

방울토마토의 여름재배시 適正水耕栽培方式 究明

金 永 植

상명여자대학교 원예학과

The investigation of Appropriate Hydroponic System for Cherry Tomatoes in Summer Season

Kim, Young-Shik

Dept. of Horticulture, Sangmyung Women's University

Summary

This study was carried out to investigate the appropriate 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 among 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 is recommended for the summer cultivation of cherry tomatoes.

키 워 드 : 수경재배, 방울토마토, 담액수경, 果色

Key words : hydroponics, cherry tomato, deep flow culture, fruit color

緒 論

수경재배방식의 종류는 많으나 현재 유럽에서는 압면재배, 일본에서는 담액수경이 방울토마토를 생산하는데 주로 사용되는 방식이다¹⁾. 이와같은 지역에 따른 차이는 기후의 특성에 기인하는 경우가 많은데, 토마토의 경우 재배기간이 길어 재배기간중 여름이나 겨울이 포함되는데 일본의 경우 유럽에 비해 온도의 연교차가 큰 것이 주요 이유중 하나로 생각할 수 있다. 압면은 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 판별하기가 어렵고, 근권 온도가 기온이나 햇빛에

의해 크게 영향을 받아 배양액 온도만 조절해서는 근권 온도를 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 불의의 위험에 강하고, 온도의 변화가 적으며, 근권 온도의 조절이 쉬워 우리 나라처럼 기온 변화가 크며 수경 전문가를 둘 수 없는 생산 환경에서는 장점을 가질 수 있다. 그러나 작물에의 수분 공급 조절이 어려워져 재배 중에 생육을 조절하는 것이 어렵고, 시설비가 많이 들고, 토양 전염균이 만연되기 쉽고, 펌프 작동비가 많이 드는 단점을 가진다⁶⁾. 단, 탱크의 크기는 비료회석기의 사용으로 소형화 추세에 있다⁸⁾. NFT의 큰 장점이라고 할 수 있는 것은 담액

수경에서 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 가진다¹⁴⁾.

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 중요하다¹²⁾.

방울토마토재배시, 우리나라에서의 여름재배에 적합한 水耕栽培方式는 기후의 특성을 고려하여 결정해야 하는데, 본 실험에서는 각 방식을 비교 연구하여 우리나라에 적합한 수경재배방식을 구명하는 것을 실험목적으로 한다.

材料 및 方法

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 사용하였다¹⁵⁾.

7월 14일, 하루동안 물에 담가 두었던 암면매트(가로3cm×세로3cm×높이3cm)에 종자를 파종한 후, 암면매트를 플라스틱연결포트에 넣고, styrofoam panel로 폭73×길이163×높이9cm 되게 만들어서 검정비닐로 방수한 파종용 베드에 플라스틱연결포트를 넣었다. 7월 20일에 발아하여 떡잎이 완전히 전개하고, 본엽이 나오려고 할 때, 담액수경과 NFT방식으로 처리할 식물들을 직경9cm의 플라스틱수경포트에 매트를 넣고 주위를 자갈로 채운 후, 포트를 각 베드에 20cm간격으로 이식하였다. 육묘상은 styrofoam panel로 가로70cm×세로90cm되게 만들어 20cm간격으로 구멍을 뚫은 베드를 이용하

였고, 이식한 후 포트하단에 물이 닿도록 액면을 조정하였다. 암면재배할 식물들은 육묘용 암면큐브(가로10cm×세로10cm×높이5cm)에 암면매트를 그대로 끼워 넣고 역시 같은 육묘상에 놓았다. 액면은 포트속에 있는 매트밑의 자갈에 오도록 하였으며, 배양액을 표준의 1/2농도로 공급하였다(7월 24일). 8월 6일에는 다시 표준농도로 바꿔 주었다.

재배 system은 2개의 배양액 탱크를 준비하여 하나는 담액수경과 NFT에 사용하였고, 또 하나는 암면재배에 이용하였다. 암면재배의 경우에는 점적관수하였다. 암면재배는 비순환식으로 하고, 담액수경과 NFT에서는 순환식으로 하였다. 급액간격은 낮 1시간, 밤 2시간 간격으로 매회 15분씩 급액하였다.

뿌리가 포트밖으로 충분히 나온 후 담액수경과 NFT의 경우에는 액면을 낮추고 8월 21일에 정식하였다. 암면재배에서는 2조의 정식베드용 암면판(가로90cm×세로15cm×높이7cm)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 새우기 정지법으로 하여 5화방까지 출현하면 위로 2엽을 남기고 적심하였다. 5화방 위에서 나오는 측지는 생장시키되 잎이 2매 달리게 하고 적심하였다. 8월 22일부터 개화하기 시작하였으며, 토마토론 처리는 화방당 2~3회(5화, 10화, 15화) 개화할 때마다 100배액을 분무) 실시하였으며 적화는 하지않았다. 9월 1일부터 착과하기 시작하여 9월 22일에 처음으로 착색되었다.

과실은 화방에 관계없이 수확하여 즉시 외형품질, 색, %건물중, 전유기산, 당(Brix %), EC, pH, vitamin C 등의 분석에 사용하였다. 과색은 chromameter (CR300, Minolta, Japan)를 利用하여 標準光源 C 狀態에서 L, a, b 方式로 測定하여 a값이 15 이상인 과실에 대하여만 품질을 분석하였다⁹⁾. 품종에 따라 성숙시 과색의 차이가 존재하나 대부분의 품종은 15이상에서 완숙이다⁴⁾. 과실의 전유기산함량은 滴定에 의한 全酸度를 測定하는 方法으로 측정하였으며 citric acid의 양으로 환산하였다. 糖의 함량은 Brix 당도계(hand refractometer, 일본 Atago사)를 이용하여 %Brix(과즙100g내 sucrose의 g數에 상당)로 나타냈으며, vitamin C는 DNP method로 분석하였다. 屈折糖度計에 의한 당함량을 전유기산함량으로 나눈 糖酸比로 맛의 특성을 조사하였다.

結果 및 考察

주경의 기부직경은 담액수경에서 커서 주경의 부피생장이 가장 좋은 것으로 나타났다(Table 1). NFT와 압면재배는 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, 압면의 順이었다.

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 착색일도 담액수경에서 발아후 66일(1화방), 74일(2화방), 80일(3화방), NFT에서 68일(1화방), 73일(2화방), 81일(3화방), 압면재배에서 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 차이는 없었다(Table 4). 화방별 과실의 수확량은 화방에 관계없이 담액수경에서 가장 많고 압면재배, NFT의 순이었으나, 압면재배와 NFT 사이에는 큰 차이가 없었다. 따라서 총수확량도 같은 경향을 나타냈다(Table 5).

과실의 품질을 분석한 결과(Table 6), 건물물, 유기산, 경도 등은 담액수경에서 낮아서 부드럽고 덜 신 것을 보였다. 압면재배에 비해 담액수경에서 당도가 약간 낮은 경향을 보였으나 당산비는 담액수경에서 높아서 단 맛을 나타냈으며, vitamin C 도 약간 많았다.

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 압면재배에 비해 담액수경에서 액온이 크게 올라가지 않았던 점을 들 수 있다(Table 7). 각 방식에 대하여 시설을 보완하면 NFT나 압면재배에서도 생육이 개선될 수는 있겠으나, 근본적으로 방울토마토의 여름재배에서는 담액수경방식이 바람직한 것으로 사료되며 담액수경방식중에서도 균온온도를 제어하는 것이 요구된다.

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

Cultural system	DFC ²	NFT	RC
Base diameter(cm)	1.48 _a ^y	1.38 _b	1.40 _b

² 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.

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

Leaf position ²	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

² 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 ²	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

² The right opposite side of each cluster

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

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

The order of cluster	DFC ²	NFT	RC
1	51.8 _a ^y	44.2 _b	47.0 _{ab}
2	63.0 _a	55.8 _b	57.6 _b
3	60.0 _a	50.0 _b	59.4 _a

² 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(ea) per cluster for hydroponic systems.

The order of cluster	DFC ²	NFT	RC
1	46.6 a ³	39.7 b	42.2 b
2	53.0 a	40.4 b	44.6 b
3	48.0 a	36.1 c	40.4 b
Total	147.6 a	116.2 b	127.2 b

²DFC : deep flow culture, NFT : nutrient film technique, RC : rockwool culture

³Means with the same letter within a row are not significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test.

Table 6. Differences in qualities for hydroponic systems.

Items	DFC ²	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

²DFC : 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 ²	NFT	RC
40°C ³	26.3	33.7	34.1
19°C	22.7	21.4	21.0

²Values are air temperatures. 40°C is the highest temperature, and 19°C is the lowest.

³DFC : deep flow culture, NF : nutrient film technique, RC : rockwool culture

摘 要

방울토마토에 적합한 수경재배방식에 관한 연구 결과, 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 C 는 높아 담액수경에서 품질이 약간 우수한 것으로 나타났다. 따라서, 방울토마토의 여름재배에서는 灌漑水耕方式이 바람직한 것으로 평가되었다.

引 用 文 獻

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. Latché, J. C. Pech, and C. Triantaphylidés. 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. 山崎肯哉・鈴木芳夫・條原 潤. 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.
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.

학 회 광 고

한국생물생산시설환경학회에서는 본 학회지의 취지에 찬동하는 개인 및 단체(구독, 찬조)회원을 아래와 같이 접수하고 있사오니 많은 참여를 바랍니다.

— 아 래 —

1. 회원가입접수 : 수시접수
2. 회원가입방법 : 학회지에 삼입된 입회원서에 기재
3. 회비(입회비) : 정회원 10,000원(준회원은 제외)
(년회비) : 정회원 20,000원, 준회원 10,000원
구독회원 40,000원, 종신회원 200,000원
찬조회원 1구좌이상 「1구좌 150,000원」
4. 접 수 처 : 본 학회 사무국