

수경재배방식에 의한 방울토마토의 생산체계확립 및 품질향상에 관한 연구

I. 水耕栽培에 적합한 방울토마토의 品種選拔

김영식

(상명여자대학교 산업대학 원예학과)

Studies on the product system establishment and quality of cherry tomato by hydroponic culture

I. The Selection of the Optimum Cherry Tomato Cultivar for Hydroponics

Kim Young-Shik

Dept. Horticultural Sci., Sangmyung Women's Univ.

Abstract

Cherry tomatoes (*Lycopersicon esculentum*) were grown in circulating deep flow hydroponic system. The pH of the nutrient solution was increased and the EC was decreased with time. The clusters of 'Mini Carol' were branched severely, whereas those of 'Chelsea Mini' and 'Popo' were a little branched or not. The vegetative growth was similar between cultivars. But the yield of fruits was by far the largest in 'Mini Carol' compared to other cultivars, and not different between 'Chelsea Mini' and 'Popo'. Internal qualities of fruits, like as sugar, sugar/organic acid, and vitamin C, are good in 'Mini Carol'. As the result of panel test, 'Mini Carol' is good for softness, easeness of eating, toughness of skin and so on, so it is believed that 'Mini Carol' is the most acceptable to consumers in hydroponic culture.

I. 서론

방울토마토는 일반 토마토에 비해 가격이 비싼 반면, 배꼽썩음병이나 공동과 등의 발생이 없어 재배가 용이하다. 또한, 크기가 한 입에 들어갈 정도로 작고, 당도가 높아서 salad, desert용으로 수요가 급속히 증가하고 있으나 우리나라에서는 재배면적에 대한 통계자료가 없는 실정이다.^{3,10)} 수경재배는 토양재배에 비해 재배측면에서는 밀식이 가능하고, 이식과 정식이 간편할 뿐 아니라, 재배환경면에서는 위생적이고 편리하며, 식물생육면에서는 pH와 양분의 조절이 쉬운 장점을 가진다.^{7,8,9,13)} 또한, 수

경재배된 과실은 토양재배한 것에 비해 신선하며, 당도가 높고, 신맛이 적기 때문에 세계적으로 2~3할 정도 비싸게 팔리고 있으며, 수확후 과육강도의 저하도 적어서 저장기간도 길다.¹²⁾ 대과용 토마토의 수경재배에 관한 연구는 지금까지 많이 이루어져서 재배법이 확립단계에 있으나,^{7,8,9,13)} 방울토마토는 재배역사가 짧아 수경재배에 관한 연구가 태동하고 있는 단계에 불과하다.

현재 우리나라에서는 방울토마토를 수경재배하고는 있지 않으나, 토양재배하는데 있어 국내에서 생산되는 품종을 사용하지 않고 '미니캐롤', '산체리', '산체리RB', '少領' 등의 일본품종을 수입하여 사용하고 있는 실정이다. 일본품종을 사용하고 있는 이유는 토양재배시 우리나라

품종의 품질이 수준에 미치지 못하기 때문인데, 수경재배에서는 根圏境界層에 대한 根腐病 발생정도, 수분흡수 잠재력 정도 등이 품종에 따라 달라 토양재배에서와는 다른 품질이 요구된다. 또한, 방울 토마토의 경우, 일반적으로 배꼽썩음병은 거의 발생하지 않으나 수경재배시 열과가 발생하기 쉬우므로, 열과가 적은 품종, 근과의 발달이 밀집하고, 근량이 작고, 배양액농도에 대한 허용도가 큰 품종이 수경재배에 적합하므로, 이에 대한 품종 비교 연구를 할 필요성이 있다.

본 연구는 방울토마토를 수경재배방식으로 생산하기에 앞서, 국내에서 생산되는 품종과 실제로 우리나라에서 재배되고 있는 일본품종을 수경재배에 의하여 품종분석을 하여 수경재배방식에 적합한 방울토마토 품종을 선발하는 것을 실험목적으로 한다.

II. 재료 및 방법

본 실험은 상명여자대학교 원예학과 유리온실에서 1992년 3월 23일부터 1992년 8월 12일까지 실시하였다. 공시품종은 ‘뽀뽀’(서울종묘), ‘미니캐롤’(사카타종묘, 일본), ‘체르시미니’(사카타종묘, 일본)였다. 각 품종별로 2반복구를 만들어서 각 반복당 6개체를 두었다. 본 실험에서 일본품종으로 ‘미니캐롤’, ‘체르시미니’를 선택한 이유는 다음과 같다.⁵⁾ ‘미니캐롤’은 당도가 높고, 열과가 적고 위조병이나 tomato mosaic virus에 대한 저항성을 보유해 생산의 안정을 바랄 수 있어 현재 일본에서 재배면적이 가장 넓으며 착과성도 좋다. ‘체르시미니’는 과중이 크며 당도는 약간 낮지만 果肉이 부드럽고, 입맛이 상쾌하며, 열과도 적어서 재배면적이 증가하고 있기 때문에 선택하였다.

3월 23일 종자를 petridish에 파종한 후, 30°C 항온기에서 최아시켰다. 3월 24일 발아한 종자를 암면매트(가로 3cm×세로 3cm×높이 3cm)에 이식한 후, 암면매트를 플라스틱연결포트에 넣고, 육묘용 베드에서 육묘하였다. 떡잎이 전개되면 직경 9cm의 플라스틱포트에 매트를 넣고 주위를 자갈로 채운 후, 다시 육묘용베드에 놓았다. 액면은 매트밑의 자갈에 오도록 하였으며, 배양액을 표준의 1/3농도로 주었다. 재배방식은 담액수경이었

으며, 낮 1시간간격, 밤 2시간 간격으로 15분간 배양액을 순환시켰다. 배양액은 Yamazaki의 토마토용 배양액¹⁴⁾을 사용하였다.

4월 16일 본엽이 전개하였을 때 포트를 재배 베드(styrofoam, 가로 20×높이 9×세로 480cm)에 20cm 간격으로 이식하였다. 배양액 조성은 1/2농도로 하였다. 4월 27일 줄간격 60cm, 그루사이 40cm 간격으로 정식하고 배양액은 표준농도로 하였다. 생육정도를 알아보기 위하여 정식일로부터 주 2회 葉長이 1cm 이상인 것을 측정대상으로 하여 葉數를 조사하였다. 배양구의 높이는 2단계로 육묘시 높게, 재배시 낮게 조정하였으며, EC, pH, 배양액조성 등은 조절하지 않고, 3일 간격으로 갱신하였다.

정지는 주지만 남기고 이후에 나오는 측지는 모두 제거하는 직립1본 세우기 정지법으로 하여, 5화방까지 전개하면 위로 2엽을 남기고 적심하였다. 단, 측지에 잎이 2매 달리게 하고 적심하였다. 5월 11일부터 개화하기 시작하였으며, 토마토톤 처리는 화방당 2~3회(5화, 10화, 15화 개화할 때마다 100배액을 분무) 실시하였으며 적화는 하지않았다. 각 화방별 토마토톤 처리개시일은 5월 18일(1화방), 5월 23일(2화방), 6월 1일(3화방), 6월 4일(4화방), 6월 8일(5화방) 등으로 품종에 관계 없었다.

6월 23일부터 수확을 개시하여 품질을 평가하고 화방특성과 생산량을 조사하였다. 과실은 익는 대로 화방에 관계없이 수확하여 즉시 외형품질, 색, 전유기산, 당(Brix%), EC, 산도, vitamin C 등의 분석에 사용하였다. 果色은 chromameter(CR300, Minolta, Japan)를 이용하여 표준광원 C 상태에서 L, a, b 방식으로 측정하여 a값이 15 이상인 과실에 대하여만 품질을 분석하였다.⁶⁾ 품종에 따라 성숙시 과색의 차이가 존재하나 대부분의 품종은 15이상에서 완숙이다.³⁾ 과실의 전유기산함량은 적정에 의한 전산도를 측정하는 방법으로 측정하였으며, citric acid의 양으로 환산하였다. 糖의 함량은 Brix 당도계(hand refractometer, 일본 Atago사)를 이용하여 % Brix(과즙 100g내 sucrose의 g수에 상당)로 나타냈으며, vitamin C는 DNP method로 분석하였다. 굴절당도계에 의한 당함량을 전유기산함량으로 나눈 당산비로 맛의 특성을 조사하였다. 각 품종별로 10명의 panelist에

의해 2회에 걸쳐 맛, 과육, 과피, 먹기 편한 정도 등의 항목에 대하여 4단계로 평가하였다.

III. 결과 및 고찰

일반적으로 배양액의 pH는 5.5~6.5일 때 생육상태가 좋으며, 5.0~7.0의 범위에서도 생육에 큰 영향은 없다⁹⁾. pH는 배양액 공급후 3일까지는 양호하게 나타났으며, 4일째는 7.26으로 약간 높게 나타났다(Table 1). pH가 6.7에서 7.26으로 상승한 것으로 보아 음이온의 흡수가 왕성했음을 유추할 수 있었다. EC는 1.07에서 0.65으로

점차 감소하였는데(Table 1), 이것은 토마토가 배양액내의 양분을 물보다 큰 비율로 흡수해서 배양액내에 이온의 농도가 낮아졌기 때문으로 사료된다. 본 실험에서는 3일마다 배양액을 갱신해 주었으므로 pH와 EC의 변화는 미미하였다. 배양액의 전기 전도도가 높을수록 방울 토마토의 향기가 좋아서 소비자들이 선호하는 것으로 보고되고 있는데²⁾, 품종은 다르나 배양액의 salinity가 5ds/m 일 때 과실의 크기나 향기가 좋으며, 수확량이 많다는 보고¹⁾가 있으므로 배양액에 관한 연구는 진행되어야 할 것으로 사료된다.

Table 1. Transition of pH and EC in nutrient solution at 25°C

Days after supply	0	1	2	3	4
pH	6.7	6.3	6.65	6.98	7.26
EC(mS/cm)	1.07	0.90	0.80	0.75	0.65

‘체르시미니’와 ‘뽀뽀’의 화방은 대부분이 single화방과 double화방인 것에 비해 ‘미니캐롤’에서는 거의 모두가 다발화방으로 나타났다(Table 2). 또한 ‘체르시미니’는 상위화방으로 갈수록 single화방과 double화방이 많이 나타났으며, ‘뽀뽀’는 화방에 관계없이 single, double, 다발화방이 골고루 나타났다. ‘미니캐롤’이 세 품종중에서 화방별 수량 및 총수량이 단연 많았는데(Table 3), 그것은 각 품종별 화방특성으로 설명되어질 수 있다. ‘체르시미니’와 ‘뽀뽀’는 82.3과 88.3으로 거의 비슷했다.

Table 2. Characteristics of clusters

Cultivar	Order of cluster			
	1	2	3	4
Chelsea Mini	1.3 ¹	1.3	1.3	2.0
Mini Carol	2.8	3.0	3.0	3.0
Popo	2.0	1.6	1.6	1.8

¹:single cluster, ²:double cluster ³:multi cluster

Table 3. No. of marketable fruits per cluster for tomato cultivars.

Order of cluster	Chelsea Mini	Mini Carol	Popo
Cluster 1	14	55	20
Cluster 2	16	48	16
Cluster 3	16	39	17
Cluster 4	20	35	16
Total	66	177	69

총엽수는 품종에 관계없었으며(Table 4), 조사 첫날인 정식일에서부터 마지막 조사일인 6월 8일까지 세 품종 모두 비슷한 수준으로 3~4일마다 1~2엽씩 거의 일정

한 수준으로 증가했다.

과실의 과장은 ‘체르시미니’와 ‘뽀뽀’가 가장 길고, ‘미니캐롤’이 다른 것에 비해 1cm나 작았다(Table 5). 과

폭은 '체르시미니'와 '뽀뽀'간에 큰 차이는 없었으나 유의하게 차이가 인정되었으며, '미니캐롤'은 이들에 비해 1cm이상 작았다. 과장과 과폭의 비는 '미니캐롤'과 '뽀뽀'가 약 1로 구형에 가까운 형질을 나타냈으며, '체르시

미니'는 0.9로 길이에 비해 폭이 약간 큰 형질을 나타냈다. 과장과 과폭에서 유추할 수 있듯이 과중과 과실의 부피는 '체르시미니'가 가장 크고, '뽀뽀', '미니캐롤'의 순이었으나 특히 '미니캐롤'이 작았다.

Table 4. Total leaf number for cherry tomato cultivars.

Day	Days after planting	Chelsea Mini	Mini Carol	Popo
4.27	0	5.2	4.5	5
4.30	3	7.3	6.3	6.8
5.4	7	9.3	8.3	8.8
5.7	10	10.6	9.7	9.8
5.11	14	11.8	11.1	11.2
5.14	17	13.1	12.8	12.8
5.18	21	14.6	14.8	14.5
5.21	24	17.3	17.1	16.9
5.25	28	18.3	18.1	18.1
5.28	31	19.4	19.1	19.6
6.1	35	21	20.7	21.1
6.4	38	22.8	21.8	22.6
6.8	42	24.3	23.3	24.2

Table 5. Differences of external quality for cherry tomato cultivars.

Quality component	Chelsea Mini	Mini Carol	Popo
Length(cm)	3.6a ¹	2.5b	3.5a
Width(cm)	4.0a	2.6c	3.7b
LWratio ¹	0.9b	1.0a	1.0a
Weight(g)	32.7a	10.2c	27.0b
Volume(cm ³)	32.0a	9.9c	26.5b
Specific gravity(g/cm ³)	1.02b	1.03a	1.02b

¹Means with the same letter within a row are not significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test.

¹LWratio=length/width

과실의 내용물의 충실도를 나타내는 하나의 요소로서 비중을 들 수 있는데, 과실내의 공극에 존재하는 공기용적의 차이에 의한 결과일 수도 있음을 부정할 수는 없으나, 비중은 '미니캐롤'에서 높은 수치를 나타내어 고품질이 상대적으로 많을 가능성을 보였다.

수확한 과실을 chromameter에 의해 선별하여 품질분

석에 사용한 결과, 기존의 경험에 의한 수확에 비하여 품질편차가 적었다. 이는 눈에 의한 성숙도판정에 오차가 크기 때문인데, 방울토마토의 품질은 성숙과정중에 변하므로¹⁰⁾ 객관적 수치에 의한 성숙도판정이 유용한 수단이 될 수 있음을 알 수 있다. 당도는 '미니캐롤'이 8.2로 가장 높았고, '체르시미니'와 '뽀뽀'는 6.2로 같은 경향을

나타내어, ‘미니캐롤’이 가장 단맛을 띄는 것으로 나타났다(Table 6). 공시품종들의 당함량은 유럽종과 유사한 경향을 나타냈다³⁾. 과실즙의 pH는 ‘체르시미니’가 가장 높고, ‘미니캐롤’, ‘뽀뽀’의 순이었으며, 따라서 전유기산 함량은 반대의 경향을 보였다. 유기산함량은 많을수록 품질이 좋으나, 당의 함량과 비교하여 맛에서는 신맛을 나타내는 단점도 가지는데¹¹⁾, Brix 당함량을 전유기산함량으로 나눈 당산비는 ‘미니캐롤’에서 가장 높게 나타났으며, ‘체르시미니’, ‘뽀뽀’의 순이었다. 따라서 ‘미니캐롤’이 가장 덜 시고, 단 것을 보여주었다. 과실즙의 EC는

‘뽀뽀’에서 가장 높았고, ‘미니캐롤’, ‘체르시미니’의 순이었다. 과실즙에서의 전해질로는 유기산과 무기이온을 들 수 있는데, 유기산함량이 ‘뽀뽀’에서 많았던 점을 고려한다면 품종에 따른 EC의 차이는 유기산에 기인한다고 생각할 수 있다. 무기이온에 관하여는 연구가 진행되어야 한다. Vitamin C는 ‘미니캐롤’에서 가장 많았고, ‘뽀뽀’, ‘체르시미니’의 순이었으며, ‘미니캐롤’에서 생체중 100g 당 35.8mg으로 월등히 많아 영양가치가 높은 것으로 나타났다.

Table 6. Internal qualities of cherry tomato cultivars

Item	Chelsea Mini	Mini Carol	Popo
Brix %	6.2 ^a	8.2a	6.2b
Total organic acid (g citric acid/100gFW)	0.22c	0.24b	0.28a
Ratio of sugar and total organic acid	27.9b	34.2a	22.1c
Vitamin C(mg/100gFW)	8.2c	35.8a	14.3b

^a Means with the same letter within a row are not significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test.

* Values are means from 25 fruits of 4 plants.

Table 7. Panel test of cherry tomato fruits

Item	Chelsea Mini	Mini Carol	Popo
Taste	2.9	3.5	1.6
Softness	1.3	3.0	2.1
Easeness of eating	2.9	4.0	1.8
Toughness of skin	1.8	1.9	2.2
Preference	2.6	4.0	2.1

관능검사 결과(Table 7), 맛에서는 ‘미니캐롤’이 3.5로 가장 좋게 나타났고 ‘체르시미니’, ‘뽀뽀’의 순이었으며, 과육은 ‘미니캐롤’이 3.0으로 ‘뽀뽀’ 1.8, ‘체르시미니’ 1.3에 비해 단연 부드러웠다. 껍질의 단단한 정도는 품종차가 크지 않았다. 먹기 편한 정도는 크기면에서 가장 작은 ‘미니캐롤’이 가장 편하게 나타났고, ‘뽀뽀’와 ‘체르시미니’는 별 차이 없었다. 이 결과, ‘미니캐롤’이 세 품종중에서 가장 소비자의 선호도가 커서 시장성이 높

을 것으로 보여진다. 일반적으로 과실의 내적품질이 좋을수록 선호도도 높은 경향을 나타내는데¹⁾, 이들간의 상관성은 복잡하지만¹¹⁾ 본 연구에서도 동일한 결과를 보였다.

적 요

수경재배에 적합한 방울토마토 품종선발에 관한 연구 결과, 배양액 공급후 시간이 흐를수록 배양액의 pH는 상승했으며 EC는 감소했다. ‘미니캐롤’은 모두 다발화방이었으며, ‘체르시미니’와 ‘뽀뽀’는 single, double, 다발화방이 골고루 나타났다. 각 품종간 생육정도는 별다른 차이를 보이지 않았으나, 수확량에 있어서는 ‘미니캐롤’이 세 품종 중 단연 많았으며, ‘뽀뽀’와 ‘체르시미니’는 별 차이를 보이지 않았다. 당도, 당산비, vitamin C 등의 과실의 내적품질은 ‘미니캐롤’에서 좋았다. 관능검사 결과

‘미니캐롤’이 과육의 부드러움, 먹기편한 정도, 껍질의 연도도 등에서 제일 높은 점수를 받아, 세 품종 중 시장성이 가장 좋은 것으로 나타났다.

인용 문헌

1) Gough, C. and G. E. Hobson. 1990. A comparison of the productivity, quality, shelf-life characteristics and consumer reaction to the crop from cherry tomato plants grown at different levels of salinity. *J. Hort. Sci.* 65(4):431-439.

2) Hobson, G. E. 1988. Pre- and post-harvest strategies in the production of high quality tomato fruit. *Applied Agric. Res.* 3:282-287.

3) Hobson, G. E. and L. Bedford. 1989. The composition of cherry tomatoes and its relation to consumer acceptability. *J. Hort. Sci.* 64(3):321-329.

4) Hobson, G. E. and P. Kilby. 1986. The quality and composition of cherry tomatoes, G. E. and P. Kilby. 1986. The quality and composition of cherry tomatoes. Report of the Glasshouse Crops Research Institute for 1985, UK. pp.77-80.

5) 丹越利弘. 1989. 미니토마토의品種選定と良品生産技術. *農耕と園藝* 89(2)81-83.

6) Larrigaudière, C., A. Latchè, J.C. Pech, and C.

Triantaphylidès. 1991. Relationship between stress ethylene production induced by gamma irradiation and ripening of cherry tomatoes. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 116(6):1000-1003.

7) 日本施設園藝協會. 1991. 施設園藝における養液栽培の手引.

8) 農業電化協會. 1987. 施設園藝における養液栽培事例集.

9) 박권우·김영식. 1991. 수경재배의 이론과 실제. 고려대학교 출판부 pp 253-267.

10) Picha, D. H. 1986. Effect of harvest maturity on the final fruit composition of cherry and large-fruited tomato cultivars. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 111(5):723-727.

11) Stevens, M.A. 1986. Inheritance of tomato fruit quality components. In: *Plant Breeding Reviews*, vol. 4(Janick, J., ed.), AVI Publishing Co. USA, pp.273-311.

12) 寺林 敏·藤原一哉·山下智史·竝木降和. 1985. 木耕トマトの果皮の強度. *京府大學報 農* 37:183-188.

13) 山崎肯哉. 1982. 養液栽培全篇. 博友社.

14) 山崎肯哉·鈴木芳夫·條原 温. 1976. 主要そ菜の養液栽培(水耕)に関する研究, 特に培養液管理とみかけの吸収濃度(n/w)について. *東教大農學部紀要*. 22:53-100.

수경재배방식에 의한 방울토마토의 생산체계확립 및 품질향상에 관한 연구

II. 방울토마토의 여름재배시 適正水耕栽培方式 選拔

김영식

(상명여자대학교 산업대학 원예학과)

Studies on the product system establishment and quality of cherry tomato by hydroponic culture

II. The Selection of the Optimum Hydroponic System for Cherry Tomatoes in Summer Season

Kim Young-Shik

Dept. Horticultural Sci., Sangmyung Women's Univ.

Abstract

This study was done for the optimum hydroponic system when cherry tomatoes were grown in summer. The base diameter of the trunk, leaf length, leaf width, and the length of cluster were good in deep flow culture(DFC), and not different between NFT and rockwool culture. The first time of flowering and the fruit coloring per cluster were not different between cultural systems, but the marketable yields were good in DFC. In DFC, % dry weight, firmness, the content of organic acid and sugar were low, and the ratio of sugar/organic acid and vitamin C were high. So DFC estimated favorite in the summer cultivation of cherry tomatoes.

I. 서론

수경재배방식의 종류는 많으나 현재 유럽에서는 암면 재배, 일본에서는 담액수경이 방울토마토를 생산하는데 주로 사용되는 방식이다¹¹⁾. 이와같은 지역에 따른 차이는 기후의 특성에 기인하는 경우가 많은데, 토마토의 경우에는 재배기간이 길어 재배기간중 여름이나 겨울이 포함되는데 일본의 경우 유럽에 비해 온도의 연교차가 큰 것이 주요 이유중 하나로 생각할 수 있다. 암면은 공업 제품으로서 형상이나 이화학적 특성을 쉽게 바꿀 수 있는 장점을 가지고 있으며, 다른 수경방식에 비해 병해가 적다. 반면에 함수율에 따른 색의 변화가 없어 건습 정도를 판

별하기가 어렵고, 근권 온도가 기온이나 햇빛에 의해 크게 영향을 받아 배양액 온도만 조절해서는 근권온도를 조절할 수 없으며, 베드내 배양액량이 비교적 적기 때문에 증발산에 의해 배양액의 농도나 조성이 변하기 쉬운 단점을 가진다^{7,13,16)}. 담액수경은 베드내 액량이 많기 때문에 온도의 변화가 적으며, 배양액의 온도만을 조절하여 근권 온도를 쉽게 조절할 수 있으므로 우리나라처럼 기온 변화가 크며 수경 전문가를 둘 수 없는 생산 환경에서는 장점을 가질 것으로 보인다. 또한 배양액이 담수되기 때문에 양액 순환 펌프가 정지해도 양액이 베드내에 남아 있기 때문에 식물이 급속히 해를 입지 않는다. 그러나 작물체의 수분 공급을 조절하기가 어려워서 재배 중에 생육을 조절하는 것이 어렵고, 액량이 많으므로 탱크나 베드가

커서 면적과 시설비가 많이 들고, 액이 순환하므로 토양 전염균이 만연되기 쉽고, 액을 많이 순환시키므로 펌프 작동비가 많이 드는 단점을 가진다⁶⁾. 단, 탱크의 크기는 비료희석기의 사용으로 소형화 추세에 있다⁸⁾. NFT의 큰 장점이라고 할 수 있는 것은 담액수경에서 문제시되는 용존산소의 양이 이 방식에서는 용존산소와 공기중의 산소를 모두 흡수할 수 있기 때문에 산소의 공급이 충분하다는 것이다. 반면, 뿌리가 외적 환경의 변화에 민감하기 때문에 근권 온도를 조절하려고 할 때 배양액의 온도만을 조절해서는 효과가 없고 온실 전체의 온도를 조절해야 하는 단점을 가진다.¹⁴⁾

이와같이 암면재배나 NFT의 경우 고온에서 근권온도가 상승하기 쉬운데에도 불구하고, 수경재배시 근권온도에 관한 연구는 온도의 저하에 대하여가 아니라 온도의 상승에 관하여 주로 이루어져 왔는데,^{1,2,3,5,10)} 그 이유는 유럽의 경우 여름의 근권온도가 낮기 때문이다. 근권온도는 양분의 흡수와 체내이동에 관여하여 체내의 양분상태에 직접적으로 영향을 미치며, 호르몬생성에도 영향을 미치므로 적절한 근권온도를 유지하는 것은 중요하다.¹²⁾

방울토마토재배시, 우리나라에서의 여름재배에 적합한 수경재배방식은 기후의 특성을 고려하여 결정해야 하는데, 본 실험에서는 각 방식을 비교 연구하여 우리나라에 적합한 수경재배방식을 선발하는 것을 실험목적으로 한다.

II. 재료 및 방법

본 실험은 상명여자대학교 원예학과의 온실에서 1992년 7월 14일에서 11월 27일까지 실시하였다. 공시품종은 미니캐롤(日本 사카타交配)이었다. 처리는 담액수경, NFT, 암면재배의 3처리였다. 반복은 2반복이었으며, 반복당 개체수는 6이었다. 배양액은 Yamazaki의 토마토용 배양액을 사용하였다.¹⁵⁾

7월 14일, 하루동안 물에 담가 두었던 암면매트(가로 3cm×세로 3cm×높이 3cm)에 종자를 파종한 후, 암면매트를 플라스틱연결포트에 넣고, styrofoam panel로 폭 73×길이 163×높이 9cm 되게 만들어서 검정비닐로 방수한 파종용 베드에 플라스틱연결 포트를 넣었다. 7월

20일에 받아하여 떡잎이 완전히 전개하고, 본엽이 나오려고 할 때(암면박으로 뿌리가 거의 나오기전), 담액수경과 NFT방식으로 처리할 식물들을 직경 9cm의 플라스틱 수경포트에 매트를 넣고 주위를 자갈로 채운 후, 포트를 각 베드에 20cm 간격으로 이식하였다. 육묘상은 styrofoam panel로 가로 70cm×세로 90cm되게 만들어 20cm간격으로 구멍을 뚫은 베드를 이용하였고, 이식한 후 포트하단에 물이 당도록 액면을 조정하였다. 암면재배할 식물들은 육묘용 암면큐브(가로 10cm×세로 10cm×높이 5cm)에 암면매트를 그대로 끼워 넣고 역시 같은 육묘상에 놓았다. 액면은 포트속에 있는 매트밑의 자갈에 오도록 하였으며, 배양액을 표준의 1/2농도로 주었다(7월 24일). 8월 6일에는 다시 표준농도로 바꿔 주었다.

재배 system은 2개의 배양액 탱크를 준비하여 하나는 담액수경과 NFT에 사용하였고, 또 하나는 암면재배에 이용하였다. 담액수경과 NFT의 경우, 탱크를 중심으로 한쪽에는 담액수경용 베드를 설치하였고, 또 한쪽에는 NFT용 베드를 설치하여 각 베드의 한쪽 끝에는 급액구를, 다른 한쪽 끝에는 배액구를 설치하였으며, 펌프는 배양액 탱크 옆에 두고 timer를 이용하여 배양액을 순환시켰다. 암면재배의 경우에는 점적 관수하였다. 암면재배는 비순환식으로 하고, 담액수경과 NFT에서는 순환식으로 하였다. 급액간격은 낮 1시간, 밤 2시간 간격으로 매회 15분씩 급액하였다.

뿌리가 포트밖으로 충분히 나온 후 담액수경과 NFT이 경우에는 액면을 낮추고 8월 21일에 정식하였다. 암면재배에서는 2조의 정식베드용 암면판(가로 90cm×세로 15cm×높이 7cm)에 정식하였다. 재식간격은 40cm로 하였다. 8월 25일 본엽이 9매 정도일 때 유인선을 치고 줄을 내려 줄기를 고정시켰다. 정지는 주지만 남기고 이후에 나오는 측지는 모두 제거하는 직립1본 세우기 정지법으로 하여 5화방까지 출현하면 위로 2엽을 남기고 적심하였다. 5화방 위에서 나오는 측지는 생장시키되 잎이 2매 달리게 하고 적심하였다. 8월 22일부터 개화하기 시작하였으며, 토마토톤 처리는 화방당 2~3회(5화, 10화, 15화 개화할 때마다 100배액을 분무) 실시하였으며 적화는 하지않았다. 9월 1일부터 착과하기 시작하여 9월 22일에 처음으로 착색되었다.

과실은 익는 대로 화방에 관계없이 수확하여 즉시 외형

품질, 色, %건물중, 전유기산, 당(Brix %), EC, pH, vitamin C 등의 분석에 사용하였다. 과색은 chromameter (CR300, Minolta, Japan)를 이용하여 표준광원 C 상태에서 L, a, b 방식으로 측정하여 a값이 15 이상인 과실에 대하여만 품질을 분석하였다⁹⁾. 품종에 따라 성숙시 과색의 차이가 존재하나 대부분의 품종은 15이상에서 완숙이다⁴⁾. 과실의 전유기산함량은 적정에 의한 전산도를 측정하는 방법으로 측정하였으며 citric acid의 양으로 환산하였다. 당의 함량은 Brix 당도계(hand refractometer, 일본 Atago사)를 이용하여 %Brix(과즙 100g내 sucrose의 g수에 상당)로 나타냈으며, vitamin C는 DNP method로 분석하였다. 굴절당도계에 의한 당함량을 전유기산함량으로 나눈 당산비로 맛의 특성을 조사하였다.

III. 결과 및 고찰

주경의 기부직경은 담액수경에서 커서 주경의 부피생장이 가장 좋은 것으로 나타났다(Table 1). NFT와 암면재배는 동일하였다. 엽장 및 엽폭은 각 수경재배방식에 따라 달라, 생육상태의 차이를 보였으며, 각 방식내에서도 잎의 위치에 따라 차이가 있었다(Table 2, 3). 엽장, 엽폭 모두 담액수경에서 컷으며, NFT, 암면의 순이었다.

Table 1. The base diameter of the trunk for hydroponic systems.

cultural system	DFC ^z	NFT	RC
base diameter(cm)	1.48a ^y	1.38b	1.40b

^z DFC:deep flow culture, NFT:nutrient film technique, RC:rockwool culture

^y Means with the same letter are not significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test.

* the date of measurement:20th Oct., 1992.

각 화방별 토마토톤 처리개시일은 발아후 33~34일(1화방), 36~37일(2화방), 39~41일(3화방), 46~48일(4화방), 55~58일(5화방) 등으로, 개화시기는 방식에 따라 뚜렷한 차이를 보이지 않았다. 화방당 최초 착색일

도 담액수경에서 발아후 66일(1화방), 74일(2화방), 80일(3화방), NFT에서 68일(1화방), 73일(2화방), 81일(3화방), 암면 재배에서 66일(1화방), 73일(2화방), 80일(3화방)으로 차이를 보이지 않았다. 따라서 영양생장의 차이에도 불구하고 생식상의 전환시기나 과실의 성숙기간은 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 화방의 길이는 담액수경에서 긴 경향을 보였으나, 큰 차이가 없었다(Table 4). 화방별 과실의 수확량은 화방에 관계없이 담액수경에서 가장 많고 암면재배, NFT의 순이었으나, 암면재배와 NFT 사이에는 큰 차이가 없었다. 따라서 총수확량도 같은 경향을 나타냈다(Table 5).

Table 2. Leaf length(cm) for hydroponic systems.

leaf position ^z	DFC ^y	NFT	RC
1	39.8	38.5	38.4
2	44.6	44.1	44.7
3	49.5	46.6	47.2
4	52.7	48.8	46.9
5	52.5	46.6	46.7

^z the right opposite side of each cluster

^y DFC:deep flow culture, NFT:nutrient film technique, RC:rockwool culture

Table 3. Leaf width(cm) for hydroponic systems.

leaf position ^z	DFC ^y	NFT	RC
1	34.0	31.7	32.0
2	39.6	41.5	34.1
3	44.1	39.6	32.9
4	43.9	39.9	28.2
5	45.0	37.1	26.9

^z the right opposite side of each cluster

^y DFC:deep flow culture, NFT:nutrient film technique, RC:rockwool culture

과실의 품질을 분석한 결과(Table 6), 건물중, 유기산, 경도 등은 담액수경에서 나아서 부드럽고 덜 신 것을 보였다. 암면재배에 비해 담액수경에서 당도가 약간 낮은 경향을 보였으나 당산비는 담액수경에서 높아서 단 맛을

나타냈으며, vitamin C도 약간 많았다.

Table 4. The length(cm) of cluster for hydroponic systems.

the order of cluster	DFC ^z	NFT	RC
1	51.8a ^y	44.2b	47.0ab
2	63.0a	55.8b	57.6b
3	60.0a	50.0b	59.4a

^z DFC:deep flow culture, NFT:nutrient film technique, RC:rockwool culture

^y Means with the same letter within a row are not significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test.

Table 5. Marketable yield per cluster for hydroponic systems.

order of cluster	DFC ^z	NFT	RC
1	46.6a ^y	39.7b	42.2b
2	53.0a	40.4b	44.6b
3	48.0a	36.1c	40.4b
total	147.6a	116.2b	127.2b

^z DFC:deep flow culture, NFT:nutrient film technique, RC:rockwool culture

^y Means with the same letter within a row are not significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test.

이상의 실험결과, 담액수경이 생육면에서나 품질면에서 우수하게 평가되었는데, 그 이유로는 담액수경은 베드내의 액량이 많기 때문에 배양액의 농도, 조성, pH 등이 안정되어 배양액의 흡수가 용이했던 점을 들 수 있겠으나, 무엇보다도 생육 초기가 고온기에 접해 있었는데, NFT나 암면재배에 비해 담액수경에서 액온이 크게 올라가지 않았던 점을 들 수 있다(Table 7). 각 방식에 대하여 시설을 보완하면 NFT나 암면재배에서도 생육이 개선될 수는 있겠으나, 근본적으로 방울토마토의 여름재배에서는 담액수경방식이 바람직한 것으로 사료되며 담액수경방식중에서도 근권온도를 제어하는 것이 요구된다.

Table 6. Differences in qualities for hydroponic systems.

items	DFC ^z	NFT	RC
% dryweight	6.73	7.62	7.54
vitamin C(mg/100 FW)	19.0	18.0	16.8
citric acid(g/100 FW)	0.38	0.45	0.45
pH	4.19	4.20	4.18
EC	4.01	3.95	3.81
firmness	1.47	1.49	1.54
Brix %	7.14	7.12	7.47
Brix %/organic acid	18.79	15.82	16.60

^z DFC:deep flow culture, NFT:nutrient film technique, RC:rockwool culture

* Values are means from 25 fruits of 4 plants.

Table 7. The temperature of nutrient solutions for hydroponic systems.

cultural system	DFC ^z	NFT	RC
40°C ^y	26.3	33.7	34.1
19°C	22.7	21.4	21.0

^z Values are air temperatures. 40°C is the highest temperature, and 19°C is the lowest.

^y DFC:deep flow culture, NFT:nutrient film technique, RC:rockwool culture

적 요

방울토마토에 적합한 수경재배방식에 관한 연구결과, 담액수경에서 주경의 기부직경, 엽장, 엽폭, 화방길이 등의 생육이 가장 좋았으며, 암면재배와 NFT는 유사하였다. 개화시기와 과실의 착색일에 대하여는 각 방식마다 차이를 보이지 않았으나, 과실의 수확량은 담액수경에서 많았다. 건물율, 유기산, 경도, 당도 등은 담액수경에서 낮았고, 당산비와 vitamin C는 높아 담액수경에서 품질이 약간 우수한 것으로 나타났다. 따라서, 방울토마토의 여름재배에서는 담액수경방식이 바람직한 것으로 평가되었다.

인용 문헌

- 1) Cave, C. R. J. 1991. The effect of intermittent irrigation with cold nutrient solution on the growth of tomato seedlings propagated in rockwool. *J. Hort. Sci.* 66(6):781-788.
- 2) Graves, C. J. 1986. A summary of work on solution heating and intermittent solution circulation for tomatoes in nutrient film culture. *Acta Hort.* 178:79-84.
- 3) Gosselin, A. and M. J. Trudel. 1983. Interactions between air and root temperatures on greenhouse tomato: I. Growth, development, and yield. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 108:901-905.
- 4) Hobson, G. E. and L. Bedford. 1989. The composition of cherry tomatoes and its relation to consumer acceptability. *J. Hort. Sci.* 64(3):321-329.
- 5) Hurd, R. G. and C. J. Graves. 1985. Some effects of air and root temperatures on the yield and quality of glasshouse tomatoes. *J. Hort. Sci.* 60: 359-371.
- 6) 板木利隆. 1986. 循環式水耕栽培の理論. 農業及び園藝 61(1):115-122.
- 7) 김광용. 1992. 암면재배의 특성과 이용상의 문제점. 시설원예연구 5(1):1-12.
- 8) 김성호. 1992. 액비혼입기의 종류와 이용현황. 시설원예연구 4(1):57-62.
- 9) Larrigaudière, C., A. Latchè, J.C. Pech, and C. Triantaphylidès. 1991. Relationship between stress ethylene production induced by gamma irradiation and ripening of cherry tomatoes. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 116(6):1000-1003.
- 10) Maletta, M. and H. W. Janes. 1987. Interrelation of root and shoot temperatures on dry matter accumulation and root growth in tomato seedlings. *J. Hort. Sci.* 62(1):49-54.
- 11) 박권우·김영식. 1991. 수경재배의 이론과 실제. 고려대학교 출판부 pp 253-267.
- 12) Papadopoulos, A. P. and H. Tiessen. 1987. Root and air temperature effects on the elemental composition of tomato. *J. Amer. Soc. Sci.* 112 (6):988-993.
- 13) Smith, D.L. 1987. *Rockwool in Horticulture.* Grower Books, London.
- 14) 土岐知久. 1986. NFT式水耕栽培の理論. 農業及び園藝 61(1):129-134.
- 15) 山岐肯哉·鈴木芳夫·條原 温. 1976. 主要野菜の養液栽培(水耕)に関する研究, 特に培養液管理とみかけの吸収濃度(n/w)について. 東教大農學部紀要. 22:53-100.
- 16) 安井秀夫. 1986. 固形培地式養液栽培の理論. 農業及び園藝 61(1):147-159.