

Effects of Irrigation Control by Time and Integrated Solar Radiation on Muskmelon Quality in Perlite Culture¹⁾

Kim, H. J. · Kim, Y. S.*

Department of Horticultural Science, Sangmyung University, Chonan 330-180

Abstract

Effects of irrigation control by time and integrated solar radiation on muskmelon quality in perlite culture were investigated. Sugar content of melon flesh was high in the irrigation treatment at the following times : 6:00, 8:00, 10:00, 11:00, 12:00, 12:30, 13:00, 13:30, 14:00, 14:30, 15:00, 16:00, and 17:00(T-2), compared to the irrigation treatment at every hour from 6:00 to 18:00(T-1) within the irrigation experiment controlled by time. Within the irrigation experiment controlled by integrated solar radiation, sugar content was as high as 15.7(Brix °) in the $240\text{Wh} \cdot \text{m}^{-2}$, compared to the 180, the 200, and the $220\text{Wh} \cdot \text{m}^{-2}$. Fruit firmness was low in T-2 within the irrigation experiment by time and in the $200\text{Wh} \cdot \text{m}^{-2}$ within the irrigation experiment by integrated solar radiation. Fruit size was smaller in the treatment controlled by integrated solar radiation than by the time treatment. Fruit weight was the heaviest in T-1. The weight of the shoot except for the fruit was lower in treatment of irrigation by integrated solar radiation than by time. In conclusion it is suggested that the appropriate integrated solar radiation per each irrigation cycle should be $180\sim 200\text{Wh} \cdot \text{m}^{-2}$ in the early growing stage, and then gradually increased to $240\text{Wh} \cdot \text{m}^{-2}$ from net formation to harvest time.

Key words: automation, *Cucumis melo*, fruit, hydroponics, sugar content

* Corresponding author

¹⁾ 본 연구는 1999년도 농림부 농림기술관리센터의 첨단기술개발 연구과제(관리번호 296026-5)로 수행되었음.

서 론

과채류에서 과실의 당도를 증진시키기 위한 연구는 많이 진행되고 있다. 즉, 칼슘(Bernadac 등, 1996)이나 칼륨(Kaith와 Awasthi, 1996) 등 영양성분의 조성을 조절하는 방법, 근권의 배양액 농도를 증가

시키거나(Cho 등, 1996; Cho와 Chung, 1997) 관수량 자체를 줄여(Amato 등, 1994) 흡수되는 수분의 절대량을 감소시키는 방법 등이 있는데, 일반적으로 수분 흡수를 조절하여 당도를 높이는 경우가 많다. 특히 멜론은 배지 내 수분의 양을 조절하여 네트발현과 당도를 증진시키는

연구가 많이 행해지고 있다 (Bhella, 1985; Hartz, 1997; Pew와 Gardner 1983). 그러나 이러한 연구들은 대부분 토양재배에서 점적관수나 도랑관수를 하고, 주로 수확 전에 수분의 양을 조절하여 당도를 증진시키는 연구에 국한되어 있다. 멜론은 생육단계(착과기, 비대기, 네트발현기, 성숙기)가 분명하기 때문에 계획적인 수분관리가 필요하고, 일별 기후조건에 따라 수분의 흡수량 차이가 있으므로 일별 급액량을 조절하여야 효율적인 관리가 이루어질 수 있다. 현재 필라이트 재배시 이들 생육단계별, 계절별, 일사량에 따른 배지 내 적정 수분함량과 급액관리 기술이 정립되어 있지 않은 실정이다.

관수제어는 식물 요구도에 맞추어 배양액을 공급하는 것이 이상적이고 배양액 손실을 최저로 해야하며 품질을 높이는 것이 중요하다. 이러한 관수제어 방법으로는 타이머 제어법에서부터 수액흐름장치를 이용한 제어법에 이르기까지 여러 가지가 있으나, 양액재배에서는 타이머법과 적산일시량 제어법이 최근 과채류 재배에 많이 채택되고 있다(Roh와 Lee, 1997a, 1997b). 타이머법은 작물 생육단계 및 계절에 따른 급액량을 조절하기가 어렵고 비순환식 배지경일 경우에는 급액량 과부족현상을 초래할 수 있으나, 설치조작이 간단하고 저렴하여 널리 사용되고 있다. 식물자체의 정보와 기상자료가 충분할 경우 비교적 적당하게 제어할 수 있는 방법이다.

적산 일사량법은 급액량과 공급량 사이에 얼마간의 지연시간이 발생하고, 일출시 일시적인 수분 결핍증상이 발생할 수 있으나, 적산일사량에 따라 배양액을 공급하므로 식물이 수분을 필요로 할 때 배양액을 공급할 수 있다.

고형배지경은 순수수경과는 달리 수분공급을 용이하게 조절할 수 있다는 점에서 고당도를 목표로 한 재배에 적합하나, 배

지의 종류에 따라서 반응이 다르다 (Schiavi 등, 1995). 배지는 보수력, 통기성, 양이온치환능력 등을 고려하고, 재배 기간 중에 이화학적 특성이 변하지 않고 배지 자체에서 무기이온이 용출되거나 pH 변화가 일어나지 않아야 하는데(Park과 Kim, 1998), 필라이트는 이에 상당부분 적합한 것으로 사료된다(Wilson, 1983).

본 연구는 국내에서 가장 일반적으로 사용되고 있는 필라이트를 이용하여 멜론을 재배할 경우 타이머 및 적산일사량에 의한 관수가 과실의 당도와 생육에 미치는 영향을 구명하기 위해 수행되었다.

재료 및 방법

본 실험은 1998년 8월 8일부터 1998년 11월 24일까지 상명대학교 원예과학과의 three quarter 유리온실에서 수행되었다. 공시작물은 머스크멜론(*Cucumis melo* L.)인 'World'(농협종묘개발센터)였다. 8월 8일 72공 육묘판에 '바로커'(서울농자재) 배지를 채우고 종자를 파종한 후, ebb and flow 방식으로 육묘하였다. 발아 10일 후부터 1/2 농도의 Yamazaki 멜론 배양액(山崎, 1982)을 공급해 주었다. 정식 일은 9월 3일 이었다. 정식베드는 가로110×세로35×높이15cm 크기의 성형스티로폼베드였으며, 필라이트(파라트 1호, (주)삼손)를 채우고 배지에 배양액을 충만시킨 후에 본엽 3매인 묘를 정식하였다. 처리당 3주씩 정식하였고, 그루사이는 40cm, 줄간은 90cm였다. 본엽이 8매 일 때 떡잎과 제1본엽을 제거하였고 본엽이 10매가 되었을 때 제2본엽 및 제3본엽을 제거하였다. 제거된 자리는 유허가루로 덮어주어 만고병을 예방하였다. 개화하기 2일 전에 24절에서 주지를 적심해 주었고, 착과지는 3엽을 남기고 적심하였다. 수분은 9월 22일 시작하였다. 과실이 달걀크기가 되었을 때 그루당 1과를 남기고 모두 적과하였다.

처리 전에는 타이머에 의해 1시간 간격으로 급액하였다. 처리는 수분 30일(성숙기) 후부터 시작하여 타이머에 의해 급액하는 방법, 적산일사량에 의해 급액하는 방법을 채택하였다. 타이머 처리는 배양액 자동 급액 시스템과 타이머를 연결하여 배양액을 공급하였다. 오전 6시부터 18시까지 한시간 간격으로 급액하는 처리구(T-1)와, 6시부터 18시까지 급액하되 7시, 9시, 18시 급액을 제외하고 12:30, 13:30, 14:30에 급액하는 처리구(T-2)로 설정하였다. 적산일사량 처리는 광량센서와 자동 급액 시스템을 연결하여 1회 계측되는 적산일사량 값이 각각 180(R-180), 200(R-200), 220(R-220), 240(R-240)Wh·m⁻² 일 때 급액되게 하였다. 모든 처리구는 1회 급액시간을 40초로 설정하였다.

모든 실험에는 본 실험실에서 자체 개발한 배양액 자동 공급 시스템(DCS)을 이용하였다. 배양액은 Yamazaki 멜론용 배양액(山崎, 1982)을 사용하였으며, pH는 5.5~6.5, EC는 2.2~2.5로 유지해 주었다.

타이머 처리에서는 식물이 식재된 베드를 가로120×세로40×높이8cm인 철판저울(CAS, CI-5010A)에 올려놓고 DCS로 배지의 무게를 연속적으로 계측하였다.

과실이 달려 있는 잎이 Mg 결핍증상처럼 되고, 잎의 바깥쪽이 타들어 가는 증상이 확연하게 나타나는 시기(네트가 발견되고 약 한달 후)에 과실을 수확하였다. 수확은 11월 24일에 실시하였다. 수확 후 과실의 수평둘레, 수직둘레, 당도, 경도 등을 측정하였다. 과실의 수평둘레는 적도부근을 중심으로 측정하였고, 수직둘레는 과실의 꼭지 부분과 꽃자리 부분을 통과하여 둘레를 측정하였다. 당도는 당도계(digital refractometer, TRM-110, N.O.W.)를 이용하여 씨가 있는 중심부분인 태좌부(center)와 과육의 가식부분(middle)으로 나누어 측정하였다. 경도는 과실경도계(fruit hardness tester, Cat.

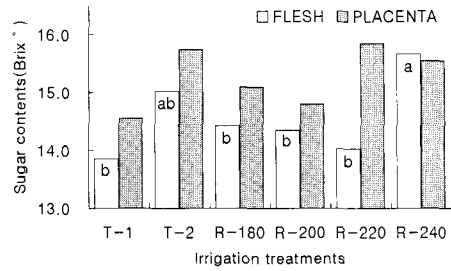


Fig. 1. Sugar contents of flesh and placenta of melon according to irrigation treatments. T-1: Irrigated at every hour from 6:00 to 18:00; T-2: Irrigated at every hour from 6:00 to 18:00, and also at 12:30, 13:30, 14:30 instead of 7:00, 9:00, 18:00; R-180, R-200, R-220, and R-240: Irrigated at every integrated solar radiation of 180, 200, 220, and 240Wh·m⁻², respectively. Mean separation by Tukey's multiple range test, at 5% level.

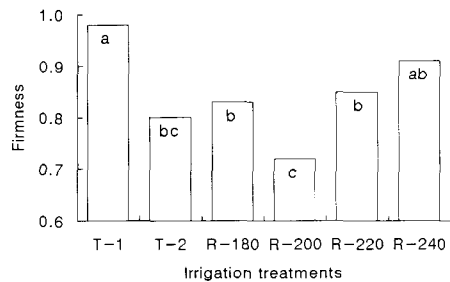


Fig. 2. Firmness of flesh according to irrigation treatments. T-1: Irrigated at every hour from 6:00 to 18:00; T-2: Irrigated at every hour from 6:00 to 18:00, and also at 12:30, 13:30, 14:30 instead of 7:00, 9:00, 18:00; R-180, R-200, R-220, and R-240: Irrigated at every integrated solar radiation of 180, 200, 220, and 240Wh·m⁻², respectively. Mean separation by Tukey's multiple range test, at 5% level.

No. 9300, N.O.W.)를 사용하여 가식하는 부분을 과실당 4회 반복 측정한 후 평균 값을 계산하였다.

결과 및 고찰

타이머 처리와 적산일사량 처리에서 당도는 R-240(1회 적산되는 값이 $240\text{Wh} \cdot \text{m}^{-2}$)을 제외하고는 처리에 관계없이 태좌 부분이 과육부분 보다 높았다(Fig. 1). 과육부분의 당도는 R-240 처리구에서 15.7로 가장 높았으며, R-240을 제외하고는 처리간 차이가 없었다. 타이머 처리의 경우 처리간 유의성은 없었으나 1시간씩 일정하게 급액한 처리구(T-1)보다 오후과실의 크기와 무게는 처리간 유의성이 없었다(Fig. 3, 4). 그러나, 과실의 크기는 타이머 처리구보다 적산일사량 처리구에서 크기가 작은 경향을 보 12시 이후에 집중적으로 급액해 준 처리구(T-2)에서 약간 높게 나타났다. 경도는 T-1 처리구에서 가장 높았다(Fig. 2). 타이머 처리에서는

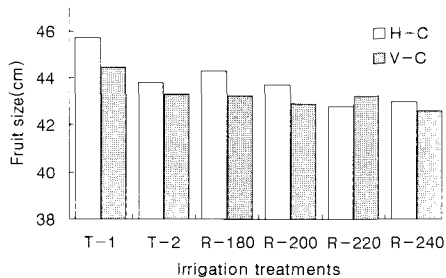


Fig. 3. External size of melon according to irrigation treatments. T-1: Irrigated at every hour from 6:00 to 18:00; T-2: Irrigated at every hour from 6:00 to 18:00, and also at 12:30, 13:30, 14:30 instead of 7:00, 9:00, 18:00; R-180, R-200, R-220, and R-240: Irrigated at every integrated solar radiation of 180, 200, 220, and $240\text{Wh} \cdot \text{m}^{-2}$, respectively. Mean separation by Tukey's multiple range test, at 5% level. H-C: Horizontal circumference; V-C: Vertical circumference

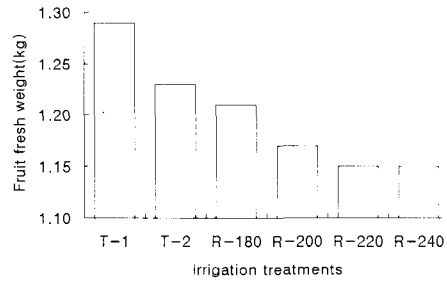


Fig. 4. Fruit fresh weight(kg) according to irrigation treatments. T-1: Irrigated at every hour from 6:00 to 18:00; T-2: Irrigated at every hour from 6:00 to 18:00, and also at 12:30, 13:30, 14:30 instead of 7:00, 9:00, 18:00; R-180, R-200, R-220, and R-240: Irrigated at every integrated solar radiation of 180, 200, 220, and $240\text{Wh} \cdot \text{m}^{-2}$, respectively.

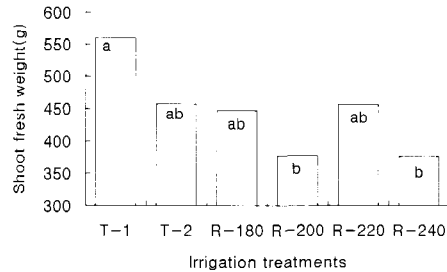


Fig. 5. Shoot fresh weight(g) according to irrigation treatments. T-1: Irrigated at every hour from 6:00 to 18:00; T-2: Irrigated at every hour from 6:00 to 18:00, and also at 12:30, 13:30, 14:30 instead of 7:00, 9:00, 18:00; R-180, R-200, R-220, and R-240: Irrigated at every integrated solar radiation of 180, 200, 220, and $240\text{Wh} \cdot \text{m}^{-2}$, respectively. Mean separation by Tukey's multiple range test, at 5% level.

T-2 처리구에서, 적산일사량 처리에서는 R-200에서 값이 낮았다. 과실의 크기와 무게는 처리간 유의성이 없었다(Fig. 3, 4). 그러나, 과실의 크기는 타이머 처리구보다 적산일사량 처리구에서 크기가 작은 경향을 보였다(Fig. 3). 과실의 무게는

T-1 처리구에서 가장 높고 R-240에서 가장 낮은 경향을 보였다(Fig. 4). 과실을 제외한 지상부 무게는 T-1 처리구에서 가장 높게 나타났다(Fig. 5). 적산일사량 처리구에서는 R-220에서 높았다.

타이머 처리의 베드 무게는 맑은 날 ($5230\text{Wh} \cdot \text{m}^{-2}$)의 경우 T-1 처리구에서는 오전에는 높았으나 광도가 높은 낮 동안에는 떨어진 반면, T-2는 일정한 수준을 유지하였다(Fig. 6). 흐린 날($910\text{Wh} \cdot \text{m}^{-2}$)에는 두 처리가 비슷한 수준을 유지하였으나 T-1에서 변화량이 많아(Fig. 7), 광도에 관계없이 T-2에서 배지 내 수분함량이 일정하게 나타났다.

타이머에 의해 급액된 처리에서는 한시간씩 급액된 처리에서보다 12~15시 사이에 집중적으로 급액해 주었던 것이 배지 내 수분함량의 변화가 적고, 미미하지만 당도가 높았으므로 타이머로 제어해 줄 경우 정오 시간대의 급액에 주력해야 할 것으로 사료된다. 타이머 급액과 적산일사량에 의한 급액의 효과는 적산일사량에 의한 처리 중 1회 적산 값이 $240\text{Wh} \cdot \text{m}^{-2}$ 일 때 다른 처리구들에 비하여 당도가 가장 높았으므로 멜론 재배시 적산일사량에 의해서 배양액을 공급해주는 것이 타이머법 보다 좋을 것으로 사료된다. Roh와 Lee(1997b)는 필라이트 오이 재배시 적산일사량 제어 법에 의해 급액했을 때 식물이 필요로 할 때 원하는 만큼의 수분을 공급할 수 있었고, 또한 오전에 한시간 동안 적산일사량에 의해서 급액했을 때 근권환경의 영양소 균형과 수분을 유지하는데 효과가 있다고 하였다. 반면에 타이머로 제어했을 경우 근권의 양액의 영양소 비율을 균형 있게 유지해 줄 수 없었다고 하였다(Roh와 Lee, 1997a). 이 등(1994)은 생육시기별로 관수량을 달리 하였을 경우, 생육기간 전반에 걸쳐 다량 관수한 것은 네트 및 당도가 불량하고 열과율이 높았고, 개화 시부터 개화 후 20일까

지만 다량 관수한 처리구에서는 상품성 있는 과실의 수확량이 많았다고 보고하였다. 본 실험에서 적산일사량에 의한 처리로 과실의 당도는 증가하였으나 과실의 크기가 다른 처리구들에 비해서 작았기 때문에 생육단계를 고려하여 생육초기에는 1회 적산 값을 $180\sim 200\text{Wh} \cdot \text{m}^{-2}$ 로 낮추어 주거나 1회 급액시간을 변경하여 급액해 주고, 네트 발현이 완성되고 과폭

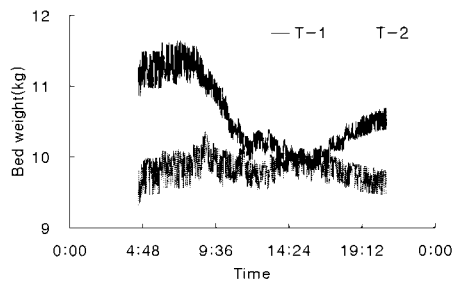


Fig. 6. Bed weight(kg) on sunny day in treatments controlled by time clock. T-1: Irrigated at every hour from 6:00 to 18:00; T-2: Irrigated at every hour from 6:00 to 18:00, and also at 12:30, 13:30, 14:30 instead of 7:00, 9:00, 18:00.

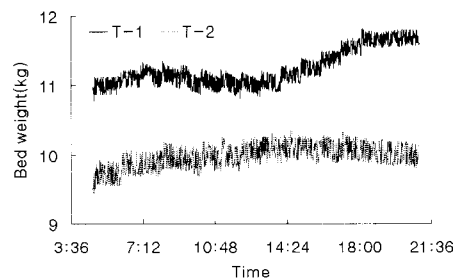


Fig. 7. Bed weight(kg) on cloudy day in treatments controlled by time clock. T-1: Irrigated at every hour from 6:00 to 18:00; T-2: Irrigated at every hour from 6:00 to 18:00, and also at 12:30, 13:30, 14:30 instead of 7:00, 9:00, 18:00.

생장까지 마친 후(수확전 20일)부터 적산 일사량을 $240\text{Wh} \cdot \text{m}^{-2}$ 로 처리하고 1회 급액량을 초기보다 줄여나가는 방식이 바람직할 것으로 사료된다.

Literature Cited

1. Amato, A., I. Giordano, A. Pentangelo and B.J. Bieche. 1994. Irrigation of processing tomato in relation to availability of water in the soil or to different mET reintegration. *Acta Hort.* 376 : 307-312.
2. Bernadac, A., I. Jean-Baptiste, G. Bertoni and P. Morard. 1996. Changes in calcium contents during melon fruit development. *Sci. Hort.* 66 : 181-189.
3. Bhella, H.S. 1985. Muskmelon growth, yield, and nutrition as influenced by planting method and trickle irrigation. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 110(6) : 793-796.
4. Cho, J.Y., B.S. Lee, S.J. Chung. 1996. Effects of NaCl in nutrient solution during seedling stage on the growth and fruit quality of tomato grown in aeroponics. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 37(1) : 28-32.
5. Cho, J.Y., S.J. Chung. 1997. Effects of salinity in nutrient solution during seedling stage and after transplanting on the growth and development of aeroponically grown tomato. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 38(6) : 647-653.
6. Hartz, T.K. 1997. Effects of drip irrigation scheduling on muskmelon yield and quality. *Sci. Hort.* 69 : 117-122.
7. Kaith, N.S and R.P. Awasthi. 1996. Effect of potassium on starch, sugar, carbohydrate, amino-acid and protein in leaf of apple grafts. *J. Potassium Research* 12(1) : 65-69.
8. Lee, K.B., S.K. Kim, C.H. Yang, C.H. Yoo, J.H. Chon, D.K. Lee and J.D. So. 1994. Effect of irrigation period on quality of melon(*Cucumis melo* L.). *J. Korean Soc. Soil. Fert.* 27(4) : 269-274.
9. Park, K.W. and Y.S. Kim. 1998. Hydroponics in horticulture. *Academy.* p. 177-183.
10. Pew, W.D. and B.R. Gardner. 1983. Effects of irrigation practices on vine growth, yield, and quality of muskmelons. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 108(1) : 134-137.
11. Roh, M.Y. and Y.B. Lee. 1997a. Predictive control of concentration of nutrient solution according to integrated solar radiation during one hour in the morning. *Acta Hort.* 440 : 256-261.
12. Roh, M.Y. and Y.B. Lee. 1997b. Control of amount and frequency of irrigation according to integrated solar radiation in cucumber substrate culture. *Acta Hort.* 440 : 332-337.
13. Schiavi, M., A. Venezia, D. Casarotti and G. Martignon. 1995. Muskmelon cultivation on substrates. *Acta Hort.* 401 : 265-270.
14. Wilson, G.C.S. 1983. Analytical analysis of perlite substrate. *Acta Hort.* 150 : 41-46.
15. Yamazaki, K. 1982. Soilless Culture. Hakuyu Press, Tokyo, Japan. p. 41

필라이트 재배시 시간 및 적산일사량에 의한 관수제어가 멜론의 품질에 미치는 효과

김혜진 · 김영식*
상명대학교 원예과학과

적 요

필라이트 재배시 타이머 및 적산일사량에 의한 관수가 멜론의 과실 품질 및 생육에 미치는 영향에 대하여 연구하였다. 과육부분의 당도는 타이머의 경우 6:00부터 17:00까지 한시간마다 급액하고 12:00 이후에 3회(12:30, 13:30, 14:30) 급액해 준 처리구(T-2)에서 약간 높았다. 적산일사량 처리에서는 1회 적산값이 $240\text{Wh} \cdot \text{m}^{-2}$ 이었을 때 15.7로 가장 높았다. 경도는 타이머 처리의 경우 T-2 처리구에서 낮게 나타났고, 적산일사량 처리에서는 적산값이 $200\text{Wh} \cdot \text{m}^{-2}$ 일 때 낮았다. 과실의 크기는 타이머 처리 보다 적산일사량 처리에서 작았다. 과실의 무게는 처리간에 큰 차이를 보이지 않았다. 과실을 제외한 지상부중은 타이머 처리에서는 6:00부터 18:00 사이에 한시간 간격으로 급액한 처리구에서 높았고, 적산일사량 처리에서는 적산값이 200, $240\text{Wh} \cdot \text{m}^{-2}$ 때 약간 낮았다. 따라서, 생육초기에는 적산일사량을 $180 \sim 200\text{Wh} \cdot \text{m}^{-2}$ 로 낮추어 주거나 1회 급액시간을 변경하고, 네트 발현이 완성되고 과폭 성장까지 마친 후(수확 전 20일)부터 적산값을 $240\text{Wh} \cdot \text{m}^{-2}$ 로 처리하고 1회 급액량을 초기보다 줄여나가는 방식이 바람직할 것으로 사료된다.

주제어: 과실, 당도, 양액재배, 자동, *Cucumis melo*