

## 심지 양액재배법에 의한 상위급 씨감자의 안정적 대량생산

강봉균<sup>†</sup> · 김찬우

제주대학교 농업생명과학대학

### Development of Recirculating Wick Hydroponic Techniques for Safe Seed Tuber Multiplication of Potatoe

Bong Kyoon Kang<sup>†</sup> and Chan Woo Kim

College of Agric. & Life Sci., Cheju National Univ., Jeju 690-756, Korea

**ABSTRACT:** This study was conducted to establish the proper techniques of the recirculating wick hydroponics for safe seed tuber proliferation of potatoes (*Solanum tuberosum* L. CV. Dejima). To achieve these, several intact tubers (5, 10 and 20 g) and cut seed-pieces (two or four) were treated in wick hydroponic system beds. A polystyrene box (31 cm in width, 20 cm in height, 51 cm in length, and 0.031 m<sup>3</sup> in volume) was placed on a styrofoam box. Eight wicks (width 1.5 cm × length 40 cm) were put into each polystyrene box and the boxes were filled with perlite + peatmoss (1 : 2, v/v) medium. Top fresh weight per plant increased with increasing the tuber size from 10 to 30 g/tuber. As the tuber size increases from 10 to 30 g/tuber in case of uncut tuber, the marketable tuber (>5 g) production per plant increased from 83.8 to 141.8 g/plant and the marketable tuber (>5 g) production per plant of cut tuber was slightly higher than that of uncut treatment. Total tuber yield ranged from 4.16 to 6.56 kg/m<sup>2</sup> and the percentage of seed tubers was greater than 97% for all treatments. These results indicate that seed tuber should be cut to produce large tuber (≥10 g) in the recirculating wick hydroponic system.

**Keywords:** wick hydroponics system, seed-pieces tubers, aeroponics, seed potato

**감자**(*Solanum tuberosum* L.)는 영양번식작물이기 때문에 병리적, 생리적 퇴화율이 높아 종자갱신 효과가 크다. 그러나 감자는 1 ha에 필요한 씨감자의 양이 200~240 kg정도 소요되는 반면 증식율은 10배내외로 벼의 1/150에 비하여 매우 낮다(Koo, 1998). 이러한 이유로 매 작기마다 씨감자를 갱신해주는 것이 바람직하지만 대부분의 감자 재배국가에서는 씨감자 확보의 어려움 때문에 1차 구입씨감자를 증식하면서 2~4회까지 재

배하고 있는 실정이다 양액재배방식을 이용한 상위급 씨감자 생산에 대한 연구가 지속적으로 수행되고 있다(Kang *et al.*, 1996; Kim *et al.*, 1998; Kang *et al.*, 2002) 배지경 양액재배시스템은 고가의 급액시설이 필요하고 폐양액이 발생되어 친환경적 재배법이 못된다. 또한 분무경 양액재배시스템은 양액을 재사용함으로써 전자에 비해 비료의 손실을 1/7~1/8 수준으로 낮출 수 있어 환경오염을 줄이고 자원을 절약할 수 있는 방식이지만 생산씨감자의 피목비대가 심하여 저장시 부패 등에 의한 감모율이 높고 양액에만 의존하기 때문에 역병 등에 걸릴 위험성이 매우 높은 단점을 지니고 있다(Yang *et al.*, 2002)

심지관수는 중력에 반하는 모세관현상을 이용한 수분흡수 방식으로 이용되는 배양토에 따라 흡수되는 수분량과 작물의 생육이 다르다(Dole & Cole, 1994). Argo & Biernbaum (1994)에 따르면 심지관수는 잉여수분을 효율적으로 제어할 수 있고, 물과 비료의 소비량이 가장 적을 뿐만 아니라 생육에도 좋은 것으로 알려져 있다 또한 심지관수시에는 용기내 배양토에 지속적인 수분공급이 있더라도 일정한 수분량을 유지하여 과습해가 발생치 않는 것으로 보고되고 있다(Son *et al.*, 2000)

Kim(2003)은 감자 양액재배 시스템은 환경을 제어할 수 있는 비닐하우스 등의 시설만 갖추어 진다면 분무경 양액재배 씨감자, 조직배양 인공씨감자, 경삼묘 등 감자묘의 종류에 관계없이 재배가 가능한 것으로 보고하고 있다. 뿐만 아니라 심지관수는 양액을 순환시키는 시스템이 아주 간단하여 기존의 배지경 양액재배시스템에 비해 시설비가 적게 들어 농가에서도 심지 양액재배시스템을 직접 제작하여 상위급 씨감자 생산에 이용이 가능할 것으로 보인다(Kim, 2003)

따라서 본 연구는 분무경 양액재배에 의해 생산한 원종급 씨감자를 크기별로 절단, 심지양액 재배시스템에 파종하여 안정적인 상위급 씨감자의 대량생산기술을 개발하고자 수행되었다.

<sup>†</sup>Corresponding author (Phone) +82-064-754-3391 (E-mail) kangbong@cheju.ac.kr

<Received March 22, 2004>

## 재료 및 방법

### 심지재배시스템제작 및 관리

감자 심지재배 시스템은 환경오염을 줄일 수 있는 순환식 양액재배방식으로 4열 2조로 제작하였다. 규격은 폭×높이×길이=58×28×120 cm 인 스티로폼 성형베드 7개를 연결하고, 그 내부에 10×12 cm의 스티로폼을 성형베드의 양 구석에 두 줄로 놓고 흑색 PE 필름을 깔아 양액이 흐를 수 있도록 제작하였다. 성형베드 안쪽에 내경 31(W)×20(D)×51(L) cm인 폴리스티렌상자(0.031 m<sup>3</sup>)를 올려놓아 배지를 채워 식물을 재배할 수 있도록 하였다.

심지는 수분흡수에 지장이 없는(수주압 20 cm) 폴리에스테르 재질의 천(두께 13 mm)을 폭 1.5 cm, 길이 40 cm가 되도록 제조하여 폴리스티렌상자에 적당한 간격으로 설치하였으며, 배지는 폴리스티렌 상자에 20L씩 충전하였다. 양액의 베드 내 수면높이는 6~8 cm가 되도록 하였고, 이 높이에 양액이 도달하면 자동적으로 배수가 되도록 배수구를 제작하였다. 폴리스티렌상자의 바닥과 양액이 흐르는 수면과의 간격은 6~8 cm로 유지하여 양액흡수에 지장이 없게 하였다. 심지재배에 사

용된 양액은 Table 1과 같고, 감자의 생육기간 동안 배양액의 E.C는 1.2 mS/cm, pH는 5.5~6.5가 되도록 관리하였고, 액은 관리는 하지 않았다. 양액의 공급주기는 1/4 HP의 모터펌프를 이용하여 하루에 5회, 10분간 공급이 가능하도록 타이머로 조정하였다. 양액통은 100 L 용량의 플라스틱통 2개를 연결하여 사용하였고, 용수는 수도물을 이용하였고, 용수의 소독목적으로 처리되는 염소제거를 위해 3일 정도 방치 후 사용하였다.

### 생육 및 수량특성조사

본 시험은 2002년 9월부터 2003년 2월까지 제주대학교 양액재배온실에서 수행하였다. 심지 양액재배에 이용한 공시재료는 봄 작기에 분무경 양액재배에 의해 생산하여 휴면타파가 완료된 10 g 이상이 되는 씨감자(Dejima)를 파종 3일전에 2~4절로 절단하여 이용하였다. 절단시에는 절편 당 눈(芽)의 수가 균등하게 확보되도록 주의를 기울였으며, 절단 후 절단부위가 완전히 치유된 후 이용하였다. 시험구 처리는 5, 10, 20 g의 중서를 절단하지 않고 이용하거나, 10, 20, 30 g 크기의 씨감자를 각각 2절과 4절로 절단한 처리 등 9처리를 난괴법 4반복으로 배치하였다. 파종은 9월 11일에 실시하였고, 펠라이트+피트모스(1:2, v/v) 혼합배지를 상자당 20L 씩 충전한 폴리스티렌상자에 9주씩 파종하였다. 심지는 폴리스티렌상자 당 8개의 심지를 상자의 밑면에 놓혀 양액이 흡수되게 하였다. 생육조사는 파종 70일후에 생육형질에 대한 조사와 90일 후에 수확하여 등급별 수량형질 등의 특성에 대한 조사를 농촌진흥청에서 제시한 시험연구조사기준(RDA, 1995)에 준하여 실시하였다.

## 결과 및 고찰

### 지상부 생육형질 특성

엽장과 엽폭은 각각 27.1~30.9 cm와 20.2~24.4 cm의 사이

**Table 1.** Mineral elements composition of the nutrient solution used for this experiment<sup>†</sup>.

Macro-element (mmol l <sup>-1</sup> )		Micro-element (mmol l <sup>-1</sup> )	
NO <sub>3</sub> -N	8.0	Fe	0.21
NH <sub>4</sub> -N	0.67	Mn	0.02
P	0.4	B	0.13
K	4.0	Zn	0.002
Ca	4.0	Cu	0.0006
Mg	1.0	Mo	0.00001

<sup>†</sup>The composition is based on the half strength of Japanese Horticultural Experiment Station standard solution.

**Table 2.** Effect of the size of seed tuber treated in wick hydroponics on the growth characteristics of 'Dejima' seed potato at 70 days after planting

Tuber size <sup>‡</sup>	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Leaf weight (g/leaf)	Stem diameter (mm)	Plant height (cm)
5 g-0 <sup>‡</sup>	28.3	21.8	8.17	6.13	44.2
10 g-0	30.9	22.9	8.93	6.02	54.0
20 g-0	30.8	24.4	10.42	6.46	56.5
10 g-2	28.3	20.6	4.96	5.59	47.3
10 g-4	27.1	20.2	4.67	5.24	43.4
20 g-2	27.6	20.7	4.88	5.56	49.4
20 g-4	28.4	21.0	5.31	5.52	48.9
30 g-2	28.7	20.9	5.22	5.64	55.4
30 g-4	29.0	21.4	5.62	5.61	50.1
LSD (0.05)	NS	NS	2.28	0.32	8.3

<sup>†</sup>Mini-tuber produced through aeroponic system in 2002, spring cropping

<sup>‡</sup>Number of seed-pieces, 0: uncut seed tuber, 2: cut into two pieces, 4: cut into four pieces.

LSD values for comparing two means within a column.

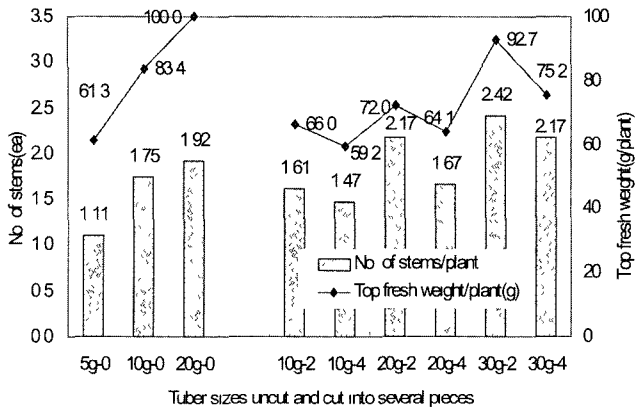


Fig. 1. Effect of tuber cutting and cut tuber size on the number of stems and top fresh weight at 70 days after planting.

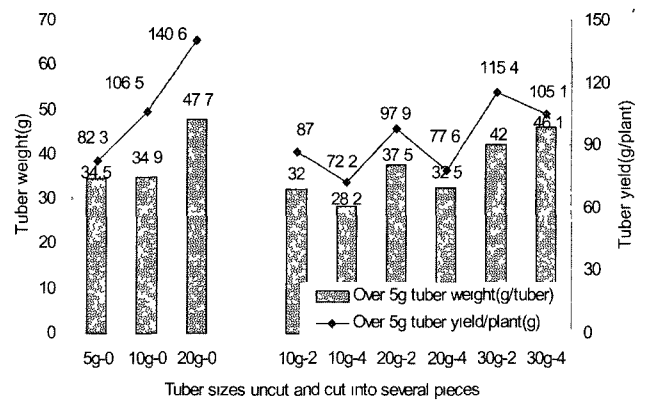


Fig. 2. Effect of tuber cutting and cut tuber size on tuber weight over 5 g and tuber yield over 5 g per plant at 90 days after planting.

에 있었으며, 비절단씨감자와 절단씨감자 처리들 간 유의한 차이는 보이지 않았다 그러나 엽중은 비절단씨감자 처리가 82~10.4 g, 절단씨감자는 4.7~5.6 g 분포를 보여 비절단씨감자와 절단씨감자 처리 간에 큰 차이가 있었으며, 절단씨감자 내에서는 씨감자 크기와 절편수에 관계없이 그 차이가 크지 않았다. 경직경은 비절단씨감자 처리구가 6.02~6.46 mm로, 절단씨감자 처리구의 5.24~5.64 mm 보다 짧은 경향이였다 경장은 절단씨감자가 43.4~55.4 cm의 범위에 있었는데, 씨감자 크기 10 g을 4절하여 1쪽 당 무게가 2.5 g인 처리구를 제외하고는 비절단씨감자 5 g 처리구보다 절단씨감자가 3.1 cm에서 11.2 cm 정도 더 길었다(Table 2).

주당경수는 비절단씨감자가 11개에서 1.9개로 괴경 크기가 클수록 많아졌다 절단씨감자는 주당경수가 1.5~2.4개의 범위로 비절단씨감자보다 많은 결과를 보였는데, 이러한 결과는 절단에 의한 상처로 인해 정아우세성이 타파된 결과로 보인다(吉田, 1979). 지상부 생체중은 절단씨감자의 절편무게가 증가

할수록 생체중도 증가하는 경향이였으며, 절편무게가 5 g 인 처리, 즉 5 g 비절단씨감자, 10 g 2절, 20 g 4절은 처리 간에 차이가 없었다(Fig. 1). 이처럼 감자 심지 양액재배시 일정 크기 이상의 괴경을 절단하여 재배하여도 수량성 등이 크게 저하되지 않기 때문에 분무경 양액재배에서 얻어진 씨감자를 심지 양액재배시 절단하여 파종하는 것이 상위급 씨감자 증식에 매우 효과적인 것으로 판단된다

수량형질특성

주당괴경수와 종서로 이용이 가능한 주당상품괴경수(5 g 이상)는 각각 2.9~3.6개, 2.4~3.1개의 범위에 있었으나 처리간에 유의한 차이가 없었다. 주당평균괴경중은 10 g을 4절로 절단한 처리가 각각 21.6 g으로 가장 가벼웠으며, 절단한 씨감자의 절편무게가 증가할수록 평균괴경중이 증가하였고, 비절단씨감자나 절단씨감자 모두 크기가 비슷한 것은 평균괴경중도 비슷

Table 3. Effect of the size of seed tuber treated in wick hydroponics on the yield characteristics at 90 days after planting of 'Dejuma' seed potato.

Tuber size <sup>†</sup>	No of tubers/plant	Average tuber weight (g/tuber)	Total tuber yield (kg/m <sup>2</sup> )	No. of tubers over 5 g/plant (kg/m <sup>2</sup> )	Tuber yield over 5 g (%)	Rate of tuber yield over 5 g <sup>‡</sup>
5 g-0	2.89	29.0	4.69	2.39	4.61	98.2
10 g-0	3.56	30.4	6.05	3.06	5.97	98.6
20 g-0	3.33	42.5	7.94	2.94	7.87	99.1
10 g-2	3.14	28.1	4.94	2.72	4.87	98.6
10 g-4	3.44	21.6	4.16	2.56	4.04	97.2
20 g-2	3.25	30.6	5.56	2.61	5.48	98.6
20 g-4	2.89	27.3	4.42	2.39	4.35	98.3
30 g-2	3.39	34.6	6.56	2.75	6.46	98.5
30 g-4	3.06	35.0	6.01	2.28	5.88	98.1
LSD (0.05)	NS	9.9	1.57	NS	1.58	NS

<sup>†</sup>See treatments in Table 2

<sup>‡</sup>Ratio of over 5g tuber yield for total tuber yield  
LSD values for comparing two means within a column.

Table 4. Distribution of tuber yield by seed tuber size produced in wick hydroponics

Tuber size <sup>†</sup>	Tuber yield (g/m <sup>3</sup> )					Total
	Under 4 g	5~10 g	11~30 g	31~80 g	Over 81 g	
5 g-0	85	144	914	2,628	921	4,692
10 g-0	84	246	1,171	2,682	1,864	6,047
20 g-0	68	178	975	2,966	3,750	7,937
10 g-2	70	262	936	2,692	982	4,942
10 g-4	116	182	1,223	2,039	595	4,155
20 g-2	80	292	936	1,757	2,497	5,562
20 g-4	74	235	785	1,804	1,522	4,420
30 g-2	98	199	833	2,829	2,600	6,559
30 g-4	112	147	1,158	1,598	2,979	5,994
LSD(0.05)	NS	NS	NS	NS	1,762	1,574

<sup>†</sup>See treatments in Table 2

LSD values for comparing two means within a column.

한 결과를 보였다 총괴경수량/m<sup>2</sup>은 5 g, 10 g, 20 g의 비절단씨감자처리는 씨감자 크기가 클수록 469 kg에서 794 kg으로 증가하였고, 절단처리(10 g 4절 처리(4.16 kg))를 제외한 모든 시험구에서 5 g 비절단씨감자 처리에 비해 비슷하거나 높은 수량성을 보였으며, 20 g 2절과 30 g 2절 그리고 30 g 4절 즉, 절편무게가 7.5 g 이상인 씨감자 크기는 총괴경수량이 5.6 kg 이상을 보였다. m<sup>2</sup>당 상품괴경수량(5 g 이상)도 비슷한 결과였으며, 상품괴경(5 g 이상) 비율은 97%이상으로 모든 처리에서 높게 나타났다(Table 3).

괴경의 등급별 수량분포는 81 g 이상의 등급수량에서는 각 처리별로 유의한 차이를 보인 반면 11~30 g과 31~80 g 등급수량에서는 처리간 차이가 없었으나 모두 높은 수량성을 보여 분무경 양액재배를 통해 생산된 10 g 이상의 씨감자를 절단하여 재배하는 것이 가능한 것으로 판단되었다(Table 4). 주당상품괴경수량(5 g 이상)은 비절단씨감자의 무게가 증가할수록 82.3 g에서 140.1 g으로 무거워졌고, 절단씨감자처리(10 g 4절 처리)를 제외한 모든 시험구에서 5 g 비절단씨감자처리와 비슷하거나 많았으며, 20 g 2절과 30 g 2절, 4절 처리가 100 g 내외의 괴경수량을 보였다(Fig. 2). 이처럼 비절단씨감자와 절단씨감자에 상관없이 씨감자 1개의 무게가 무거울수록 생육과 수량도 높았던 것은 모서로부터 유식물체가 생육하는 데 필요로 하는 미량원소나 탄수화물의 전이량때문인 것으로 보인다(Headford, 1962, Hendriksen, 1963; Moorby, 1967).

이와 같은 결과를 종합해 볼 때 분무경양액재배의 단점을 보완할 수 있는 심지 양액재배시 10~20 g 크기의 소괴경은 2절로 절단하여 사용하고, 20 g 이상의 소괴경은 4절하여 이용할 경우 상위급 씨감자의 친환경적이고도 안정적인 대량생산이 가능할 것으로 판단된다.

## 적 요

분무경 양액재배로 얻어진 비절단씨감자 및 2~4절 절단씨감자를 심지양액재배상에 파종하여 생육 및 수량형질변화를 조사함으로써 상위급 씨감자의 안정적 대량생산가능성을 조사하였다. 감자 심지 양액재배시스템은 순환식으로 4월 2주로 제작하였으며, 성형베드 안쪽에 크기가 31(W)×20(D)×51(L) cm인 폴리스티렌상자(0.031 m<sup>3</sup>)를 올려놓고 그 안에 8개의 심지(폭 1.5 cm, 길이 40 cm)를 꼽고 perlite+peatmoss (1:2, v/v) 배지를 채운 후 식물을 재배할 수 있도록 하였다.

지상부 주당생체중은 씨감자의 절편무게가 10 g에서 30 g으로 증가할수록 생체중도 증가하였다. 중서로 이용이 가능한 주당상품괴경수량(5 g 이상)은 비절단씨감자의 무게가 증가할수록 82.3 g에서 140.1 g으로 무거워졌고, 절단씨감자처리(10 g 4절 처리)를 제외한 모든 시험구에서 5 g 비절단씨감자 처리와 비슷하거나 많았으며, 20 g 2절과 30 g 2절, 4절 처리가 100 g 내외의 괴경수량을 보였다. 절단씨감자 처리는 m<sup>2</sup>당 총괴경수량이 4.16~6.56 kg 범위에 있었고, 절편무게가 7.5 g 이상(20 g 2절 및 30 g 2절, 4절)은 5.6 kg 이상의 총괴경수량을 보였으며, 주당상품괴경수량(5 g 이상)의 비율은 모든 처리에서 97% 이상으로 높게 나타났다. 결론적으로 분무경 양액재배의 단점을 보완할 수 있는 심지 양액재배시 분무경으로 생산한 10~20 g 크기의 소괴경은 2절로, 20 g 이상의 소괴경은 4절로 각각 5 g 내외로 절단하여 이용할 경우 상위급 씨감자의 친환경적인 대량생산이 가능할 것으로 판단된다.

## 사 사

This study was supported by Technology Development Program for Agriculture and Forestry, Ministry of Agriculture and Forestry, Republic of Korea, 2002.

## 인용문헌

- Argo, W. R and J A Biernbaum 1994. A method for quantifying plant available water holding capacity and water absorption potential in container media under production conditions. Hort. Science 29 : 501
- Dole, J M and J C Cole 1994. Growth of poinsettias, nutrient leaching, and water-use efficiency respond to irrigation methods. Hort. Science 29 : 858-864
- Headford, D. W R 1962 Sprout development and subsequent plant growth Eur. Potato J 5 : 14-22
- Hendriksen, J B 1963 The mother tuber and the growth of the potato plant Proc 2nd Trienn Conf Eur Assoc Potato Res Posa, Italy
- Kang, B K, Y K Kang, H K Mun, C K Song, C W Kim, and J S. Park 2002 Effect of seed-piece size and seed-piece number per tuber of mini-tubers produced by hydroponics on growth and yield of potato. Kor J Crop Sci 47(6) : 432-436
- Kang, J K, S. Y. Yang, and S Y Kim 1996 Effect of nitrogen levels on the plant growth, tuberization and quality of potatoes grown in aeroponics J Kor Soc. Hort. Sci 37 : 761-766
- Kim, C. W. 2003 Development of recirculating wick hydroponics techniques for safe seed tuber multiplication of potato (*Solanum tuberosum* L.) M S. Thesis Chejung National Univ Jeju, Korea
- K T, S. B Kim, S B Ko, K H Kim, and S K. Jeong 1998 Field growth and yield characteristics of mini-tubers potato (*Solanum tuberosum* L.) produced by hydroponics RDA J Hort Sci 40(1) : 140-144
- Koo, E S 1998 Rapid multiplication and rooting promotion of potato (*Solanum tuberosum* L.) stem cuttings using hydroponics M S Thesis Kangnung National Univ. Gangneung, Korea
- Moorby, J 1967 Inter-stem and inter-tuber competition in potatoes Eur Potato J 10 : 189-205
- Rural Development Administration 1995 Survey standard of agriculture experiment Suwon, Korea
- Son, K C., K Y. Paek, W K. Park, and T J Kim 2000. Plant growth and wilting of indoor plants, and water content and rehydration of media irrigated by wick as affected by medium composition J Kor Soc. Hort Sci 41(4) : 429-434.
- 吉田稔 1979 ばれいしょの生理生態學的研究 第14報 小全粒種いもの生産力について 北大農邦文紀要 11 : 309-322
- Yang, T. J., Y K Kang, and C. K Kim 2002 Effect of perlite-based root media on growth and seed tuber yield of potato in a nutriculture J Subtropical Agri Biotech, Cheju Nat, l Univ 18(2) : 23-29