

배지 및 재식밀도가 심지양액재배 씨감자의 생육 및 수량에 미치는 영향

김찬우 · 송창길 · 박정식 · 문현기 · 강영길 · 강봉균[†]

제주대학교 생명자원과학대학

Effects of Medium and Planting Density on Growth and Yield of Seed Potatoes Grown in a Wick Hydroponic System

Chan Woo Kim, Chang Khil Song, Jung Sik Park, Hyun Ki Mun, Young Kil Kang, and Bong Kyoong Kang[†]

College of Applied Life Sciences, Cheju National Univ., Jeju 690-756, Korea

ABSTRACT This study was carried out in 2002 to determine the usefulness of Jeju scoria for a component of a growth medium and optimum planting density of 'Dejima' seed potatoes (*Solanum tuberosum* L.) grown in a wick hydroponic system. The minitubers (7.0 ± 0.2 g) produced in an aeroponics system were planted at five planting densities (3 to 15 tubers/box; 19 to 95 tubers/m²) in polystyrene boxes (51 cm long \times 31 cm wide \times 20 cm high) containing two media (perlite + peatmoss and Jeju scoria + peatmoss 1:2, v/v mixtures). There were no significant interactions between medium and planting density for the growth and tuber yield traits. Shoot growth and the number of tubers per plant were not significantly affected by the media. However, tuber yield was higher in the perlite + peatmoss mixture than in the Jeju scoria + peatmoss mixture. The percentage of underdeveloped plants ranged from 8.3 to 14.7% at four lower planting densities (3 to 12 tubers/box), and was 25.8% at the highest planting density (15 tubers/box). As planting density was increased from 3 to 15 tubers per box, seed potato (≥ 5 g tuber) number increased from 101 to 269 and yield from 6.3 to 11.6 kg/m². These results indicate that the perlite + peatmoss mixture might be more suitable for seed potato production in the wick hydroponic system, and considering the percentage of underdeveloped plants and tuber yield, optimum planting density would be 56 to 76 tubers/m² in the system depending on availability of seed potatoes.

Keywords : medium, planting density, seed potato, wick hydroponic system, seed tuber yield

감자는 영양번식작물로 병리적, 생리적인 퇴화율이 높아 씨감자 갱신효과가 크므로 지속적인 우량 씨감자 공급이 필요하다. 우리나라의 연간 씨감자 갱신율은 20%내외로(Kim, 2000) 기본종 및 상위단계의 우량종서 공급량이 부족하고, 농가에서는 우량 씨감자 확보의 어려움으로 인해 1차 구입 종서를 이용하여 2~4작까지 재배하고 있어 수량이 낮은 주원인이 되고 있다.

제주도의 감자종서 생산과정은 조직배양을 이용한 병이 없는 경삼묘, 분무경 양액재배에 의한 기본종, 바이러스병 매개충인 진딧물이 침입을 막기 위한 망실을 이용한 기본식물, 원원종, 원종 등의 5단계를 거쳐 채종하고 있다(Kim, 2000).

감자 품종 중 대지는 제주도에 봄, 가을 2기작재배가 가능하므로 제주도에 대지가 이모작으로 주로 재배되고 있는데, 더덩이병에 약한 대지의 연작으로 인하여 더덩이병의 발생이 심하다. 더덩이병 방제방법에 대한 연구가 이루어지고 있으나 이병성 품종에 대한 확실한 방제방법은 확립되어 있지 않다. 분무경산 대지 소괴경을 망실에서 연작할 경우 더덩이병에 쉽게 걸리기 때문에 무병배지를 이용하여 증식하는 것이 바람직하다. Kang(2003) 및 Kang *et al.* (2003)은 2001년에 심지양액재배시스템을 개발하여 감자 플러그묘 심지재배에 의한 상위급씨감자 효율적으로 생산할 수 있었음을 보고한 바 있다. 또한 분무경산 소괴경을 심지양액재배시스템에서 재배할 때 ≥ 5 g의 씨감자 수량이 4 kg/m²이상이었다(Kang & Kim, 2004).

제주도에 20억톤 이상 매장되어 있는 제주송이는 화산성 퇴적암류 및 이들의 부서진 화산사, 화산재 및 화산탄이 혼합되어 있는데, 이들 고형물은 다공질로서 보수성과 배수성, 통기성 등이 우수하며 방울토마토 양액재배에서 고품배

[†]Corresponding author: (Phone) +82-064-754-3391
(E-mail) kangbong@cheju.ac.kr

<Received October 24, 2007>

지로 이용할 때 다른 배지와 수량차이가 없다는 보고가 있다(Chang & Park, 1992). 감자 폴러그묘를 양액심지재배할 때 공시한 배지 9종 가운데 제주송이 + 피트모스(1:2, v/v) 및 펄라이트 + 피트모스(1:2, v/v) 배지에서 씨감자 수량이 가장 많았다고 보고되어 있다(Kang, 2003).

Kim *et al.*(1999)은 양액재배산 종서크기 5 g의 수량은 일반절단서 30 g과 비슷한 수준이며, 재식거리가 넓어짐에 따라 주당괴경중은 증가되는 반면에, 단위면적당 총괴경중과 규격서중에 있어서 감소되므로 일반관행인 75×25 cm보다 밀식하는 것이 바람직하다고 하였다. 인공씨감자의 경우도 70 cm 이랑에 주간거리를 10, 15, 25 cm로 달리하였을 때 밀식할수록 수량이 많았다는 보고가 있다(Kim *et al.*, 1993).

이 연구에서는 상위 씨감자 순환식 심지양액재배법 확립의 일환으로 제주송이의 배지재료로서의 이용 가능성을 검토하고 적정 재식밀도를 구명하고자 하였다.

재료 및 방법

이 시험은 제주시 아라 1동 1번지에 소재한 제주대학교 농업생명과학대학 연구실습센터(33°27'20"N, 표고 277 m) 유리온실에서 실시되었다.

이 시험을 위하여 만든 심지양액재배 시스템은 양액 순환식으로 120(길이) × 58(너비) × 28(높이) cm인 스티로폼 성형베드 7개를 연결하고, 성형베드 내에 10(너비) × 12(높이) cm의 스티로폼을 두 줄로 놓고 흑색 PE필름을 깔아 양액이 흐를 수 있도록 하였다. 성형베드 내 8 cm 높이에 배수구를 두었고, 성형베드 안쪽에 내경이 51(길이) × 31(너비) × 20(높이) cm인 감자를 재배할 폴리스티렌 상자(0.16 m², 0.032 m³)를 넣었다.

배지는 제주송이(scoria) + 피트모스(1:2, v/v)와 펄라이트 + 피트모스(1:2, v/v)이었다. 양액 흡수용 심지는 폴리에스테르 천(두께 1.3 mm)으로 40 cm(길이) × 1.5 cm(너비)가 되도록 만들었고, 상자당 6개의 심지를 위 끝이 상자 바닥에서부터 15 cm에 수직으로 위치하도록 배치한 다음 배지 20 l씩 넣었다. 양액으로 1/2 일본 원예시험장액을 사용하였고, 1/4마력의 모터펌프와 타이머로 하루에 5회, 10분간 물 흐름 방식으로 양액을 공급하였다. 양액의 EC는 1.2 dS/m, pH는 5.5~6.5가 되도록 관리하였다.

공시품종은 대지(Dejima)이었고, 2001년 가을에 분무경 양액재배시스템에서 생산된 7 g인 소괴경을 4°C에서 저장하였다가 2002년 2월 16일에 저장고에서 꺼내 육광최아시아

킨 다음 3월 22일에 상자당 각각 3, 6, 9, 12, 15개(19, 38, 56, 76, 95개/m²)를 심었다.

이 시험에 사용된 양액, 배지의 특성 등 보다 자세한 사항은 Kang(2003) 및 Kang *et al.*(2003)에 의하여 기술되어 있고, 이 시스템에 대한 그림은 Kang & Han(2005)에 의하여 제시되어 있다.

시험단위는 상자 1개였고 배지를 주구, 재식밀도를 세구로 한 분할구 3반복으로 배치하였다.

파종 후 30일부터 온실 밑면에서 1.8 m 높이에 비닐줄을 매어 이 줄에 식물체의 줄기를 비닐끈으로 묶어 감자 지상부가 햇빛을 잘 받을 수 있고 쓰러지지 않도록 하였다.

농촌진흥청 농사시험연구기준에 따라 파종 후 70일에 출현율, 줄기 및 잎 특성 등을 조사하였고, 파종 후 92일에 수량에 관련된 형질을 조사하였다. ≥5 g인 괴경이 상위급종서로 쓰이므로(Kim, 2000), 수량관련 형질은 총괴경 및 ≥5 g 괴경으로 나누어 Table 2에 나타내었다.

결과 및 고찰

분산분석 결과 배지종류와 재식밀도간 상호작용이 조사한 모든 형질에 있어서 5% 수준에 유의하지 않았으므로 배지종류와 재식밀도의 주효과에 따른 생육 및 괴경 수량에 관련된 형질을 Table 1과 2에 나타내었다.

지상부 생육

출현율은 배지종류와 재식밀도 차이에 따른 유의한 차이 없이 100%에 가까웠다(Table 1). 출현됐지만 주경장과 경직경이 각각 15 cm와 3 mm 이내인 생육불량주의 비율은 배지종류에 따른 차이 없이 약 10%이었는데, 상자당(이하 생략) 3주재식구에서는 8.3%였고, 6~12주재식구에서 재식밀도간 큰 차이 없이 14%내외였으나, 15주재식구에서는 25.8%에 달하였다. 이와 같은 결과는 밀식되었던 경우에는 소식된 감자에 비하여 늦게 나온 감자가 일찍 나온 감자에 의한 차광 정도가 컸던데 기인된 것으로 생각된다.

경장, 경직경, 잎의 크기 등 생육형질은 배지종류에 따른 유의한 차이가 없었다. 경장은 재식밀도가 3주에서 9주로 증가됨에 따라 74 cm에서 59 cm 감소되었으나 더 이상 밀식할 경우에도 더 이상 감소되지 않았다. 경직경도 재식밀도가 3주에서 9주로 증가됨에 따라 8.2 mm에서 6.3 mm로 줄어들었으나 더 이상 재식밀도의 증가에 따른 차이는 적었다. 주당경수는 일반적으로 씨감자가 클수록 많고, 씨감자를 절단할 때 많다(Kang & Kim, 2004). 7 g인 소괴경이 파

Table 1. Effects of solid medium and planting density on growth characters of 'Dejima' potatoes grown in a wick hydroponic system at 70 days after planting, in 2002[†].

Treatment	Emergence rate (%)	No. of underdeveloped plants [‡] per m ² (%)	Stem length (cm)	Stem diameter (mm)	No. of stems per plant	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)
Solid medium							
Perlite + peatmoss (1:2, v/v)	99.4	9.8 (17.2)	68.2	6.90	1.08	25.6	17.4
Soria + peatmoss (1:2, v/v)	99.0	10.1 (17.8)	60.4	6.69	1.04	25.9	18.5
LSD 5%	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Planting density (tubers/box [§])							
3 (19 [¶])	100.0	1.6 (8.3)	74.2	8.19	1.00	30.8	22.4
6 (38)	100.0	5.6 (14.7)	68.8	7.22	1.11	26.1	18.3
9 (57)	100.0	7.1 (12.5)	58.8	6.27	1.07	24.0	16.7
12 (76)	97.2	11.1 (14.5)	61.1	6.31	1.06	24.1	16.2
15 (95)	98.9	24.5 (25.8)	58.7	6.00	1.06	23.7	16.3
LSD (0.05)	NS	6.4	8.8	1.39	NS	8.8	2.8

[†]Seed potatoes used in this experiment were produced through an aeroponics system in the 2001 fall cropping.

[‡]Main stem length and diameter were less than 15 cm and 3 mm, respectively, in the underdeveloped plants.

[§]Polystyrene box (51 cm long × 31 cm wide × 20 cm high).

[¶]Number of tubers per m².

종되었던 이 시험에서 처리에 따른 유의한 차이 없이 주당 경수가 1개 정도로 다소 적었는데, 이는 저장에 앞서 녹화되었기 때문에 정아우세 현상이 크게 나타났던 것으로 생각된다.

잎의 길이 및 너비는 재식밀도가 3주에서 9주로 증가됨에 따라 각각 31 cm 및 22 cm에서 24 cm 및 17 cm로 감소되었으나, 더 이상 재식밀도의 증가에 따른 감소는 적었다. 밀식된 경우 줄기 및 잎의 크기가 작아졌던 것은 심지 6개로 충분한 양수분을 흡수할 수 없었던 데 기인된 것 같다.

괴경 수량성

주당 총괴경수는 배지종류 간에 차이 없이 4.5개 내외였으나, 상위급 씨감자로 사용할 수 있는 ≥ 5 g 괴경수/주는 펄라이트혼용배지에서 4.1개로 제주송이혼용배지(이하 송이혼용배지)의 3.4개 보다 많았다(Table 2). 재식밀도가 3주에서 15주로 증가됨에 따라 주당 총괴경수 및 ≥ 5 g 괴경수는 각각 6.6, 5.3개에서 각각 3.4, 2.9개로 감소되었다.

m²당 총괴경수와 ≥ 5 g 괴경수는 펄라이트혼용배지에서 송이혼용배지에 비해 m²당 각각 61, 57개가 더 많은 259, 217개였다. 주당괴경수는 밀식에 의한 감소 정도가 재식본수 증가보다 적었기 때문에 m²당 총괴경수와 ≥ 5 g 괴경수는 재식밀도가 3주에서 15주로 증가됨에 따라 각각 126,

101개에서 317, 269개로 증가되었다.

평균괴경중은 배지종류에 큰 차이 없이 44 g 내외였고, 재식밀도가 3주에서 15주로 증가됨에 57 g에서 37 g으로 가벼워졌다.

주당 총괴경수량은 펄라이트혼용배지에서 219 g으로 송이혼용배지보다 39 g 많았으며, m²당 총괴경수량과 ≥ 5 g 괴경수량도 펄라이트혼용배지에서 송이혼용배지에 비해 둘다 32% 증수되었는데, 이 결과는 감자플러그묘를 이 시험이 수행되었던 온실에서 가을에 양액심지재배 시 펄라이트혼용배지에 비하여 송이혼용배지에서 괴경 수량이 많았거나 차이가 없었다는 Kang(2003)과 Kang *et al.*(2003)의 보고와 다르다. Kang(2003)과 Kang *et al.*(2003)은 송이혼용배지의 보수성이 펄라이트혼용배지에 비하여 낮았다고 하였는데, 봄 재배 시 생육후기 수분의 요구도가 많았기 때문에 보수성이 높은 펄라이트혼용배지에서 수량이 많았던 것으로 생각된다.

주당 총괴경수량은 일반적으로 밀식할수록 작아지는데 (Burton, 1989), 이 시험에서도 3주재식구에서 336 g이던 것이 15주재식구에서는 126 g으로 감소되었으나, m²당 총괴경수량과 ≥ 5 g 괴경수량은 재식밀도 증가에 따른 주당 괴경수량 감소 정도가 재식본수 증가보다 적었기 때문에 재식밀도가 3주에서 12주로 증가됨에 따라 각각 6.4, 6.3 kg

Table 2. Effects of solid medium and planting density on the yield characters of 'Dejima' seed potatoes grown in a wick hydroponic system at 92 days after planting[†].

Treatment	Tuber number per plant		Tuber number per m ²		Tuber weight (g/tuber)		Tuber yield per plant (g)		Tuber yield per m ² (kg)	
	Total	≥ 5 g [‡]	Total	≥ 5 g	Total	≥ 5 g	Total	≥ 5 g	Total	≥ 5 g
Solid medium										
Perlite + peatmoss(1:2, v/v)	4.9	4.1	259	217	44.6	52.9	219	217	10.73	10.62
Soria + peatmoss(1:2, v/v)	4.2	3.4	198	160	43.4	52.0	181	177	8.11	8.02
LSD (0.05)	NS	0.5	24	20	NS	NS	12	11	1.59	1.47
Planting density (tubers/box [§])										
3 (19 [¶])	6.6	5.3	126	101	51.0	62.5	336	333	6.39	6.33
6 (38)	4.4	3.6	164	135	48.0	57.6	212	210	7.86	7.78
9 (57)	4.4	3.6	244	201	38.8	46.6	171	169	9.57	9.45
12 (76)	3.9	3.2	291	238	39.8	47.6	154	152	11.53	11.40
15 (95)	3.4	2.9	317	269	37.2	44.1	126	125	11.74	11.63
LSD (0.05)	1.6	1.4	70	66	14.6	10.0	104	103	2.68	2.19

[†]Seed potatoes used in this experiment were produced through an aeroponics system in 2001 fall cropping.

[‡]Minimum size of seed potatoes in breeder's seeds.

[§]Polystyrene box (51 cm long × 31 cm wide × 20 cm high).

[¶]Number of tubers per m².

에서 11.5, 11.4 kg으로 크게 증가되었고 15주 재식구에서는 각각 11.7, 11.6 kg으로 12주재식구와 큰 차이가 없었다. 이 시험은 유리온실에서 수행되어 1.2 m의 가운데 통로와 양쪽 창을 통하여 햇빛이 들어왔었고 도복이 되지 않게 비닐 끈으로 식물체를 고정하였으며, 심지를 통해 수분과 양분이 원활히 공급되었기 때문에 7 g의 소괴경을 심었지만 온실의 통로를 고려하지 않을 때 노지재배 감자 수량보다 2~4배 많았고, 제주지방에서 추천되는 재식밀도(봄재배 75×25 cm, 5.3주/m²; 가을재배 60×20 cm, 7.7주/m²)에 비하여 10배 이상 높은 재식밀도에서 씨감자 수량이 많았다.

분무경산 소괴경을 망실에서 재배하는 것에 비하여 양액 심지재배를 하는 것은 시설비와 배지 비용이 들지만 씨감자 수량이 현저히 많아지고 더뎡이병에 걸리지 않는 씨감자를 생산할 수 있는 장점이 있다. 가을 감자에 비하여 봄 감자는 생육후기에 수분요구가 많아지는데 소괴경 양액심지재배 시 보수성이 낮은 송이혼용배지 이용성에 대한 검토가 필요할 것으로 생각된다.

생육불량개체비율이 상자당 6~12주에서 14%내외였으나 15주재식구에서는 25.8%로 증가되었던 점과 m²당 ≥5 g괴경수와 수량이 12주재식구에서 15주재식구의 각각 93.2, 98%였다는 점 등을 고려할 때 감자 소괴경 심지양액재배에 알맞은 재식밀도는 소괴경이 충분할 때에는 상자당 12주

(76주/m²)로 판단되며 소괴경이 부족할 때에는 9주(57주/m²)가 적당할 것으로 생각된다. 이 시험에 쓰인 소괴경은 7 g이었는데 분무경산 씨감자의 크기는 다양하므로 씨감자의 크기에 따른 알맞은 재식밀도가 구명될 필요가 있다.

적 요

상위 씨감자 순환식 심지양액재배에 있어서 송이의 배지 재료로서의 이용 가능성과 알맞은 재식밀도를 구명하고자 송이 + 피트모스(1:2, v/v)와 펄라이트 + 피트모스(1:2, v/v) 배지에 대지 소괴경(7.0±0.2 g)을 상자(0.16 m²)당 각각 3, 6, 9, 12, 15주(19, 38, 56, 76, 95/m²)를 심어 생육 및 수량을 조사한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 조사된 모든 형질에 있어서 배지종류와 재식밀도간 유의한 상호작용이 없었다. 생육불량주가 상자당 3주~12주재식구에서 8.3~14이었으나 15주재식구에서는 25.8%이었다.
2. 줄기 및 잎의 길이, 주당 경수 등은 배지종류에 따른 차이가 없었으나 m²당 ≥5 g괴경수 및 괴경수량은 송이혼용배지에 비해 펄라이트혼용배지에서는 각각 21% 및 32% 증가되었다.
3. 재식밀도가 상자당 3주에서 9주로 증가됨에 따라 줄기 및 잎의 길이가 작아졌으나 더 밀식될 때에도 이상 감소되

지 않았으나 주당 괴경수 및 괴경수량은 밀식할수록 감소되었다.

4. 재식밀도가 상자당 3주에서 15주로 증가됨에 따라 m^2 당 ≥ 5 g 괴경수 및 괴경수량은 각각 101개와 6.3 kg에서 269개와 11.6 kg으로 증가되었다.

5. 소괴경 심지양액재배 시 펄라이트 + 피트모스 배지가 보다 적합하며, 생육불량개체비율, m^2 당 ≥ 5 g 괴경수와 괴경수량 등을 고려한 알맞은 재식밀도는 소괴경이 충분할 경우 m^2 당 76주 정도, 부족할 경우 56주 정도로 판단된다.

사 사

이 연구는 2001년 농림부 농림기술연구센터의 연구비 지원에 의한 결과의 일부이며, 이에 감사드립니다.

인용문헌

- 김승열, 윤영호, 박천수, 장동철. 1999. 양액재배에 의한 씨감자 생산효율증대시험. 고령지농업시험장 시험연구보고서 : 175-185.
- 김철균. 2000. 약액재배에 의한 우량씨감자 생산. 감자재배기술. 건원인쇄사, 제주. pp. 214-235.
- Burton, W. G. 1989. The potato. Longman Sci. & Tech., Essex CM20 2JE, England. pp. 182-184.
- Chang, J. I. and Y. B. Park. 1992. Study on the solid medium scoria in nutrient solution culture system of cherry tomatoes. Subtrop. Agric., Cheju Nat. Univ. 9 : 59-86.
- Kang, B. K. 2003. Effects of medium composition on growth and yield of potato plug plantlets under capillary hydroponic system. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 21(2) : 90-93.
- Kang, B. K. and S. H. Han. 2005. Production of seed potato (*Solanum tuberosum* L.) under the recycling capillary culture system using controlled release fertilizers. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 74(4) : 295-299.
- Kang, B. K. and C. W. Kim. 2004. Development of recirculating wick hydroponic techniques for safe seed tuber multiplication of potatoes. Korean J. Crop Sci. 49(6) : 447-451.
- Kang, B. K., C. K. Song, C. W. Kim, J. S. Park, H. K. Mun, T. S. Oh, and M. H. Oh. 2003. Growth and yield according to wick number under wick culture system of potato plug seedlings. Korean J. Crop Sci. 48(3) : 191-195.
- Kim, S. Y., J. C. Jeong, S. Y. An, J. K. Kim, M. S. Lim, and B. H. Han. 1993. A Study on the cultural measure using the in - vitro microtubers in *Solanum tuberosum* L.; III. Growth and yields influenced by size, cultural methods, plant densities and using the multiplied tubers of in-vitro microtuber. Korean J. Hort. Sci. 11(Suppl. 1) : 114-115.