

멜론 관비재배시 고품질 과실생산을 위한 관수량 조절

이한철^{1*} · 조명환 · 엄영철 · 박진면² · 이재한³

¹국립원예특작과학원 시설원예시험장, ²국립원예특작과학원 원예환경과, ³국립원예특작과학원 기획조정과

Control of Irrigation Amount for Production of High Quality Fruit in Melon Fertigation Cultivation

Han Cheol Rhee^{1*}, Myeung Whan Cho, Young Cheol, Jin Meun Park², and Jae Han Lee³

¹Protected Horticulture Experiment Station, NIHHS, RDA, Busan 618-800, Korea

²National Institute of Horticultural and Herbal Science, RDA, Suwon 440-706, Korea

Abstract. This study was conducted to identify the effects of irrigation amount to produce high quality melon fruit in fertigation culture. Irrigation amount of during fruit harvesting period was doubled at the low irrigation point (-45~50 kPa) treatment as 115 mm as than that of the high irrigation point (-20~25 kPa) treatment. The plant growth rates such as stem length, leaf weight and plant height were a little diminished at the low irrigation point (-45~50 kPa) than those of the other treatments. Internode length was however not affected by irrigation amount. Fruit weight was lighter at the low irrigation point (-45~50 kPa) than that of at the high irrigation point and fruit height was shorter, but fruit diameter was not affected by irrigation amount. Fruit soluble solid was 0.9°Bx higher at the low irrigation point (-45~50 kPa) than at the high irrigation point (-20~25 kPa) and net index was higher. Total marketable yield was highest by 3,937 kg/10a at the high irrigation point (-20~25 kPa), but the excellent marketable yield was highest by 2,531 kg/10a at the low irrigation point (-45~50 kPa). Inorganic contents of the soil N, K, Ca and Mg were not affected by irrigation amount. It was therefore thought that optimum irrigation point to produce high quality melon fruit by fertigation culture was -45~50 kPa at ripening stage.

Key words : fertigation culture, inorganic content, irrigation point, yield

서 언

최근원예작물의 토양재배시에 생력적이고 효율적인 재배형태인 관비재배를 도입하려는 농가가 점차 늘어나고 있다. 관비재배(Fertigation)는 관수와 양분을 함께 공급하는 방법으로 작물의 수분과 양분의 과부족에 의한 장애가 없이 근권을 유지하는 방법이다(Sammis, 1980; Shalhevet 등, 1983; Buck 등, 1981). 관비재배에서 관수횟수와 관수량은 재배작물, 재배토양(Freeman 등, 1976), 관수방법 등에 따라 크게 달라지며, 적절한 관수는 비료량을 50% 절감할 수 있다고(Locascio 등, 1977) 한다. 관비재배는 적절한 수분

조절로 과실의 품질, 특히 당도를 높이기 위해 유리하나(Sarr, 1981) 지나친 수분 스트레스는 작물의 생육을 억제할 뿐 아니라 과실의 품질을 크게 떨어뜨린다. 따라서 작물에 적합한 관수를 지속적으로 할 수 있는 시스템이 필요하다(Bernstein과 Francois, 1973).

멜론은 저온과 다습에 약할 뿐 아니라 시비 및 물 관리에 세심한 주의를 하지 않으면 우수한 상품을 생산하기가 어렵다. 멜론은 당도와 외관에 의하여 품질이 결정되므로 당도를 높이고 네트를 고르게 하기 위한 계획적인 토양수분관리가 필요하다. Kamiya(1969)는 전 생육기간 중 가장 물을 많이 요구하는 시기는 교배 후 21일까지라 하였으며 Tamai(1956)는 온실재배에서 토양수분 조절은 정식 후부터 활착 될때까지와 교배를 마칠 때 까지 습하게 하고 그 후에는 건조시키는 것이 좋다고 하였다. 그리고 Lee 등(1994)은 개화

*Corresponding author: rheech@rda.go.kr
Received September 16, 2008; Revised October 10, 2008;
Accepted December 29, 2008

Table 1. Analysis and fertilization content judge of nitrogen and potassium content of soil before melon cultivation.

Constituent	Standard content (kg·10a ⁻¹)(A)	Analyzed content in soil (kg·10a ⁻¹)(B)	Fertigation content (kg·10a ⁻¹)(A-B)
Nitrogen (N)	28	15	13
Potassium (K)	35	20	15

기부터 네트 발현이 완료될 때까지 물 관리가 매우 중요한시기로 이때 물 관리를 소홀히 하면 병해의 다발, 네트 불량, 열과 등으로 과실의 품질의 저하를 초래한다고 하였다. 따라서 본 연구에서는 시설 멜론의 관비재배를 통한 고품질의 과실을 생산하기 위해 개화기 이후 적절한 관수량을 설정하고자 하였다.

재료 및 방법

본 연구는 PE하우스에서 '05년부터 '07년까지 3년간 '에메랄드 하계 1호' 품종을 공시하여 수행되었다. 관수시점은 과실의 비대기 이전과 이후로 구분하여 과실비대기에는 관수개시점을 15~20(-kPa)로 하였고 과실 비대기 이후에는 관수개시점을 20~25, 30~35 그리고 45~50(-kPa)로 처리구를 두었다.

육묘시에는 cell 당 부피가 50cm³인 20공 연결 포트에 피트모스(Sunshine, Genuine Co., Canada)와 펄라이트(No. 1, 삼손(주), 한국)를 1:1(v/v)로 혼합한 상토를 이용하였다. 육묘시 양·수분 관리는 멜론의 야마자키 처방양액 1/3배액을 생육초기에는 1일 1회, 그리고 5엽 전개 후에는 1일 2회씩 관주하였다.

6월 9일에 파종하여 7월 12일에 90×40cm 재식거리로 정식하였다. 시설멜론의 관비재배를 위하여 기본장치로 급액탱크(1톤), 모터(자동식), 다운트랜스(24V), 전자밸브 등의 관비장치를 설치하였고 정식 후 토양수분측정 장치를 두어 관수개시점에 따라 양·수분이 공급되게 하였다. 관비량은 정식 전 토양분석(Table 1)을 실시하여 시비량을 결정하였으며 관비농도는 N과 K 표준량의 1/4농도로 관비를 하였다.

관수 및 관비 방법은 토양수분측정센서(Tensiometer)를 두 식물체의 중간지점에 지표면으로부터 10cm깊이에 매설하고 관수개시점을 설정하고 플라스틱 액비통(1톤)에 물 1톤을 받은 후 1/4농도의 비료를 완전히 녹여 관수 자동공급장치를 이용하여 관수 및 관비를 동시에 실시하고 수확기까지 조절하여 공급하였다. 재배방법은 어미덩굴을 유인줄로 유인한 후 11절 내외에

서 2과를 인공수분하여 발육이 좋은 과실을 착과시켜 1주당 1과씩을 재배하였다. 측지는 전부 제거하고 24절에서 적심하였다. 시험구는 난괴법 3반복으로 배치하였고 생육, 수량등을 조사하였다. 기타 재배 및 조사는 농촌진흥청 멜론재배 및 조사기준에 준하였다.

처리 당 10주씩 3반복으로 식물체의 잎을 채취하여 생체중을 측정한 다음, 시료를 80°C 건조기에서 32시간 건조한 후 건물중을 측정하였다. 수확 후 토양의 무기성분 분석에 있어서 질소와 인산은 시료 10g를 칭량하여 침출액으로 침출한 후 질소는 간이 증류법으로 분석하였고 인산은 Vanadate법으로 분해하여 비색계(UV/VIS spectrophotometer, Lambda 18, Perkin Elmer)를 이용하여 측정하였다. 그리고 K, Ca 및 Mg는 tenery solution으로 분해한 후 원자흡광분광도계(atomic absorption spectrophotometer 3300, Perkin Elmer)로 분석하였다.

결과 및 고찰

관수개시점은 정식 후 개화시까지의 처리에 관계없이 -15kPa, 그리고 과실비대기까지는 15~20kPa로 설정하여 관수를 하였다. 과실비대기 이후부터 수확기까지는 관수개시점을 달리 설정하여 관수하였으며 그때의 관수 횟수와 관수량을 Table 2에 나타냈다.

관수개시점이 20~25(-kPa)에서는 관수횟수는 14회, 관수량은 270mm 이었으며, 30~35(-kPa)구에서는 11회, 211mm 이었고, 45~50(-kPa)구에서는 8회, 115mm 이었다. 관수량이 많은 20~25(-kPa)구가 관수량이 적은 45~50(-kPa)구보다 관수횟수와 관수량이 약

Table 2. Water amount applied in different irrigation points during the growth of melon.

Irrigation point (-kPa)	Times of irrigation	Water amount applied (mm)
20~25	14	270
30~35	11	211
45~50	8	115

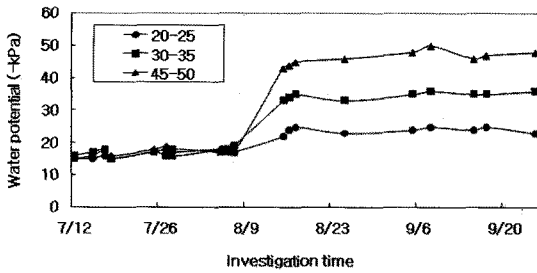


Fig. 1. Changes of soil moisture tension (-kPa) at different irrigation points during melon cultivation.

2배 많았다.

Fig. 1은 관수개시점에 따른 토양수분함량의 변화를 경시적으로 나타낸 것이다.

7월 12일에 멜론을 착과시킨 후부터 8월 9일 과실 비대기까지는 관수개시점을 15~20(-kPa)로 설정한 결과 토양수분은 -18kPa 내외로 유지가 잘되었다. 8월 9일 과실비대후 처리별로 관수개시점을 설정하여 관수량을 조절한 결과 7일후인 8월 16일경에 처리별로 수분함량내 도달하였다. 관수개시점 20~25(-kPa)구는 토양수분함량이 -31kPa 전후로 그리고 30~35(-kPa)구는 -31kPa 전후로 수확기까지 유지되었다. 그러나 45~50(-kPa)구는 -41kPa 전후로 유지되어 원하던 관수개시점에 도달하지 못하였다. 이는 멜론을 재배한 하우스 내 토양의 지하수위가 높아 토양의 수분함량에 영향을 준 것으로 판단되었다.

Table 3은 관수개시점에 따른 멜론의 생육을 나타낸

것으로 관수량이 적은 45~50(-kPa)구가 다른 처리구에 비해 생육이 억제되었다. 줄기의 길이는 45~50(-kPa)구에서 144cm로 다른 처리구에 비해 다소 짧았으나 절간장은 5.6~5.8cm로 처리 간에 차이가 없었다. 잎 생체중 및 건물중은 45~50(-kPa)구에서 각각 512, 58.3g로 다른 처리구에 비해 가벼웠다. 줄기의 길이 및 절간장은 관수량 즉 식물체의 수분흡수량에 따라 차이가 큰 것으로 알려져 있는데(Park 등, 1998), 본 시험에서 줄기 등 생육의 차이가 처리간에 적었던 원인은 과실의 비대기 이후부터 관수량 차이를 둔 결과로 생각되었다. 잎의 건물중이 관수량이 적은 45~50(-kPa)구가 적었던 것은 Oue와 Yatanabe (1982)의 멜론 과실비대기의 관수시험에서 건물중이 소량인 관수구에서 높았다는 보고와 일치하였다.

Table 4는 관수개시점에 따른 멜론의 과실 특성을 나타낸 것이다. 과중은 관수량이 적은 45~50(-kPa) 처리구가 1,634g로 관수량이 많은 20~25(-kPa)구에 비해 다소 가벼웠으나 통계적으로 유의성 있는 차이가 없었다. 수분함량에 따른 과중의 차이가 적었던 것은 멜론 과실의 최대발육기가 개화 후 10~20일이라는 보고(Mcgllasso와 Pratt 등, 1963)에서 미루어 짐작할 수 있듯이 정식 후 27일까지 관수량을 -15~20kPa의 동일한 조건으로 재배하였으므로 처리간에 과실비대에 큰 차이가 나지는 않을 것으로 생각된다. 과정은 처리간에 차이가 없었으나 과고는 45~50(-kPa)구가 다른 처리구에 비해 다소 유의성 있게 작았다. 넷지수는

Table 3. Effect of different irrigation points on the growth of melon.

Irrigation point (-kPa)	Stem lenght (cm)	Internode length (cm)	Leaf width (cm)	Leaf fresh weight (g)	Leaf dry weight (g) ^z
20~25	151.3 a ^y	5.8 a	18.0 a	543.0 a	62.5 a
30~35	157.5 a	5.7 a	17.5 a	546.0 a	61.3 a
45~50	143.6 b	5.6 a	17.1 a	512.0 b	58.3 b

^zTotal weight of leaves in 10th, 11th and 12th node.

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $p \leq 0.05$.

Table 4. Fruit characteristics of melon at different irrigation points.

Irrigation point (-kPa)	Fruit weight (g)	Fruit diameter (mm)	Fruit height (mm)	Net index (1-5) ^z
20~25	1,654 a ^y	15.3 a	14.8 a	2.6 b
30~35	1,675 a	15.9 a	15.3 a	3.3 a
45~50	1,634 a	15.7 a	14.6 b	3.8 a

^zNet index : 1, bad ; 3, good ; 5, excellent

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $p \leq 0.05$.

Table 5. Total yield, marketable yield, sugar content and rate of fruit cracking of melon at different irrigation points.

Irrigation point (-kPa)	Total yield (kg/10a)	Marketable yield (kg/10a)		Ratio of marketable yield (%)	Sugar content (°Bx)	Rate of fruit cracking (%)
		Excellent	Middle			
20~25	5,137 a ^y	1,807 c	2,130 a	76.6	15.2 a	12.5 a
30~35	5,087 a	2,060 b	1,927 b	78.4	14.7 b	10.4 b
45~50	4,889 b	2,531 a	1,358 c	79.5	14.3 b	6.4 c

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $p \leq 0.05$.

Table 6. Chemical properties of soil after melon cultivation.

Irrigation point (-kPa)	pH (1:5)	EC (dS·m ⁻¹)	Ex. Cations (cmol·Kg ⁻¹)			NH ₄ -N (mg·Kg ⁻¹)	NO ₃ -N (cmol·Kg ⁻¹)
			Ca	Mg	K		
20~25	6.37	1.48 a ^z	6.9 a	2.4 a	0.8 a	127.8 a	0.6 a
30~35	6.46	1.37 a	7.6 a	2.8 a	1.1 a	133.2 a	0.9 a
45~50	6.59	1.68 a	7.5 a	2.4 a	1.2 a	120.2 a	0.6 a

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $p \leq 0.05$.

관수량이 적은 45~50(-kPa)구가 3.8로 관수량이 많은 20~25(-kPa) 처리구에 비해 유의성 있게 높았다.

Table 5는 관수개시점에 따른 멜론의 수량과 과실당도를 나타낸 것이다. 총수량은 관수량이 많은 처리구에서 다소 높았으나 상등품수량에서는 관수량이 적은 45~50(-kPa)구가 2,531kg/10a로 가장 많았다. 이것은 Lee 등(1994)의 멜론 관수량 시험에서 개화후 20일까지 관수하고 그 이후에는 관수하지 않은 구에서 상품수량이 높았다는 결과와 일치하였고 Park 등(1998)의 -10kPa의 높은 관수구에서 상품수량이 낮아진다는 결과와 일치하였다. 본 실험에서 관수량이 많을수록 상품수량이 낮아진 원인으로는 열과의 발생과 불규칙한 네트 형성이었는데 45~50(-kPa)구가 네트지수 3.8로 다른 처리구에 비해 유의성 있게 높았다.

Lee 등(1994)도 멜론재배시 개화기 이후부터 네트발현 완료시까지 물 관리를 소홀히 하여 관수량이 많으면 병해의 다발, 네트 불량, 열과 등으로 상품수량이 낮아진다고 하였는데 본 실험의 결과와 일치하였다. 과실의 당도는 관수량이 적은 45~50(-kPa)구가 15.2°Bx로 20~25(-kPa)구보다 0.9°Bx 정도 높았다. Park 등(1998)의 머스크 멜론의 관수시험에서 관수개시점 -50kPa에서 15.1°Bx의 높은 당도를 나타내었고, Masuda와 Kodera(1953)은 토양수분이 많은 상태에서는 멜론의 당도가 낮고 과실비대 후에 관수를 하지 않으면 과실의 당도가 높았다고 하여 관수량 조절방법은 다르지만 본 실험과 유사한 결과를 얻었다.

시험 후 토양의 화학성에서는 45~55(-kPa)구의 토양 EC가 다소 높았으나 토양 산도는 pH6.4~6.6로 처리 간에 차이가 없었다. Ca, Mg 및 K의 함량은 처리구에 따른 통계적인 유의차가 없었으며 NH₄-N 및 NO₃-N 함량도 처리 간에 차이가 없었다(Table 6).

이상의 결과에서 멜론의 관비재배시 개화 후부터 과실비대기까지는 관수개시점을 15~20(-kPa)로 설정하여 과실의 비대에 수분이 부족하지 않게 관리하고 과실비대기 이후에는 관수량을 줄여 45~50(-kPa)로 관리하고, 또한 재배 전 토양의 질소와 칼리의 함량을 분석하여 표준시비량에서 부족한 양을 추비로 관수와 함께 공급하면 당도가 높은 과실을 생산할 수 있을 것으로 판단된다.

적 요

멜론의 관비재배시 고품질 과실을 생산하기 위해 과실비대기 이후 관수시점을 20~25, 30~35 그리고 45~50(-kPa)로 각각 설정하여 실험한 결과를 요약하면 다음과 같다. 관수량은 관수개시점 45~50(-kPa)구가 115mm로 20~25(-kPa)구보다 2배 적었다. 줄기의 길이는 45~50(-kPa)구에서 144cm로 다른 처리구에 비해 다소 짧았으나 절간장은 처리 간에 차이가 없었다. 잎 생체중 및 건물중은 45~50(-kPa)구에서 각각 512, 58.3g으로 다른 처리구에 비해 가벼웠다. 과중은 관수량이 적은 45~50(-kPa) 처리구가 1,634g로

관수량이 많은 20~25(-kPa)구에 비해 다소 가벼웠다. 과정은 처리 간에 차이가 없었으나 과고는 유의성 있게 작았다. 총수량은 관수량이 많은 처리구에서 다소 많으나 상등품수량은 관수량이 적은 45~50(-kPa)구가 2,531kg/10a로 가장 많았다. 과실의 당도는 관수량이 적은 45~50(-kPa)구가 15.2°Bx로 20~25(-kPa)구보다 0.9°Bx 정도 높았다.

이상의 결과에서 멜론의 관비재배시 개화 후부터 과실비대기까지는 관수개시점을 15~20(-kPa)으로 설정하여 과실의 비대에 수분이 부족하지 않게 관리하고 과실비대기 이후에는 관수량을 줄여 45~50(-kPa)로 관리하면 당도가 높은 과실을 생산할 수 있을 것으로 판단되었다.

주제어 : 관비재배, 관수개시점, 무기성분 함량, 수량

인용문헌

- Bernstein, L. and L.E. Francois. 1973. Comparison of drip, furrow and sprinkler irrigation. *Soil Sci.* 115:73-86.
- Bucks, D.A., L.J. Erie, O.F. French, F.S. Nakayama, and W.D. Pew. 1981. Subsurface trickle irrigation management with multiple cropping. *Trans ASAE.* 24:1482-1489.
- Freeman, B.M., L. Blackwell, and K.V. Garzoli. 1976. Irrigation frequency and total water application with trickle and furrow systems. *Agric. Water Manage* 1:21-31.
- Kamiya, E. 1969. Culture and management of house melon. 155-164.
- Lee, K.B., S.K. Kim, C.H. Yang, and J.D. So. 1994. Effect of irrigation period on quality of melon (*Cucumis melo* L.). *J. Korean Soc. Soil Sci. FERT.* 27:269-274.
- Locascio, S.J., J.M. Myers, and F.G. Martin. 1977. Frequency and role of fertilization with trickle irrigation for strawberries. *J. Amer. Soc. Hortic. Sci.* 102(4):456-458.
- Masuda, T. and M. Kodera. 1953. Study on fruit enlargement in melon culture. *Annual Research Report.* 1953. The University of Okayama 2:38-43.
- Mcglasson, W.B. and H.K. Pratt. 1963. Fruit set patterns and fruit growth in cantaloupe. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 83:495-505.
- Oue, S. and N. Yatanabe. 1982. Development of production and quality of vegetables in protected retarding culture at Hokuriku region. *Annual Research Report.* 1982. Hokuriku Hort. Research Station p.41.
- Park, D.K., J.K. Kwon, J.H. Lee, Y.C. Um, H.T. Kim, and Y.H. Choi. 1998. The effect of soil water content during at fruit ripening stgs on yield and quality in musk melon. *J. Bio. Fac. Env.* 7:330-335.
- Sammis, T.W. 1980. Comparison of sprinkle, trickle, subsurface and furrow irrigation methods for row crops. *Agron. J.* 72:701-704.
- Sarr, M.K.V. 1981. The role of irrigation in vegetable production. In: Spedding CRW (ed). *Vegetable for feeding people and livestock.* Macmillan, London.
- Shalhevet, J. D. Shimshi, and T. Meir. 1983. Potato irrigation requirements in a hot climate using sprinkler and drip methods. *Agron. J.* 75:13-16.
- Tamai, K. 1956. Study on optimum irrigation of land. *Annual Research Report.* 1956. Ehime Hort. Research Station 6:201-241.