

## Kenaf의 재배 생리적 특성

김성무\*\* · 박형재\*\* · 엄석현\* · 김병완\*\* · 성경일\*\* · 조동하\*

### Physiological Characteristics of Kenaf(*Hibiscus cannabinus* L.)

Cheng Wu. Jin\*†, Hyoung Jae Park\*\*†, Seok Hyun Eom\*, Byung Wan Kim\*\*,  
Kyung Il Sung\*\* and Dong Ha Cho\*

#### ABSTRACT

This study was carried out to investigate the effects of growing period and cultivars on physiological characteristics and photosynthetic rates of kenaf in Cheorwon, Korea. The possibility of their utilization as forage plant was also discussed. A split plot design composing 3 growing periods (53, 84 and 115 days after sowing) and 3 cultivars (Dowling, Everglade-41 and Tainung-2) was applied for this experiment. Leaf photosynthetic rate was highest 28.6 CO<sub>2</sub> μmol m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup> in Everglade-41 at the beginning of August when solar irradiation was most intense. In the final biomass of kenaf, Dowling was the highest among cultivars, with 534.6g/F.W./plant and 109.6g/D.W./plant, respectively. In addition, Dowling was the best in stem thickness among cultivars evaluated. Our results exhibited that all cultivars planted in Cheorwon exhibited decreased yield production compared to a previous report experimented in Jaeju. It may result that cultivation in Jaeju utilized wider planting space and longer cultivating time. In the basis of our data, it is suggest that extending cultivation time and using wider planting space should increase yield in Cheorwon with potential utilization of kenaf as a forage crop.

(Key words : Kenaf, Leaf photosynthetic rate, Physiological characteristics)

#### I. 서 론

Kenaf(*Hibiscus cannabinus* L.)는 아열대 일년 생 초본식물로서 오래전부터 우리나라에서는 양파라고 하였다. Kenaf 재배는 온대지방에서는 봄이 되어 서리 위험이 없을 때, 파종하는 것이 좋으며 미국의 대부분 지역은 4월이나 5월 초에 실시하며, 파종 후 4-7일에 출현한다 (Angelini, 1998; Hovermal, 1994; Manzanares 등, 1997). Kenaf는 기후와 토양에 대한 광범위한 적응성, 재배용이성, 내병충해성, 높은 생산

량과 짧은 생육기간, 빠른 성장에 따른 높은 탄소고정성, 재생가능성 그리고 생분해성 등의 경제적이다. 또한 친환경 작물로 기대되어 윤작 및 대체작물로 재배되고 있으며, 여러 분야에서 관심이 증가되고 있다(Hollowell 등, 1996; Charles 등, 2002; Lam 등, 2003). Kenaf 줄기는 주로 섬유자원으로 이용하지만 줄기나 잎은 조단백질 함량이 높아 사료적 가치가 뛰어난 것으로 알려져 있다(한 등, 2006; Webber, 1993). Kenaf 잎의 성분에는 칼슘이 우유의 4배가 함유되어 있고, 다량의 단백질, 비타민과 철분을

\* 강원대학교 생명공학부(College of Bioscience and Biotechnology, Kangwon Natl. Univ., Korea)

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

† These authors contributed equally to this paper

Corresponding author : Dong Ha Cho, Kangwon National University, College of Bioscience and Biotechnology, Chuncheon 200-701, Korea.

E-mail : chodh@kangwon.ac.kr Tel : 033-250-6475, Fax : 033-250-6470

함유하고 있으며, 최근 관심이 고조되고 있는 활성산소의 작용을 막아주는 항산화 물질이 kenaf 잎에 다량 함유 되어 있어 인체에는 항암, 항바이러스, 항미생물, 항균 등으로 이용될 수 있고, 또한 이러한 효능을 바탕으로 이용가치가 매우 높은 작물이다. 또한, Ryu (2006) 등은 Kenaf의 잎에 SOD 활성, DPPH 소거능, Flavonoid, Polyphenol의 함량이 높음을 확인하였다. Kenaf는 파종 후 약 5개월 정도면 수확 가능하며, 크기는 약 3~5m 정도 자라며, 연간 생산량은 약 70t/ha이며(Alexopoulou 등, 2000), 아열대 지방에서는 3모작도 가능하다. 일본과 미국 등 다른 여러 나라에서는 활발한 재배가 이루어지고 있으며, 다양한 생산 체계를 갖추고 있다. White 등(1971)은 kenaf의 재식본수가 9,900 주/10a에서 39,500 주/10a로 밀식함에 따라 건물량은 증가되었다고 하였고, Cambell과 White(1982)는 kenaf (Everglade-41)의 재식본수가 26,000 주/10a에서 수량은 높았으나, Florida에서는 5,000 주/10a에서 10,000 주/10a로 밀식함에 따라 수량은 증가되었다고 하였다. 국내 재배 기원은 확실하지는 않지만 1926년 이후 연구를 목적으로 도입되어 재배가 이루어지고 있는 실정이지만 널리 보급되지는 못하였는데, 제주지역에서 재식밀도, 파종기에 따른 양묘의 생육특성, 사료특성에 관한 연구가 보고 되어 있다(조 등, 2001<sup>a</sup>, 2001<sup>b</sup>). 이처럼 열대성 작물인 kenaf가 제주지역에서만 실험 실시하였는데, 이것은 경지면적이 협소하고 척박한 토양이 많은 우리나라에서 지역별 kenaf 생육특성에 관한 연구가 아주 미흡한 것으로 판단된다. 더욱이 생육시기가 짧은 북부지역에서의 재배연구가 활발히 이루어진다면, kenaf의 이용가치를 더 한층 높일 수 있을 것으로 사료된다.

따라서, 본 실험에서는 아열대 사료작물인 kenaf를 강원도 북부 지방인 철원 지역에서 재배하여 kenaf의 재배 생리학적인 특성과 생장 조건을 알아보았다.

## II. 재료 및 방법

### 1. Kenaf 품종 및 재배

Kenaf 3개 품종 Dowling, Everglade-41 및 Tainung-2 종자를 강원도 철원군 농지에 재식 거리 20×10cm로 2005년 5월 20일에 파종을 하여 2005년 9월 12일에 수확 하였다. 시비는 우분 퇴비(5 ton/ha)를 사용하였으며, 파종시 모두 사용하고 더 이상 추비는 하지 않았다.

### 2. 생체중, 건물중, 식물체 높이 및 줄기 직경 측정

파종 후 53일째, 93일째, 115일째에 각 품종별 3반복씩 식물체를 채취하여 줄기, 잎을 구분한 후 생체중을 측정하고, 60℃에서 7일간 건조시켜 건물중을 측정하였다. 식물체 높이와 줄기 굵기는 당일 날 각 품종별 10반복씩 식물체를 임의로 선택하여 측정하였다.

### 3. 광합성을 측정

광합성을 측정은 파종 후 53일째, 73일째, 93일째에, 휴대용 광합성 측정 장치인 LAC-4 (Analytical Development Company, Ltd. UK)를 이용하여 잎의 광합성율(Leaf Photosynthesis Rate : A)을 품종별로 3반복으로 실시하였으며, 동시에 기공전도도(Stomatal conductance : Gs)와 엽내 CO<sub>2</sub>농도(Intercellular CO<sub>2</sub> concentration : Ci)도 함께 측정하였다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 생장시기에 따른 kenaf 품종별 식물체의 굵기와 높이

품종별 식물체의 높이와 굵기의 차이를 보면, Tainung-2 품종의 식물체 높이가 시기별 각

각 130.0cm, 247.7cm, 290.3cm로 제일 높게 나타난 반면에, 줄기의 굵기는 오히려 11.2 mm, 16.7mm, 18.2mm로 제일 낮게 나타난 것을 알 수 있었다(Fig. 1, 2). 시기별 품종들의 식물체 높이는 파종 후 53일째에서는 Tainung-2 품종이 다른 두 품종에 비해 약간 높게 나타났으나, 수확시 파종 후 115일째에서 품종별 차이가 나타나지 않았다. 시기별 품종들의 줄기의 굵기는 파종 후 53일째에서는 품종별 차이가 나타나지 않았으나, 수확시 파종 후 115일째에서는 Dowling과 Everglade-41 품종이 28mm 정도로 Tainung-2 품종에 비해 현저히 높게 나타났다. 제주지역에서 Tainung-2 품종을 재배하여 수확시 식물체 높이는 273~305cm, 줄기의 굵기는 16~18.5mm로 나타났으며, Everglade-41의 식물체 높이와 줄기의 굵기는 각각 248~262cm와 13.3~17.8mm를 나타냈다고 보고하였다(강등, 2004). 이것은 본 연구에서의 Tainung-2 품종의 실험결과와 비슷한 경향을 나타냈으나, Everglade-41 품종은 오히려 더 높은 수치를 나타냈다. 이것은 재배환경, 품종의 차이로 사료된다. 파종 후 115일째에서 식물체 높이는 파종 후 53일째에 비해 Dowling, Everglade-41 및 Tainung-2 품종이 각각 2.4배, 2.4배, 2.2배로 증가하였으며, 줄기의 굵기도 각각 2.5배, 2.4배, 1.6배로 증가된 것을 알 수 있었다. 결과적으로 철원지역에서는 Tainung-2 품종보다는 Dowling 혹은 Everglade-41 품종이 재배에 더 적합한 것으로 사료된다.

## 2. 생장시기에 따른 kenaf 품종별 광합성율

품종별 광합성율의 차이를 보면, 파종 후 53일째에서는 Tainung-2 품종이 광합성율과 기공전도도가 각각  $25.22 \text{ CO}_2 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ,  $0.42 \text{ mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 으로 제일 높게 나타난 반면에, Everglade-41 품종은 광합성율이  $23.52 \text{ CO}_2 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 으로 제일 낮게 나타난 것을 알 수 있었다. 그러나 파종 후 73일째에서는 Everglade-

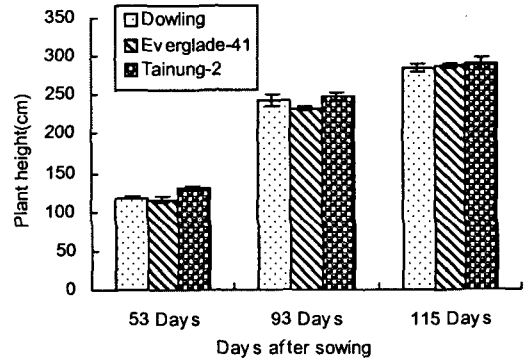


Fig. 1. Changes in plant height of kenaf varieties.

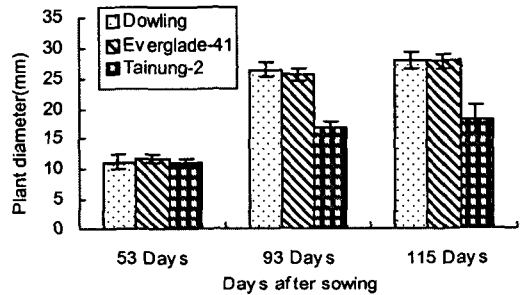


Fig. 2. Changes in plant diameter of kenaf varieties.

41 품종이 광합성율과 기공전도도가 각각  $28.56 \text{ CO}_2 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ,  $0.51 \text{ mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 으로 제일 높게 나타난 반면에, Dowling 품종은 광합성율과 기공전도도가 각각  $26.98 \text{ CO}_2 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ,  $0.42 \text{ mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 으로 제일 낮게 나타난 것을 알 수 있었다. 그리고 파종 후 93일째에서는 Dowling 품종이 광합성율이  $25.46 \text{ CO}_2 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 으로 제일 높게 나타난 반면에, Tainung-2 품종은 광합성율이  $22.38 \text{ CO}_2 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 으로 제일 낮게 나타난 것을 알 수 있었다. 전체적으로 보면, 파종 후 53일째에서는 Tainung-2 품종이, 73일째에서는 Everglade-41 품종이, 93일째에서는 Dowling 품종이 높은 광합성율을 보임으로서, 시기별 품종별 광합성율의 차이가 보였다. 이것은 생육환경, 생육적기에 따른 품종들의 차이를 나타낸 것으로 사료된다. 시기에 따른 광합성율의 차이를 보면, 세

품종 모두에서 파종 후 73일째에서 다른 두 시기에 비해 높게 나타난 것을 알 수 있었는데 (Table 2), 이것은 강(2004) 등이 Everglades-41 품종이 잎이 완전엽형으로 장상인 품종에 비해 광합성율이 높게 나타났다고 보고 하였는데, 본 연구에서도 생육이 왕성한 생육중기에 Everglade-41 품종이 다른 품종에 비해 높게 나타남으로서 일치한 경향을 나타냈다. 결과적으로 광합성율이 높은 kenaf는 C<sub>3</sub>식물이면서 C<sub>4</sub> 식물의 생육습성을 가짐으로서 짧은기간 내에 대량생산이 가능한 식물로 사료된다.

3. 생장시기에 따른 kenaf 품종별 생체중과 건물중

품종별 잎의 생체중과 건물중의 차이를 보면, 파종 후 53일째에서는 Everglade-41 품종의 생체중과 건물중이 각각 42.0g, 5.1g으로 제일

높게 나타난 반면에, Tainung-2 품종 잎의 생체중과 건물중이 각각 37.3g, 4.5g으로 제일 낮게 나타났다. 그러나 품종별 줄기의 생체중과 건물중의 차이를 보면, 오히려 Tainung-2 품종의 생체중과 건물중이 각각 75.7g, 11.0g으로 제일 높게 나타났으며, Everglade-41 품종의 생체중과 건물중이 각각 58.0g, 6.6g으로 제일 낮게 나타난 것을 알 수 있었다. 그러나, 파종 후 73일째와 115일째에서는 Dowling 품종 줄기의 건물중이 각각 55.9g, 79.8g 이고, 잎의 건물중은 각각 24.6g, 79.8g으로 다른 두 품종에 비해 높게 나타난 것을 알 수 있었다(Table 1). 조 (2001<sup>\*)</sup> 등은 제주지역에서 재식거리 50×15cm로 재배하여 150일후 수확시 잎과 줄기의 생체중은 각각 252g과 401g으로 나타났다고 보고하였는데, 본 연구에서는 재배하여 115일후 수확시 잎의 생체중은 125~155g으로, 줄기 생체중은 344~380g으로 약간 낮게 나타났는데, 이것

Table 1. Changes in fresh weight and dry weight kenaf varieties

| Date                | Cultivars    |      | Fresh weight (g plant <sup>-1</sup> ) | Dry weight (g plant <sup>-1</sup> ) |
|---------------------|--------------|------|---------------------------------------|-------------------------------------|
| 53 DAS <sup>†</sup> | Dowling      | Stem | 63.3± 5.2                             | 8.7±0.7                             |
|                     |              | Leaf | 38.2± 3.4                             | 5.0±0.3                             |
|                     | Everglade-41 | Stem | 58.0± 3.1                             | 6.6±0.5                             |
|                     |              | Leaf | 42.0± 2.7                             | 5.1±0.4                             |
|                     | Tainung-2    | Stem | 75.7± 4.5                             | 11.0±0.7                            |
|                     |              | Leaf | 37.3± 2.0                             | 4.5±0.4                             |
| 84 DAS              | Dowling      | Stem | 269.0±18.5                            | 55.9±2.3                            |
|                     |              | Leaf | 130.8± 8.6                            | 24.6±1.2                            |
|                     | Everglade-41 | Stem | 234.1±16.3                            | 42.4±2.1                            |
|                     |              | Leaf | 110.6± 5.3                            | 19.0±0.9                            |
|                     | Tainung-2    | Stem | 255.7±15.5                            | 50.5±1.9                            |
|                     |              | Leaf | 94.1± 4.6                             | 18.6±0.8                            |
| 115 DAS             | Dowling      | Stem | 379.6±19.6                            | 79.8±2.3                            |
|                     |              | Leaf | 155.0± 7.3                            | 29.8±1.0                            |
|                     | Everglade-41 | Stem | 346.7±16.3                            | 74.0±1.2                            |
|                     |              | Leaf | 136.9± 6.3                            | 28.3±0.9                            |
|                     | Tainung-2    | Stem | 364.8±13.2                            | 77.8±1.1                            |
|                     |              | Leaf | 125.3± 4.2                            | 24.9±0.8                            |

<sup>†</sup> ; Days after sowing

Table 2. Changes in leaf photosynthetic rate, stomatal conductance and intercellular CO<sub>2</sub> concentration of kenaf varieties

| Date                | Cultivars    | A <sup>†</sup><br>( $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ) | Gs<br>( $\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ) | Ci<br>(ppm) |
|---------------------|--------------|---|--|-------------|
| 53 DAS <sup>‡</sup> | Dowling      | 24.33±0.63  | 0.38±0.03                                  | 145.8±9.6   |
|                     | Everglade-41 | 23.52±0.93  | 0.41±0.02                                  | 132.9±8.5   |
|                     | Tainung-2    | 25.22±0.85  | 0.42±0.04                                  | 144.2±6.6   |
| 73 DAS              | Dowling      | 26.98±0.42  | 0.42±0.02                                  | 162.1±11.3  |
|                     | Everglade-41 | 28.56±0.23  | 0.51±0.04                                  | 173.6±12.3  |
|                     | Tainung-2    | 27.34±0.35  | 0.50±0.03                                  | 178.8±12.6  |
| 93 DAS              | Dowling      | 25.46±0.95  | 0.40±0.03                                  | 164.3± 9.1  |
|                     | Everglade-41 | 24.87±0.50  | 0.60±0.04                                  | 182.8±17.8  |
|                     | Tainung-2    | 22.38±0.49  | 0.64±0.06                                  | 196.3± 5.9  |

<sup>†</sup>; A : Leaf photosynthetic rate, Gs : Stomatal conductance, Ci : Intercellular CO<sub>2</sub> concentration,  
<sup>‡</sup>; Days after sowing

은 환경, 재식거리 및 재배기간에 따라 다르게 나타난 것으로 사료된다. 시기별 줄기와 잎의 건물중의 비율을 보면, 파종 후 53일째에서는 줄기가 잎의 건물중에 비해 Dowling, Everglade-41 및 Tainung-2 품종이 각각 1.7배, 1.3배, 2.4배로 나타났으나, 파종 후 115일째에서는 각각 2.7 배, 2.6배, 3.1배로 시일이 지나면서 biomass량은 잎에서보다 줄기에서 더 많이 증가하는 것을 알 수 있었다. 또한, 재배하여 115일후 수확 시 세 품종의 잎과 줄기의 구성 비율의 평균값은 26.4%와 72.6%로 나타났는데, 이것은 Webber(1993)는 미국의 Oklahoma에서 kenaf 5 개 품종을 재배하여 수확시 건물 기준으로 잎 26%와 줄기 74%로 구성 되었다고 보고한 결과와 비슷한 경향이였다. 파종 후 115일째에서 줄기의 건물중은 파종 후 53일째에 비해 Dowling, Everglade-41 및 Tainung-2 품종이 각각 9.2배, 11.2배, 7.2배로 현저하게 증가하였으며, 잎의 건물중도 각각 6.0배, 5.6배, 5.5배로 현저하게 증가된 것을 알 수 있었다. 실험결과에서 나타났듯이 철원지역에서의 모든 품종들

은 앞서 제주지역에서 얻은 실험 결과와 비교하여 수확량은 감소하였다. 이는 제주에서 재배는 재식밀도가 더 넓었으며 재배기간도 길었기 때문이다.

이러한 결과를 토대로 재식밀도와 재배기간을 더 늘린다면 철원지역에서의 kenaf의 사료 작물로서 생산량은 높아지리라 사료된다.

#### IV. 요 약

본 연구는 아열대 일년생 작물인 kenaf를 철원지역에서 품종 Dowling, Everglade-41, Tainung-2를 재배하여 생육특성과 광합성율을 측정하였다. 성장분석 결과 파종 후 53일째에 Everglade-41 품종이 잎 생체중과 건물중이 가장 높게 나타내었다. 줄기 무게는 Tainung-2 품종이 가장 높았으며, 93일과 115일째에서는 Dowling 품종이 줄기와 잎에서 가장 높은 생체중과 건물중을 나타내어 생산적 측면에서는 Dowling 품종이 가장 높게 나타났다. 이 성장분석 결과로 Dowling 품종의 높이는 그리 높지 않지만 잎의

수가 많고, 직경이 커서 Dowling 품종이 더 효과적인 생산성을 보였다. 광합성 측정에서는 일사량이 많은 파종 후 73일째인 8월초에 측정 한 Everglade-41 품종이 28.6 CO<sub>2</sub> μmol m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>으로 가장 높은 수치를 나타내었다. 파종 후 115일째 수확시 식물체의 높이는 품종별 차이는 나타내지 않았지만, 줄기의 굵기는 Dowling과 Everglade-41 품종이 28mm 정도로 Tainung-2 품종에 비해 현저히 높게 나타났다. 본 시험 결과에서는 철원지역에서의 모든 품종들은 앞서 제주지역에서 얻은 실험 결과와 비교하여 수확량은 감소하였다. 이는 제주에서의 kenaf 재배는 철원지역보다 재식밀도가 더 넓었으며 재배기간도 길었기 때문이다. 이러한 결과들도 대로 재식밀도와 재배기간을 더 늘린다면 철원지역에서의 kenaf의 사료작물로서 생산량은 높아지리라 사료된다.

## V. 사 사

본 연구는 농림부 농림기술개발사업(204151-3)의 연구비 지원으로 수행된 연구결과의 일부로 연구비 지원에 감사드립니다.

## VI. 인 용 문 헌

1. 강시용, 김판기, 강영길, 강봉균, 유장걸, 류기중, 송희섭. 2004. 신도입 케나프 품종의 파종시기에 따른 생육 및 수량 변동과 광합성 특성. 한국자원식물학회지 17(2):139-146.
2. 조남기, 송창길, 강봉균, 조영일, 고지병. 2001<sup>a</sup>. 제주지역에서 재식밀도에 따른 양마의 생육특성, 수량 및 조성분의 변화. 동물자원지 43(5):755-762.
3. 조남기, 송창길, 조영일, 고지병. 2001<sup>b</sup>. 제주지역에서 파종기에 따른 양마의 사료수량 및 조성분 변화. 한국작물학회지 46(6):439-442.
4. 한상은, 성경일, 조동하, 김성무, 김병완. 2006. 철원지역에서 재배한 양마의 재식거리와 품종, 수확시기에 따른 건물수량 및 사료성분의 변화. 한초지 26(4):285-292.
5. Alexopoulou E., M. Christou, M. Mardikis and A. Chatziathanassiou. 2000. Growth and yields of kenaf varieties in central Greece. Ind. Crops Prod. 11:163-172.
6. Angelini L.G., M. Macchia, L. Ceccarini and E. Bonari. 1998. Screening of kenaf(*Hibiscus cannabinus* L.) genotypes for low temperature requirements during germination and evaluation of feasibility of seed production in Italy. Field Crops Research 59:73-79.
7. Cambell T.A. and G.A. White. 1982. Population density and planting date effects on Kenaf performance. Crop Sci. 22:74-77.
8. Hollowell, J.E., B.S. Baldwin and D.L. Lang. 1996. Evaluation of kenafs a potential forage for the southern United Sates. Proc. 8th Ann. Intern. Kenaf Confer. 34-38.
9. Hovermal, C.H. 1994. Kenaf variety by date of planting in Mississippi. In a summary of kenaf production and product development research 1989-1993. Mississippi Agriculture & Forestry Experiment Station. p:3-5.
10. Lam, T.B.T., Hori, K. and K. Iiyama. 2003. Structural characteristics of cell walls of kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) and fixation of carbon dioxide. J. Wood Sci. 49:255-261.
11. Manzanares, M., J.L. Tenorio and L. Ayerbe. 1997. Sowing time, cultiar, plant population and application of N fertilizer of kenaf in spain's central plateau. Biomass and Bioenergy 12:263-271.
12. Ryu, S.W., C.W. Jin, H.S. Lee, J.Y. Lee, K. Sapkota, B.G. Lee, C.Y. Yu, M.K. Lee, M.J. Kim and D.H. Cho. 2006. Changes in Total Polyphenol, Total Flavonoid Contents and Antioxidant Activities of *Hibiscus cannabinus* L. Korean J. Medicinal Crop Sci. 14(5):307-310.
13. Webber, C.L. III. 1993. Yield components of five kenaf cultivars. Agron. J. 85(3):533-535.
14. Webber, C.L. III. and V.K. Bledsoe. 2002. Plant maturity and kenaf yield components. Industrial Crops and Products 16:81-88.
15. White, G.A., W.C. Adamson and J.J. Higgin. 1971. Effect of population levels on growth factors in kenaf varieties. Agron. J. 63:233-235.