

## 고구마 만기재배에서 생육 및 수량에 미치는 삽수크기 및 삽식깊이의 영향

이승엽\* · 김태환 · 이나라 · 이어진 · 배종향  
원광대학교 원예 · 애완동식물학부

### Effects of Cutting Size and Planting Depth on Growth and Yield in Late-Cultivation of Sweet Potato

Seung-Yeob Lee\*, Tae-Hwan Kim, Na-Rha Lee, Ear-Jin Lee, and Jong-Hyang Bae  
Division of Horticulture and Pet Animal-Plant Science, Wonkwang University, Iksan 570-749, Korea

**Abstract.** To obtain the basic information for late-cultivation of sweet potato [*Ipomoea batatas* (L.) Lam. cv. 'Jinhongmi'], vine growth and storage root yield were investigated in variously cutting sizes (10, 20, and 30 cm) and planting depths (1~4 nodes in 30 cm vine) using black-film vinyl mulching cultivation (75 × 25 cm planting density, June 20). At 30 days after planting, main vine length, number of node, and vine fresh weight were significantly affected by the cutting length, and these were significantly different 10 and 30 cm at 120 days. The vine elongation affected by planting depths showed the best growth in 2-nodes planting depth and the lowest growth in 4-nodes planting depth at 30 days, but the vine growth was not significantly different among planting depths at 120 days. Number of storage root per plant, weight of storage root per plant, mean weight of storage root and yield of storage root were increased in longer cutting length, and those in 10 cm cutting length were significantly reduced compared to the 20 and 30 cm cutting length. Number of storage root per plant in the deeper planting was much increased, but mean weight of storage root was much decreased. Yield of storage root per 10a was highest in 3-nodes planting depth. Therefore, planting methods by cutting length over 20 cm and planting depth of 2~3 nodes in late-cultivation of sweet potato will be more efficient to improve the vine growth and storage root yield.

**Key words :** fresh weight, *Ipomoea batatas*, marketable storage root, vine growth

## 서 론

고구마(*Ipomoea batatas* (L.) Lam.)는 메꽃과(*Convolvulaceae*)의 덩굴식물로 동질(배체  $2n = 6x = 90$ )이다. 세계 7대작물의 하나로 단위면적당 생산량이 높아 아시아와 아프리카 지역의 중요한 전분작물이며, 주로 괴근과 경엽을 식용한다. 우리나라에서 고구마는 1763년 일본 대마도(쓰시마)에서 도입된 이래 구황작물 역할뿐만 아니라 주정원료 및 가공식품의 원료로 이용되어 왔다. 고구마 재배면적은 1965년 15만ha까지 이르렀으나 쌀 자급률이 높아지던 1970년대 초반을 기점으로

크게 감소하였고, 1995년 이후 증가추세를 보여 2008년 19,451ha에서 329,351톤이 생산되었다.

최근 고구마는 안토시아닌, 폴리페놀 및 다량의 식이섬유가 들어있어 건강을 위한 웰빙식품으로 알려지면서 소비자의 선호도가 크게 높아지고 있다(Lee 등 2007; Tian과 Wang, 2008). 고구마 주산지는 여주, 해남, 익산 등으로 해남과 익산은 고구마 종순 생산단지로도 널리 알려져 있다. 익산지역에서는 약 40만m<sup>2</sup>의 하우스에서 종순을 생산하고 있는데 전국 유통량의 30% 이상을 차지하고 있다(Lee 등, 2008). 고구마의 번식은 건전한 씨고구마를 파종하여 자라나온 싹을 잘라 삽식하는데, 조기재배용은 비닐하우스 내에 보일러 또는 전열온상을 설치하여 2월 중하순에 육묘하며, 보통기 재배는 3월 하순에 냉상에서 육묘하여 재배한다.

\*Corresponding author: sylee@wku.ac.kr  
Received August 20, 2010; Revised September 10, 2010;  
Accepted September 27, 2010

고구마는 정식 3~4주경이면 괴근으로 발달할 뿌리형성이 결정되므로(Kim, 1984; Wilson과 Lowe, 1973), 묘 크기와 삽식깊이가 초기생육 및 수량에 큰 영향을 미치게 된다. 일반적으로 삽식에 적당한 표준묘는 4~6마디를 가진 25~30cm 크기인데, 15cm 내외의 작은 묘와 줄기를 길게 길러서 2~3토막으로 잘라 심는 분단묘 중 하위마디 묘는 표준묘에 비하여 수량이 낮다(RDA, 2006). 익산지역에서 종순 생산과 고구마 재배를 겸하는 농가들은 2월 중하순부터 3월 상순까지 씨고구마 파종을 끝내고, 4월 상순경부터 생산된 종순은 조기재배용으로 대부분 자가 활용되고 시판 가격이 높은 4월 하순부터 5월 20일경까지는 외지에 판매된다. 그 후 종순판매 농가에서는 7~8일된 20~25cm 크기의 묘를 주로 생산하여 자가 활용하고 있다. 고구마는 삽수 크기 및 삽식깊이에 따라 지상부 생육, 수량 및 상저비율 등에서 차이를 나타낸다(Godfrey, 1974; Holwerda와 Ekanayake, 1991; Melvin, 1986; Peng, 1986; Villareal, 1980). 조기 재배에서도 묘의 크기가 크고 삽식깊이가 깊을수록 수량이 높은 경향을 보이는데(Kim 등, 1998), 삽식기 기온이 높은 만기재배에서의 묘 크기 및 삽식깊이에 따른 생육 및 수량성 변이를 구명하는 것이 시급하다고 본다. 또한 최근 벼의 재배면적이 감소됨에 따라 대체작목으로 고구마를 대상으로 활발한 연구가 진행되고 있는데 고구마 논재배 또는 맥후작으로 가공용 및 사료용 고구마 생산은 농가 소득을 증대시킬 수 있는 대안이 될 것으로 보인다.

이에 본 연구는 고구마 만기재배에서 묘의 크기 및 삽식깊이가 고구마의 생육 및 수량에 미치는 영향을 조사하여 고구마 재배의 기초자료로 이용하고자 실시하였다.

### 재료 및 방법

공시품종은 ‘진홍미’를 이용하였고, 건전한 씨고구마를 선별하여 무가온 하우스에서 3월 20일 온탕(48°C, 40분)에 소독한 씨고구마를 전열선을 설치한 묘상에 파종하였다. 묘상관리는 짝이 상토표면에 올라올 때까지 묘상온도를 30°C로 유지하였으며, 짝이 튼 이후에는 가온하지 않고 추비없이 관리하면서, 4월 30일부터 15일 간격으로 종순을 생산하였다. 만기재배 시 삽수 크기 및 삽식깊이가 생육 및 수량에 미치는 영향을 구

명하기 위하여 6월 20일에 완전 전개된 잎이 달린 마디를 기준으로 하여 10cm(3마디), 20cm(5마디) 및 30cm(7마디) 크기의 종순을 채취하였다. 종순 크기에 따른 삽식깊이는 1마디(10cm), 2마디(20cm) 및 3마디(30cm) 깊이로 수평삽식을 하였고, 10cm(3마디) 종순은 수직삽식을 하였다. 7마디를 가진 30cm 크기의 균일한 종순을 채취하여 삽식깊이를 1마디, 2마디, 3마디 및 4마디 깊이로 달리하여 삽식하였다. 시험구는 반복당 40개체씩 완전임의배치 3반복으로 하였다. 정식 3개월 전에 포장에 계분퇴비 1,000kg/10a를 살포하여 경운하였고, 삽식 3일전 N-P-K = 6-7-19kg/10a를 전량 기비로 시비하였다. 그리고 기타 재배관리는 농촌진흥청 표준영농교본에 준하였다(RDA, 2006). 삽식 시 재식거리는 75 × 25cm로 하였고 흑색비닐 멀칭재배를 하였다. 삽식 후 30일째의 초장, 줄기수(5cm 이상), 줄기 두께, 마디수 및 생체중 등을 조사하였고, 120일째의 지상부 생육 특성, 개체당 괴근 수량, 40g 이상의 상저수량 등을 조사하였다.

### 결과 및 고찰

#### 삽수 크기와 삽식 깊이에 따른 지상부 생육 차이

고구마 만기재배 시 삽수크기에 따른 삽식 후 30일과 120일째의 지상부 생육을 조사하였다(Table 1). 삽식 30일째의 줄기신장은 66.1~86.6cm로 삽수 길이에 따라 유의한 차이를 보였으며, 이에 따라 마디수와 개체당 생체중도 유의한 차이를 보였다. 반면 삽수크기에 따라 줄기수는 2.7~3.5개, 줄기직경은 5.49~5.75mm 범위로 유의한 차이를 보이지 않았다. 삽식 120일째 줄기길이, 줄기수, 줄기직경, 마디수 및 개체당 생체중은 20cm(5마디)와 30cm(7마디) 삽수 간에는 유의한 차이를 보이지 않았다. 10cm(3마디) 삽수에서의 줄기길이, 마디수 및 생체중은 30cm(7마디) 삽수와는 유의한 차이를 보였으나 20cm(5마디) 삽수와는 차이를 보이지 않았다. CIP(Centro Internacional de la Papa; Holwerda와 Ekanayake, 1991)에 의하면 15, 20, 25 및 30cm 삽수를 삽식할 경우 삽수 크기가 길수록 줄기신장은 증가하는데, 15~25cm 간에는 유의한 차이를 보이지 않으나 30cm 삽수에서는 15~25cm 삽수보다 유의한 차이를 보였다고 하였다. AVRDC(Asia Vegetable Research and Development Center)에서는 5, 7, 9

고구마 만기재배에서 생육 및 수량에 미치는 삽수크기 및 삽식깊이의 영향

**Table 1.** Vine growth affected by cutting length in late-cultivation of sweet potato cultivated with half-depth of cutting length.

Cutting length (cm, no. of nodes)	Vine length (cm)	No. of branch (ea/plant)	Diameter of stem (mm)	No. of node (ea/stem)	Fresh weight (g/plant)
<i>30 days after planting</i>					
10 (3)	66.1 c <sup>z</sup>	2.7 a	5.49 a	20.2 c	94.1 c
20 (5)	77.1 b	3.1 a	5.61 a	24.1 b	127.2 b
30 (7)	86.6 a	3.5 a	5.75 a	27.6 a	144.8 a
<i>120 days after planting</i>					
10 (3)	212.3 b	5.3 a	6.82 a	46.2 b	857 b
20 (5)	233.3 ab	6.0 a	7.16 a	50.1 ab	1,028 ab
30 (7)	242.9 a	6.2 a	7.26 a	52.3 a	1,123 a

<sup>z</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at  $p = 0.05$ .

**Table 2.** Vine growth affected by planting depth in late-cultivation of sweet potato cultivated with cutting of 30 cm (7 nodes) length.

Planting depth (No. of node)	Vine length (cm)	No. of branch (ea/plant)	Diameter of stem (mm)	No. of node (ea/stem)	Fresh weight (g/plant)
<i>30 days after planting</i>					
1	87.0 ab <sup>z</sup>	3.3 a	5.68 a	28.4 a	151.7 ab
2	91.4 a	3.9 a	5.81 a	29.1 a	158.3 a
3	86.6 ab	3.5 a	5.75 a	27.6 ab	144.8 ab
4	79.9 b	2.8 a	5.71 a	24.5 b	139.6 b
<i>120 days after planting</i>					
1	233.3 a	5.5 a	7.21 a	49.4 a	1,103 a
2	251.7 a	5.8 a	7.35 a	53.5 a	1,211 a
3	242.9 a	6.2 a	7.26 a	52.3 a	1,123 a
4	238.9 a	5.3 a	7.14 a	50.9 a	1,042 a

<sup>z</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at  $p = 0.05$ .

및 11마디를 가진 삽수를 재배한 결과, 수량은 7마디 삽수에서 유의하게 가장 낮았고(24.5T/ha), 11마디를 가진 삽수에서 가장 높은 수량(28.5T/ha)을 보였다 (Peng, 1986). 국내의 연구에서도 줄기신장은 긴 삽수 일수록 증가하는데(Kim 등, 1998), 만기재배의 경우 삽식기의 온도가 높아 활착 및 초기생육이 빨라지기 때문에 삽수 크기가 20cm(5마디) 이상이면 생육에 유의한 차이를 보이지 않는 것으로 보인다. 또한 밀식할 수록 지상부 생육이 감소하기 때문에 본 연구에서와 같이 75 × 25cm 정도의 재식거리의 확보가 상저수량 및 품질을 높이는데 중요하다고 생각된다(Nam 등, 1997).

삽식깊이에 따른 삽식 후 30일째의 지상부 생육은 2마디 삽식에서 가장 양호하였고, 4마디 삽식에서는 오히려 초기생육이 부진하였다(Table 2). 줄기길이, 마디 수 및 생체중은 1~3마디 삽식 간에는 차이를 보이지

않았으나, 4마디 삽식에서는 2마디 삽식보다 유의한 차이를 보였다. 이는 30cm 삽수를 2/3(약 20cm)까지 땅속에 묻힌 것이 초기생육에 영향을 주었기 때문으로 생각된다. 그러나 120일 후의 지상부의 생육 및 생체 중은 삽식깊이 간에 차이를 보이지 않았다. CIP에서도 삽수를 5, 10 및 15cm 깊이로 삽식할 경우 30일째의 5cm 깊이보다 10~15cm 깊이로 삽식한 것에서 줄기신장이 유의하게 우수하고, 약 2~3마디 삽식에서 초기생육이 좋았다고 하였다(Holwerda와 Ekanayake, 1991).

**삽수크기 및 삽식깊이에 따른 수량 차이**

고구마 만기재배에서 삽수크기 및 삽식깊이에 따른 삽식 후 120일째의 괴근 수량을 조사한 결과(Table 3), 식물체당 괴근수 및 괴근중 및 평균 괴근중은 삽수크기에 따라 차이를 보였다. 10cm(3마디) 삽수는 식물체당 괴근수 및 괴근중, 그리고 평균 괴근중과 10a

**Table 3.** Yield of storage root affected by cutting length in late-cultivation of sweet potato cultivated with half-depth of cutting length.

Cutting length (cm, no. of nodes)	No. of storage root (ea/plant)	Weight of storage root (g/plant)	Mean weight of storage root (g/ea)	Yield (kg/10a)
10 (3)	1.9 b <sup>z</sup>	178.0 b	92.2 b	715.1 b
20 (5)	3.5 a	402.3 a	114.2 a	1811.8 a
30 (7)	3.7 a	447.7 a	120.1 a	2075.8 a

<sup>z</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at  $p = 0.05$ .

**Table 4.** Yield of storage root affected by planting depth in late-cultivation of sweet potato cultivated with cutting of 30 cm (7 nodes) length.

Planting depth (No. of node)	No. of storage root (ea/plant)	Weight of storage root (g/plant)	Mean weight of storage root (g/ea)	Yield (kg/10a)
1	2.3 c <sup>z</sup>	297.1 b	125.6 a	1435.3 b
2	3.4 b	403.3 a	117.6 a	1870.9 ab
3	3.7 ab	447.7 a	120.1 a	2075.8 a
4	4.1 a	433.9 a	105.0 b	1928.2 ab

<sup>z</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at  $p = 0.05$ .

당 수량 등에서 20cm(5마디)와 30cm(7마디) 삽수에 비하여 유의하게 감소하였으며, 개체당 괴근수가 2.7개로 적음에도 평균 괴근중이 92.2g으로 가장 낮았다. 이는 괴근수가 결정되는 초기생육이 10cm(3마디) 삽수에서 부진하였기 때문으로 생각된다. 고구마의 괴근형성은 정식 3~4주경이면 괴근으로 발달할 뿌리형성이 결정되기 때문에 초기생육이 중요한데(Kim, 1984; Wilson과 Lowe, 1973), 본 연구에서와 같이 크기가 작거나 또는 웃자라고 연약한 삽수를 삽식하는 것은 식물체당 괴근수를 현저히 감소시키고 이에 수량도 감소시킬 것으로 생각된다.

마디수를 기준으로 삽식깊이에 따라(Table 4) 식물체당 괴근수는 4마디 삽식에서 1~2마디 삽식보다 유의한 증가를 보였으나, 평균 괴근중은 4마디 삽식에서 가장 낮았다. 평균 괴근중은 2~4마디 삽식 간에는 차이를 보이지 않았고 1마디 삽식에서 가장 높았는데 이는 식물체당 괴근수가 1마디 삽식에서 가장 적었기 때문으로 생각된다. 10a당 수량은 3마디 삽식에서 가장 높았고 1마디 삽식에서 가장 낮았으며, 2~4마디 삽식 간에는 차이를 보이지 않았다. 식물체당 괴근수 및 괴근중, 그리고 10a당 수량은 1~3마디 삽식 간에는 삽식깊이가 깊을수록 증가하는 경향을 보였으며, 4마디 삽식에서 식물체당 괴근수는 증가하지만 평균 괴근중이 감소하여 소비자들이 선호하는 개당 100~150g 범

위의 고구마 생산에는 삽식 노력에 비하여 효과는 낮은 것으로 생각된다.

삽수크기 및 삽식깊이에 따른 상저 비율은(Fig. 1), 20~30cm 삽수에서 80% 이상으로 높았으나, 10cm(3마디) 삽수에서는 유의하게 낮았다. 삽식깊이에 따른 상저비율은 1마디 삽식에서 가장 높게 나타났는데, 특히 4마디 삽식과는 상저비율에서 유의한 차이를 보였다. 이는 식물체당 괴근수가 1마디 삽식에서 2.3개로 가장 적었고, 4마디 삽식에서 4.1개로 가장 많았기 때문으로 생각된다(Table 3). 실제 재배현장에서 4마디 삽식 방법은 식물체당 괴근수를 증가시키나 삽식 작업에 많은 노력과 시간이 들고, 2~3마디 삽식과 비교하여 10a당 수량과 상저비율에서 유의한 차이를 보이지 않아 경제성면에서 낮은 것으로 생각된다. 일반적으로 삽식 표준묘는 4~6마디를 가진 25~30cm 크기인데 15cm 내외의 작은 묘와 줄기를 길게 길러서 2~3토막으로 잘라서 심는 분단묘 중 하위마디 묘는 표준묘에 비하여 수량이 낮고(RDA, 2006), 삽수크기와 삽식깊이 정도가 클수록 수량과 괴근수가 증가하고(Godfrey, 1974; Melvin, 1986), 조기재배에서도 수량이 높은 경향을 보인다고 보고되어 있다(Kim 등, 1998). 특히, '신울미'의 조기재배에서는 재식거리가 넓을수록 지상부 생육이 왕성하고, 75 × 20cm의 재식밀도에서 수량, 상저수 및 상저 비율이 높으며(Nam 등, 1997), 5월

고구마 만기재배에서 생육 및 수량에 미치는 삽수크기 및 삽식깊이의 영향

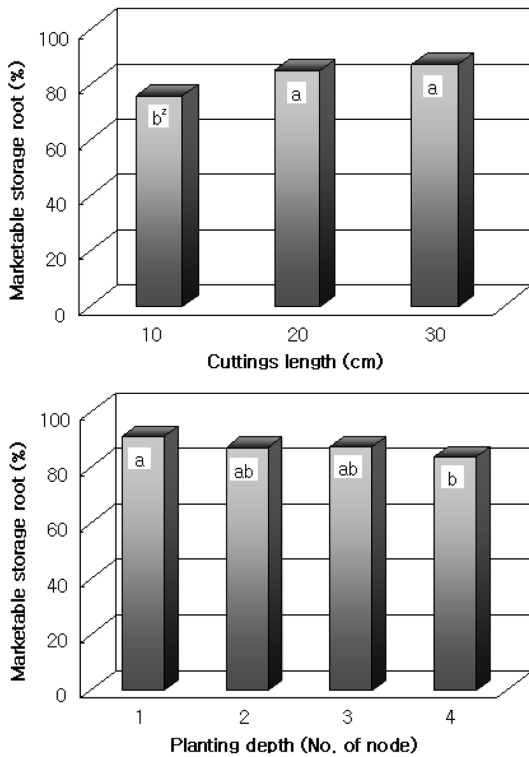


Fig. 1. Percentage of marketable storage root (40 g) by cutting length and planting depth in field cultivation of sweet potato. Different letters on the columns indicate statistical differences at the 5% levels by Duncan's multiple range test.

중순 보통기 재배에서 수량 및 상저평균중은 삽식 후 100~115일간의 증가폭보다 115~130일간의 증가폭이 현저히 높다고 보고되어 있다(Ju 등, 1994). 이러한 연구결과를 고려하면 가공용 및 사료용 고구마 재배 시 서리피해가 늦은 남부지방에서는 삽식 후 130일 이후에 수확하는 것이 좋을 것으로 생각된다.

이상에서와 같이 삽수크기와 삽식깊이는 수량 및 품질과 밀접한 관계가 있으며, 재배지역의 기후에 따라 삽수크기와 삽식깊이는 약간의 차이를 보이는데, 대만에서는 보통 7마디 삽수를 삽식하며(Villareal, 1980), 아프리카의 시에라 리온(Sierra Leone) 지역에서는 60cm정도의 긴 삽수를 재배하는 것이 수량이 높다고 한다(Godfrey, 1974). AVRDC에서는 우리나라와 비슷한 30cm 삽수를 3마디 깊이로 주로 삽식하는 것이 바람직하다고 추천하고 있다(Villareal, 1980). 본 연구에서도 75×25cm로 만기재배 시 삽수크기는 20cm

이상으로 가능하면 표준묘를 이용하고, 삽식깊이는 2~3마디 깊이로 삽식하는 것이 수량성 증대를 위하여 바람직할 것으로 보인다. 또한 우리나라에서 고구마는 항암 및 항산화 효과가 있는 웰빙식품으로(Lee 등, 2007; Tian과 Wang, 2008) 대부분 간식용으로 소비되고 있으나, 단위면적당 생산성이 높고 피근과 경엽을 모두 이용할 수 있어, 국제곡물가격이 급등할 경우 바이오 에너지뿐만 아니라, 대체사료 급원으로서도 유망하다. 특히 최근 쌀 소비량 감소에 따라 벼 재배면적 감소를 위한 대체작목으로 고구마 재배가 바람직하며, 청보리 후작 등과 같은 고구마의 만기재배는 가공용 및 대체사료 급원으로서 경제성이 있으므로 새로운 농가소득을 창출할 수 있을 것으로 기대된다.

적 요

고구마 만기재배를 위하여 '진홍미'를 공시하여 생육 및 수량에 미치는 삽수크기 및 삽식깊이의 영향을 조사하였다. 삽수크기에 따라 삽식 30일 후 줄기신장, 마디수 및 생체중 등은 유의한 차이를 보였으나, 120일 후에는 10cm와 30cm 삽수 간에서만 차이를 보였다. 삽식깊이에 따라 삽식 30일 후 초기 생육은 2마디 깊이 삽식에서 가장 양호하였고, 4마디 깊이 삽식에서 오히려 늦어지는 경향을 보였다. 그러나 120일 후 지상부 생육은 유의한 차이를 보이지 않았다. 삽수크기가 클수록 주당 총저수와 주당 총저중, 상저비율이 증가하였으며, 식물체당 피근수 및 피근중, 10a당 수량은 10cm 삽수에서 20~30cm 삽수보다 유의하게 감소하였다. 또한 삽식깊이가 깊을수록 식물체당 피근수는 증가한 반면, 평균 피근중은 감소하였고, 10a당 수량은 3마디 삽식에서 가장 높았다. 따라서 고구마 만기재배에서 생육 및 수량을 증대시키기 위해서는 삽수크기는 20cm 이상, 삽식깊이는 2~3마디로 재배하는 것이 좋을 것으로 생각된다.

주제어 : *Ipomoea batatas*, 상저수량, 생체중, 줄기생장

사 사

본 연구는 농촌진흥청·전북농업기술원 특화작목연구개발사업의 지원에 의하여 수행되었으며 이에 감사

드립니다.

## 인 용 문 헌

1. Godfrey-Sam-Aggrey, W. 1974. Effects of cutting length on sweet potato yield in Sierra Leone. *Expt. Agr.* 10:33-37.
2. Holwerda, H.T. and I.J. Ekanayake. 1991. Establishment of sweet potato stem cuttings as influenced by size, depth of planting, water stress, hormones and herbicide residues for two genotypes. *Scientia Horticulturae* 48:193-203.
3. Ju, J.I., C.H. Kim, C.Y. Kim, and K.W. Chang. 1994. Effects of cultivation patterns and harvest dates on sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) growth and yield. *RDA J. Agri. Sci.* 36(2):131-137.
4. Kim, E.S., S.K. Kim, D.H. Kim, and D.J. Kang. 1998. Vine cutting size on growth and tuberous root of sweet potato for early season culture in open field. Report of Gyeongsangnamdo Research & Extension Services. Jinju, Korea.
5. Kim, Y.J. 1984. A study of Initiation of sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) storage roots on the plant hormone. Konkuk University, Journal of Fairy & Translation Research Institution 3:205-213.
6. Lee, J.S., Y.S. Ahn, H.S. Kim, M.N. Chung, and H.O. Boo. 2007. Proximate composition and minerals, phenolics, anthocyanins pigment characteristics on the parts of sweetpotato. *Korean J. Intl. Agri.* 19:196-204.
7. Lee, Y.M., H.A. Song, D.C. Choi, G.H. Choi, J.S. Lee, D.S. Choi, M.W. Jung, S.Y. Lee, Y.S. Kim, and S.Y. Shin. 2008. Manual for production of excellent-brand sweet potato in Iksan. Iksan, Korea.
8. Melvin, R. 1986. Length, nodes underground, and orientation of transplants in relation to yield of sweet potato. *HortScience* 21:88-89.
9. Nam, S.Y., S.K. Jeong, C.W. Rho, and K.M. Kim. 1997. Effects of planting density on the growth and yield in early cultivation of sweet potato. *RDA J. Agri. Sci.* 39(1):61-67.
10. Peng, C.D. 1986. Effect of apical cuttings on sweet potato yield. AVRDC Annual Report, pp. 1-5. Shanhua, Taiwan, China. /Asian Vegetable Research and Development Center.
11. Rural Development Administration (RDA). 2006. Cultivation of sweet potato. Standard textbook for agronomy-28. Suwon. Korea.
12. Tian, C. and G. Wang. 2008. Study on the anti-tumor effect of polysaccharides from sweet potato. *Journal of Biotechnology* 136(Suppl. 1):351.
13. Villareal, R.L. 1980. Procedures for sweet potato evaluation trials. AVRDC Annual Report, Shanhua, Taiwan, China.
14. Wilson, L.A. and S.B. Lowe. 1973. Quantitative morphogenesis of root types in the sweet potato root system during early growth from stem cuttings. *Trop. Agric.* 50:343-345.