem	Leaf	Total	
K1	2.5 hi ^z	186.4 fg	470.8	195.4	666.2 fg	8,327 fg
K2	2.3 ij	119.6 ij	448.9	169.1	618.0 gh	7,725 gh
K3	2.2 j	169.4 g	380.0	162.0	502.0 ijk	6,775 ijk
K4	2.5 gh	170.8 g	486.0	227.0	713.0 f	8,912 f
K5	2.1 j	108.4 j	392.4	140.8	533.2 jk	6,665 jk
K6	2.2 j	207.1 de	449.0	125.0	574.0 hij	7,175 hij
K7	2.7 efg	132.6 hi	520.6	186.0	706.6 f	8,832 f
K8	2.6 fgh	134.2 hi	515.0	192.0	707.0 f	8,838 f
K9	2.2 j	168.4 g	368.0	144.0	512.0 k	6,400 k
K10	3.1 d	210.7 de	861.7	205.0	1066.7 bc	13,337 bc
K11	2.7 efg	208.3 de	708.3	169.7	878.0 de	10,975 de
K12	3.4 c	221.7 d	906.4	226.8	1,133.2 a	14,165 a
K13	3.2 c	242.9 c	526.4	194.3	720.7 f	9,008 f
K14	2.9 e	186.4 fg	504.8	187.0	691.8 f	8,648 f
K15	2.8 ef	212.8 de	714.5	181.8	896.3 d	12,204 d
K16	3.1 d	198.6 ef	724.0	186.4	910.4 d	12,380 d
K17	2.9 e	268.4 b	698.6	176.4	875.0 de	11,938 de
K18	2.5 gh	148.5 h	465.2	130.0	595.2 hi	7,440 hi
K19	2.9 e	265.4 b	726.4	188.6	915.0 d	11,438 d
K20	3.4 c	242.8 c	848.6	210.4	1,062.6 bc	13,282 bc
K21	3.6 b	178.6 fg	880.4	209.6	1,090.0 abc	13,625 abc
K22	3.2 d	368.9 a	890.2	212.1	1,102.3 ab	13,778 ab
K23	3.8 a	178.4 fg	848.6	191.8	1,040.4 c	13,005 c
K24	3.8 a	265.8 b	871.6	198.8	1,070.4 bc	13,380 bc
K25	3.9 a	245.6 c	902.6	208.2	1,110.8 ab	13,885 ab
K26	2.8 ef	182.4 fg	850.4	189.3	1,039.7 c	12,996 c
K27	1.6 k	128.4 i	382.1	148.6	530.7 jk	7,634 jk
K28	2.8 ef	186.2 fg	622.8	214.6	837.4 e	11,468 e
K29	2.7 efg	176.4 g	631.6	208.9	840.5 e	11,506 e

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

※ The yield of corn (Kwangpyungok) : 8,026 kg/10a.

높았다. 총가소화양분(TDN) 함량 변화도 유사하여 다수성자원 인 만생종 K12, K21, K22 등과 국내 채종가능종인 중만생종 자원인 K11과 K19 등이 전체자원 평균 보다 1.7~5.4% 높았다. 사료가치 항목을 종합하여 비교한 상대적 사료가치(RFV)에서는 전체자원이 70.8~120.2로 범위가 넓었는데 중만생종 자원인

K11과 K19가 각각 101.9, 101.2였고, 다수성 만생종 자원인 K12는 102.5 K21은 116.2였고, K22는 120.2로 옥수수 103.2에 비하여 비슷하거나 높은 수준을 유지하여 우수 자원으로 평가할 수 있었다(Table 7).

Table 7. The feed value of Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) genetic resources

(Sampling date : 8. 19.)

Genetic resources	Moisture (%)	CP ^y (%)	NDF ^x (%)	DMI ^w	ADF ^v (%)	DDM ^u	TDN ^t (%)	RFV ^s
K1	76.3	9.0 h ^z	55.4 ghi	2.2	37.2 jklm	59.9	59.5 cdef	100.7 cd
K2	78.7	9.8 g	55.4 ghi	2.2	38.8 hijk	58.7	58.3 defgh	98.6 de
K3	78.1	10.0 fg	56.2 fgh	2.2	39.1 ghijk	58.4	58.0 efghi	96.8 def
K4	77.3	10.7 def	54.4 hij	2.2	36.9 jklm	60.2	59.8 bcdef	102.9 cd
K5	78.4	10.8 de	52.6 jk	2.3	34.8 mn	61.8	61.4 ab	109.4 b
K6	79.6	10.1 efg	54.9 hij	2.2	37.7 ijkl	59.5	59.1 cdefg	100.9 cd
K7	79.4	11.2 cd	53.3 ij	2.2	35.7 lm	61.1	60.7 bc	106.7 bc
K8	78.3	10.3 efg	55.4 ghi	2.2	36.6 klm	60.4	60.0 bcd	101.4 cd
K9	77.6	10.1 efg	56.1 fgh	2.1	38.1 ijkl	59.2	58.8 cdefg	98.2 de
K10	79.9	11.5 c	58.1 ef	2.1	41.0 efg	57.0	56.5 hijk	91.3 fg
K11	80.9	12.5 b	54.5 hij	2.2	37.5 ijkl	59.7	59.3 cdefg	101.9 cd
K12	79.1	13.4 a	54.2 hij	2.2	37.5 ijkl	59.7	59.3 cdefg	102.5 cd
K13	75.5	10.4 efg	55.1 ghi	2.2	43.3 cde	55.2	54.7 klm	93.1 efg
K14	79.8	10.7 def	59.3 de	2.0	41.1 defg	56.6	56.2 ijkl	88.8 gh
K15	76.5	10.0 fg	57.9 ef	2.1	39.9 ghi	57.8	57.4 ghi	92.9 efg
K16	79.5	8.7 h	57.4 efg	2.1	39.4 ghij	58.2	57.8 fghi	94.4 efg
K17	81.7	11.3 cd	57.3 efg	2.1	39.9 ghi	57.8	57.4 ghi	93.9 efg
K18	75.4	7.4 ijk	65.0 b	1.9	45.9 ab	53.1	52.6 no	76.1 jk
K19	72.8	7.9 ij	55.4 ghi	2.0	36.8 klm	60.2	59.8 bcde	101.2 cd
K20	79.6	11.4 cd	54.6 hij	2.2	37.0 jklm	60.1	59.7 bcdef	102.4 cd
K21	78.6	12.7 b	50.6 kl	2.3	33.0 n	63.2	62.8 a	116.2 a
K22	81.4	12.9 ab	49.1 l	2.4	32.8 n	63.4	63.0 a	120.2 a
K23	73.4	7.3 jk	67.9 a	2.0	47.8 a	51.7	51.1 o	70.8 k
K24	72.7	7.0 k	65.2 b	1.8	45.4 bc	53.5	53.0 mn	76.4 jk
K25	75.9	8.0 i	61.3 cd	1.9	42.5 def	55.8	55.3 jkl	84.7 hi
K26	78.0	7.1 k	59.5 de	2.0	41.5 defg	56.5	56.1 ijkl	88.5 gh
K27	81.3	7.1 k	64.0 b	2.0	45.4 bc	53.5	53.0 mn	77.8 j
K28	77.1	6.9 k	59.0 e	2.0	40.7 fgh	57.2	56.7 hij	90.2 gh
K29	77.7	7.9 ij	63.1 bc	1.9	43.6 bcd	54.9	54.4 lmn	81.0 ij
Corn	70.5	8.6	58.7	2.0	30.6	65.1	64.7	103.2

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

^yCP: Crude protein

^xNDF: Neutral detergent fiber

^wDMI: Dry matter intake

^vADF: Acid detergent fiber

^uDDM: Digestible dry matter

^tTDN: Total digestible nutrient

^sRFV: Relative Feed value

※ The variety of corn: Kwangpyungok.

적 요

본 연구에서는 사료자원 등 산업소재 사용분야가 넓고 CO₂ 흡수율이 일반작물의 5배 이상 되는 대표적 환경정화 식물로서 국내 활성화 가능성이 커지고 있는 케나프의 국내 도입 가능성

을 확인하기 위하여 미국 등 10개국 유래 자원 29종을 수집하고 생태형·생육특성·수량과 사료가치 등을 비교 분석하였다. 수집 자원은 개화시기에 따라 7월 상순에 개화하는 조생종과 8월 하순에서 9월 상순에 개화하는 중만생종 그리고 10월 하순에 개화하는 만생종으로 나누어졌는데 조생종은 국내 재종이 가능하나

수량이 떨어졌고(평균 7,895 kg/10a), 만생종은 수량은 높으나(평균 12,572 kg/10a) 국내에서 종자 결실이 되지 않았으며, 중만생종은 일정수준 이상의 수량(평균수량 11,207 kg/10a)이 확보되고 종자 결실이 가능하였다. 자원별로는 중국 수집종인 K12 (Hongma 300)와 인도 수집종 K25, 러시아 수집종 K22 그리고 중국 수집종인 K21 (Khon kaen 60)이 10a당 13,500 kg 이상의 다수성 자원이었다. 수집자원별 사료가치 측정에서는 전체적으로 조생종이 우수하였으나 만생종 자원 중 다수성 자원인 K12, K21, K22 등은 가소화건물량(DDM)과 총가소화양분(TDN) 함량도 조생종보다도 높아 사료가치 항목을 종합하여 비교한 상대적 사료가치(RFV)가 K12는 102.5 K21은 116.2, K22는 120.2로 우수 자원으로 평가할 수 있었다. 그리고 우리나라 육성 품종인 'Jangdae'는 10a당 10,975 kg으로 수량과 12.5%의 조단백질함량 그리고 101.9의 상대적 사료가치(RFV) 등을 보이고 있어 수량성이 떨어지는 조생종 자원과 국내 종자결실이 불가능한 만생종 자원의 단점을 상호보완 할 수 있는 자원으로 금후에는 이러한 중만생종 자원의 수집과 선발에 좀 더 힘을 기울여야 할 것으로 보인다.

사 사

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

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.
- Cahilly, G.M. 1967. Potential value of Kenaf tops as a livestock feedstuff. Proc. first conf. kenaf for pulp. Gainsville, Fl. p. 48. (Abstr.).
- Curties, P.S. and A. Lauchli. 1985. Responses of Kenaf to salt stress: Germination and vegetative growth. Crop Sci. 25:944-949.
- 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.
- Francois, L.E., T.J. Donovan and E.V. Maas. 1990. Salt tolerance of Kenaf. In Janick J. and J.E. Simon (eds.), Advances in New Crops, Timber Press, Mississippi (USA). pp. 300-301.
- Killinger, G.B. 1969. Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) a multi-use crop. Argon. J. 61:734-736.
- Phillips, W.A., S. Rao and T. Dao. 1989. Nutritive value of immature whole plant Kenaf and mature Kenaf tops for growing ruminants. Proc. Assoc. Advancement of Industrial Crops. Peoria, IL (USA). pp. 17-22.
- 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.
- Suriyantratong, 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.
- Webber C.L. III and V.K. Bledsoe. 1993. Kenaf : Production, harvesting, processing and products. New crops. Wiley, New York (USA). pp. 416-421.
- Wilson F.D., T.E. Summers, J.F. Joyner, D.W. Fishler and C.C. Seale. 1965. 'Everglade 41' and 'Everglade 71' two new varieties of Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) for the fiber and seed. Florida Agr. Expt. Sta. Cir. p. 168.
- Wing, J.M. 1967. Ensilability, acceptability and digestibility of Kenaf. Feedstuffs 39:26.

(Received 21 May 2014 ; Revised 13 August 2014 ; Accepted 7 October 2014)