

## 온수 지중가온이 참외의 과실특성 및 수량에 미치는 영향

신용섭 · 이우승\* · 연일권 · 최성국 · 최부술  
경북농촌진흥원 성주과채류시험장, \*경북대학교 농과대학

### Effect of Root Zone Warming by Hot Water on Fruit Characteristics and Yield of Greenhouse-Grown Oriental Melon (*Cucumis melo* L.)

Shin, Y. S · Lee, W.S\* · Yeon, I. K · Choi, S. K · Choi, B. S  
Sungju Fruiting Vegetable Experiment Station Gyeongbug P.R.D.A. Korea  
\*College of Agriculture, Kyungpook National Univ. Taegu, Korea

#### Abstract

This experiment was conducted to investigate the effects of root zone warming on fruit yield of oriental melon (*Cucumis melo* L. var. Makuwa) in winter season. Root zone was warmed by hot water flowing through pipe set at 35cm depth from the ridge.

Treatments of minimum soil temperature at 20cm depth were 17, 21, 25°C and non-warming from Jan. 18 to Apr. 18. The results are summarized as follows.

1. The blooming of female flower was faster 1 days in 17°C plot, 6 days in 21°C plot, and 7 days in 25°C plot than in control plot and the days from blooming to harvesting were shorter 5 days in 17°C plot, 11 days in 21°C plot, and 12 days in 25°C plot than in control plot.

2. Mean fruit weight was the highest in 21°C plot, followed 25°C, 17°C and control plots, respectively, and flesh thickness was the highest in 25°C plot, followed by 21, 17°C and control plots, respectively.

3. Early and middle-phase yield was the highest in 25°C plot, followed by 21°C, 17°C and control plots but late yield was the highest in 17°C plot, followed by control, 21, and 25°C plots. Total yield per 10a was higher 33% in 17°C plot, 49% in 21°C plot, and 37% in 25°C plots than in control plot, harvested 1,490kg per 10a.

4. Total yield was highest in 21°C plot, followed by 25°C, 17°C, and control plots. Malformed and fermented fruit rates were the highest in control, followed by 17, 25, and 21°C plots and marketable fruit rate was 21, 25, 17°C, and control plot in order.

주 제 어 : 참외, 지중가온, 과실특성, 수량

Key words : oriental melon, root zone warming, fruit characteristics, yield

## 서 언

최근 시설재배 면적증가와 시설재배 관련기술의 향상으로 하우스내 지상부 환경은 작물재배의 최적환경 조성이 가능하나 지하부 환경은 연구가 미흡하여 축성재배의 경우 낮은 지온으로 인한 정식후 뿌리 활착의 지연, 양수분 흡수불량, 품질 및 초기수량 저하 등 많은 문제점이 발생되고 있다. 11월에서 3월까지 저온기에 생장을 촉진시키기 위해서는 양열재료를 사용하여 지온을 높여주는 방법도 이용되고 있으나 전 생육기간 동안 적정 지온의 유지 및 조절은 매우 어렵다. 또한 저온신장성이 강한 품종의 개발이나 대목을 이용한 접목재배가 이루어지고 있지만 접목재배시에도 생육 한계온도 이하의 저지온은 정식묘의 활착 지연, 품질 및 초기수량 저하로 농가소득 증대에 제한요인이 되고 있다. 따라서 묘의 활착을 촉진시키고 수확기를 앞당겨 상품성 및 수량을 증가시키기 위해서는 지상부의 환경 뿐만 아니라 지하부의 근권환경도 작물생육에 알맞게 조성해 주어야 한다. 근래에 수박<sup>5)</sup>, 풋고추<sup>4)</sup>, 토마토<sup>6)</sup>, 오이<sup>7)</sup>에 대한 지중가온의 연구보고 및 수경재배에서의 근권온도의 조절에 대한 연구<sup>3,5)</sup>가 수행된 바 있으나 실용화를 전제로한 지중가온 연구는 미흡한 실정이다.

본 연구는 과채류중 비교적 저온에 민감한 반응을 보이는 참외를 공시하여 지중가온의 효과를 구명하고자 실시하였다.

## 재료 및 방법

본 실험은 경상북도 농촌진흥원 성주과채류시험장 포장의 폭 9.0m, 측고 2.3m, 동고 3.5m, 길이 50m인 약 136평 규모의 아치형 비닐하우스내에 온수를 이용한 지중난방 장치를 설치하여 수행하였다. 지중가온 시설은 직경 15mm의 폴리에틸렌 파이프를 180cm의 이랑에 20cm 간격으로 2열로 매설한 후 온수보일러를 이용하여 45℃ 정도의 온수를 순환시켜

가온하는 방법을 이용하였다. 파이프 매설은 작물재배 종료후 경운작업에 지장이 없도록<sup>2)</sup> 지하 35cm 부위에 매설하였다.

시험구는 지하 20cm 깊이의 평균지온을 17℃, 21℃, 25℃구로 조절하였고 무가온구를 대조구로 하였으며 가온기간은 1월 18일부터 4월 18일까지 일정하게 유지시켜 관리하였다.

공시품종은 성주지역에서 널리 재배되고 있는 단성화 계통의 참외 금싸라기은천을 신토좌 대목에 접목하여 공시하였다. 경종개요는 1995년 11월 25일 참외종자를 육묘판에 파종하고 7일 후 대목을 파종하였으며, 접목은 그 후 10일째에 호접을 실시하였다. 정식은 1996년 1월 18일 180cm 이랑에 45cm 간격으로 1주씩 정식하여 흑색 고밀도 필름을 멀칭하고 야간의 보온을 위하여 하우스내에 길이 2.4m 강선으로 소형터널을 설치하여 0.03mm 투명비닐과 12온스 보온부직포를 4월 20일까지 2중으로 피복관리하여 무가온재배 하였다. 적심은 정식전에 주지 4마디에서 실시하여 그 후 2개의 아들덩굴을 유인하여 17마디에서 적심하였다.

10a당 시비량은 N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O를 25-7.7-16kg, 퇴비 3,000kg, 석회 200kg을 시비하였는데, N 및 K<sub>2</sub>O는 60%를 추비로 3회 분시하였고 나머지는 전량 기비로 시용하였다. 시험면적은 구당 16.2㎡로 설정하여 구당 20포기씩 공시하여 완전임의배치법 3반복으로 실시하였다.

과육의 두께는 반복당 5개의 과실을 취해 과실 중앙부 횡단을 절단하여 조사하였고 당도는 과육부의 과즙을 착즙한 후 Brix 당도계(Atago N1, Brix 0~32%)로 가용성 고형물 함량을 측정하였다. 무기성분 함량분석은 80℃의 열풍기에서 48시간 건조시켜 시료를 완전히 식힌 다음, 유발에서 분쇄하여 0.5g을 취하여 과염소산 : 과산화수소 : 황산 = 9 : 4 : 1의 용액 100ml에 넣어 24시간 방치한 후, 250℃ 열판에서 4시간 분해한 액을 Watman NO. 6 여과지로 여과하여 200ml로 Mess up한 후 분석에 사용하였다. 분석은 PERKIN-ELMER 2380 Atomic absorption spectropho-

tometer로분석하였으며 기타 조사는 농촌진흥청 조사기준에 의하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 암꽃의 개화반응

지중가온에 따른 암꽃의 개화 및 수확일수를 조사한 결과 (그림 1), 무가온구에 비하여 지온이 높을수록 암꽃의 첫 개화일수는 빨랐고 첫 수확 소요일수도 단축되었는데, 암꽃의 첫 개화는 무가온구의 경우 파종 87일 후에 시작되었는데 비하여 17℃구에서는 86일 후, 21℃구에서는 81일 후 그리고 25℃구에서는 80일 후에 시작되어 무가온구에 비해 각각 1일, 6일 및 7일 정도 빨랐다.

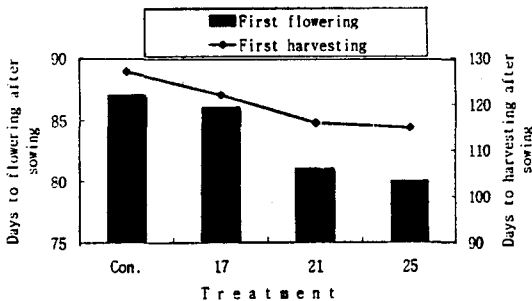


Fig. 1. Days of fruit flowering and harvesting after sowing by root zone temperature in oriental melon.

수확 소요일수도 지온이 높을수록 단축되어 무가온구의 경우 파종 127일 후에 첫 수확을 시작하였으나 17℃구에서는 122일 후, 21℃구에서는 116일 후, 25℃구에서는 115일 후에 첫 수확을 시작하여 무가온구에 비하여 17℃구에서는 5일, 21℃구에서는 11일 그리고 25℃구에서는 12일 정도 단축되었다. 특히 첫 수확 소요일수의 단축은 초기수량과 직결되는 것으로 지중가온의 가장 큰 장점으로 판단되었다. 이와 같이 지중가온에 따른 개화촉진의

효과에 대해서 이<sup>7)</sup>는 오이에서, Cathey<sup>1)</sup>는 구근아이리스 재배에서 지온상승으로 개화가 촉진된다고 하였고, Chu와 Toop<sup>2)</sup>는 토마토 재배에서 지온상승으로 수확일수가 단축된다고 보고하였다.

### 2. 과실의 비대

과장의 신장은 지온이 높을수록 빨라 개화 당일 과장의 길이는 무가온구의 1.32cm에 비하여 17℃구에서는 1.65cm, 21℃ 및 25℃구에서는 1.66cm로 가온구에서 0.33~0.34cm 정도 길게 나타나 암꽃 개화이전에 자방의 생육에도 지중가온의 영향이 있는 것으로 판단되었다(표 1). 과장의 신장은 무가온구에 비해 지온이 높을수록 빨라 개화 5일 후부터 급속한 증가를 보였는데, 평균 과장이 10cm 정도에 도달하는 시기는 무가온구의 경우 개화 후 40일 정도 소요되었으나 17℃구에서는 35일 정도, 21℃구 및 25℃구에서는 30일 정도 소요되어 무가온구에 비해 17℃구에서는 5일, 21℃구 및 25℃구에서 10일 정도 과장의 신장이 빨라지는 것을 알 수 있다. 이와 같이 지중가온구에서 과실의 비대가 촉진되는 것은 양수분 흡수의 증가 및 동화산물의 이동이 원활히 이루어졌기 때문인 것으로 판단되었는데, 이<sup>7)</sup>도 오이 지중가온 재배에서 지온상승으로 과실의 신장속도가 빨라진다고 보고하였다.

### 3. 과실의 무기물 함량

4월 10일에 수확한 과실의 무기성분을 조사한 결과 (표 2), 태좌부에서는 처리간에 차이가 없었고 과육부에서는 차이가 있었는데, 무가온구 과육부의 인산 함량은 0.42%였는데 비하여 17℃구에서는 0.46%, 21℃구에서는 0.59%, 25℃구에서는 0.69%로 높았고, 칼슘 함량도 무가온구의 과육부가 0.41%인데 비하여 17℃구에서는 0.42%, 21℃구에서는 0.47%, 25℃구에서는 0.46%로 무가온구에 비해 가온구에서 유의하게 높았다. 그러나 마그네슘 함량은 무가온의 0.33%에 비하여 17℃구에서는 0.31%, 21℃구에서는 0.26%, 25℃구에서는

Table 1. Growth of oriental melon fruit by root zone temperature.

Treatment	Fruit length (cm)								
	0 <sup>a</sup>	5	10	15	20	25	30	35	40
Control	1.32	3.88	6.54	7.84	8.64	8.90	9.18	9.32	10.07
17°C	1.65	4.91	7.55	8.47	8.96	9.24	9.78	10.57	11.15
21°C	1.66	4.98	8.16	9.16	9.40	9.85	10.65	11.24	11.48
25°C	1.66	5.45	8.32	9.32	9.43	9.97	10.71	11.30	11.47

<sup>a</sup>Days after flowering.

Table 2. Mineral nutrient content of fruit by root zone temperature.

Section	Treatment	Mineral nutrient content (%/Dry weight)				
		N	P	K	Ca	Mg
Flesh	control	0.36a <sup>a</sup>	0.42b	1.74ab	0.41b	0.33a
	17°C	0.45a	0.46ab	1.80a	0.42b	0.31a
	21°C	0.52a	0.59ab	1.31b	0.47a	0.26a
	25°C	0.21a	0.69a	1.66ab	0.46a	0.18a
Placenta	control	0.67a	1.03a	1.70a	0.39a	0.29a
	17°C	0.69a	1.11a	1.73a	0.43a	0.28a
	21°C	0.44a	1.14a	1.76a	0.40a	0.18a
	25°C	0.32a	1.29a	1.81a	0.38a	0.29a

<sup>a</sup>Means followed by the same letters are not significantly different within columns by 5% Duncan's multiple range test.

0.18%로 가운데구에 비해 무가온구에서 증가하는 경향이었으나 처리간에 유의성은 없었다. 이것은 무가온구에 비하여 가운데구에서 뿌리 및 잎의 생리활력이 높아 이로 인해 무기물 흡수가 증가된 때문인 것으로 판단되었다. 이러한 결과로 볼 때 지중온도에 따라 비료의 흡수량에 많은 차이를 보이므로 지중가온에 따른 적정시비량에 대한 검토가 필요할 것으로 생각되었다.

#### 4. 과실 특성 및 품질

표 3은 지중가온에 따른 과실의 특성을 나타낸 것으로 과중, 과장, 과폭 및 과육은 지온이 높을수록 증가하는 경향이었으나 당도는 처리간에 차이가 없었다.

수확초기에는 지온이 높을수록 과중이 증가하여 무가온구에 비하여 17°C구가, 17°C구에 비하여는 21°C구가, 21°C구에 비하여 25°C구에서 과중이 무거웠다. 과육두께는 무가온구에 비하여 가운데구에서 두꺼웠는데, 무가온구의 14.2mm에 비하여 17°C구 및 21°C구는 14.3mm로 무가온구와 차이가 없었으나 25°C구는 16.9mm로 유의하게 두꺼워 가식부위가 많았다.

수확중기의 과중은 21°C > 25°C > 17°C > 무가온구의 순이었고 과육두께는 무가온구에 비하여 21°C구 및 25°C구에서 유의하게 두꺼웠다.

수확후기의 과중은 21°C > 17°C > 무가온 > 25°C구의 순이었고, 과육두께는 무가온구에 비하여 21°C구에서 유의하게 두꺼웠다. 평균

Table 3. Fruit characteristics of oriental melon at different harvest time by root zone temperature.

Harvest stage	Treatment	Fruit weight (g)	Fruit length (cm)	Fruit diameter (cm)	Flesh thickness (mm)	Soluble solids (°Brix)
Early	Control	287.5b <sup>1</sup>	11.0	7.0	14.2b	13.4a
	17°C	294.3b	10.3	6.9	14.3b	14.1a
	21°C	314.9a	11.4	7.6	14.3b	14.0a
	25°C	382.8a	11.0	8.5	16.9a	14.2a
Middle	Control	256.1a	9.9	7.1	13.4b	14.9a
	17°C	271.4a	10.5	6.9	14.2b	14.1a
	21°C	428.0a	12.4	8.3	18.2a	13.3a
	25°C	402.2a	11.2	8.2	17.9a	13.3a
Late	Control	318.1a	9.9	7.1	14.9b	13.2a
	17°C	321.8a	10.8	6.9	15.6b	13.4a
	21°C	337.8a	12.5	8.3	17.4a	14.1a
	25°C	290.4b	11.1	8.2	15.7b	13.1a
Mean	Control	287.2b	10.2	7.2	14.1b	13.8a
	17°C	295.8b	10.5	7.1	14.7b	13.8a
	21°C	360.2a	12.1	7.9	16.6a	13.8a
	25°C	358.5a	11.1	7.9	16.8a	13.5a

<sup>1</sup>Early : Apr. 3 to 10, Middle : Apr. 11 to 22, Late : Apr. 23 to June 7, 1996.

<sup>2</sup>Means followed by the same letters are not significantly different within columns by 5% Duncan's multiple range test.

Table 4. Percentage of fruits quality of oriental melon by root zone temperature.

Treatment	Total yield (kg/10a)	Malformed (%)	Fermented (%)	Infected (%)	Marketable (%)
Control	2,351b <sup>2</sup>	20.7a	14.6a	1.3a	63.4b
17°C	2,941a	19.5a	12.1a	0.9a	67.5a
21°C	3,110a	16.1a	11.0a	1.7a	71.2a
25°C	3,012a	18.5a	11.8a	2.0a	67.7a

<sup>2</sup>Means followed by the same letters are not significantly different within columns by 5% Duncan's multiple range test.

과중은 21°C > 25°C > 17°C > 무가온구의 순이었고, 과육두께는 25°C > 21°C > 17°C > 무가온구의 순이었다.

표 4는 지중온도별 참외 과실의 품질을 나

타낸 것으로, 기형과율은 무가온구의 20.7%에 비하여 17°C구에서는 1.2%, 21°C구에서는 4.6%, 25°C구에서는 2.2% 감소하였다. 발효과율은 무가온구의 14.6%에 비하여 17°C구에서는

2.5%, 21℃구에서는 3.6%, 25℃구에서는 2.8% 감소하였다. 상품과율은 무가온구의 63.4%에 비해 17℃구에서는 4.1%, 21℃구에서는 7.8%, 25℃구에서는 4.3% 증가하였다. 이상의 결과로 볼 때, 지온이 높을수록 총수량은 증가하고 기형과율 및 발효과율은 감소하여 상품과율은 증가하는 경향이였으나, 21℃보다 25℃구에서 총수량 및 상품과율이 감소한 것은 수확 후기에 뿌리의 노화축진이 주 원인으로 판단되었다.

### 5. 수량성 비교

지중가온에 따른 수확시기별 상품과수량에 있어 초기 및 중기의 수량은 지온이 높을수록 증가하였으나 후기수량은 17℃구에서 증가하였는데 (표 5), 4월 10일 이전까지의 10a당 상품과 총수량은 무가온구의 90kg에 비해 17℃구에서는 101%, 21℃구에서는 672% 그리고 25℃구에서는 831% 정도로 무가온구에 비해 17℃구에서는 1%, 21℃구에서는 572% 그리고 25℃구에서 731% 증수하여 생육 초기인 저온기에 지중가온의 효과가 뚜렷함을 알 수 있다.

중기에는 무가온구의 614kg에 비해 17℃구에서는 777kg, 21℃구에서는 871kg, 25℃구에서는 886kg으로 무가온구에 비해 17℃구에서는 27%, 21℃구에서는 42% 그리고 25℃구

에서는 44% 증수하였다. 그러나 후기에는 무가온구의 786kg에 비하여 17℃구에서는 1,117kg으로 42% 증수하였으나 21℃ 및 25℃구는 각각 7%, 49%로 감소하였다. 즉 초기 및 중기에는 25℃구에서 수량이 증가 하였으나 후기에는 25℃구에서 수량이 감소하였는데, 이것은 뿌리 및 지상부의 노화축진에 의한 전반적인 생육부진에 기인된 것으로 판단되었다.

이상의 결과를 종합하면 동계 무가온 시설 재배시 지중가온을 함으로써, 초기 생육축진, 개화의 촉진, 수확일수의 단축 및 조기수확이 가능하였다. 또한 양수분 흡수의 증가로 수량을 증가시키고 품질을 향상시키는 등 지중가온 재배의 효과는 매우 높은 것으로 나타났다. 그러나 지중가온의 실용화를 위해서는 생육 단계별 지온의 조절, 관수시험, 시비량 및 재식거리 시험 등의 연구도 병행되어야 할 것으로 생각한다.

## 적 요

참외 금싸라기은천을 신토좌 대목에 호접하여 저온기 참외 시설재배시 지중가온의 효과를 구명하고자 비닐 하우스내에 온수보일러를 설치하여 지하 35cm 부위에 직경 15mm의 역

Table 5. Marketable yield of oriental melon fruits at different harvest time in root zone warming.

Treatment	Marketable yield (kg/10a)				Index
	Early <sup>a</sup>	Middle	Late	Total	
Control	90c <sup>b</sup>	614c	786b	1,490c	100
17℃	91c	777b	1,117a	1,985b	133
21℃	605b	871a	738c	2,214a	149
25℃	748a	886a	405d	2,039a	137

<sup>a</sup>Early : Apr. 3 to 10, Middle : Apr. 11 to 22, Late : Apr. 23 to June 7, 1996.

<sup>b</sup>Means followed by the same letters are not significantly different within columns by 5% Duncan's multiple range test.

셀파이프를 180cm 이랑에 2열 매설한 후 지하 20cm의 최저 지온을 17℃, 21℃ 및 25℃로 설정하고 1월 18일부터 4월 18일까지 일정하게 유지 관리하여 무가온구와 비교 시험한 결과는 다음과 같다.

1. 암꽃의 개화는 무가온구에 비해 17℃구는 1일, 21℃구는 6일, 25℃구는 7일 정도 빨랐고 첫 수확 소요일수는 무가온구에 비해 17℃구는 5일, 21℃구는 11일, 25℃구는 12일 단축되었다.

2. 평균과중은 21℃ > 25℃ > 17℃ > 무가온구의 순이었고 과육두께는 25℃ > 21℃ > 17℃ 무가온구의 순이었다.

3. 과육부의 무기물 함량은 Mg를 제외한 N, P, K, Ca는 지온이 높을수록 흡수량이 증가하였는데, 특히 인산과 칼슘이 무가온구에 비해 고지온구에서 흡수가 많았다. 인산은 무가온구가 0.42%였으나 17℃구 0.46%, 21℃구는 0.59% 그리고 25℃구는 0.69%였고, 칼슘은 무가온구가 0.41%였으나 17℃구는 0.42%, 21℃구는 0.47% 그리고 25℃구에서는 0.46%였다.

4. 지중온도별 기형과율 및 발효과율은 무가온 > 17℃ > 25℃ > 21℃구의 순이었고 상품과율은 21℃ > 25℃ > 17℃ > 무가온구의 순이었다.

5. 초기 및 중기의 상품과수량은 25℃구가 가장 많았고 그 다음은 21℃, 17℃, 무가온구의 순이었으나 후기에는 17℃구가 가장 많았고 그 다음은 무가온, 21℃, 25℃구의 순이었다. 10a당 상품과총수량은 무가온구의 1,490kg에 비하여 17℃구가 33%, 21℃구가 49%, 25℃구가 37% 증수하였다.

## 인용문헌

1. Cathey, H. M. 1954. Effect of air and soil temperature on the flowering of Wedgewood iris. N. Y. State Flower Growers Bul. 106 : 3-4.
2. Chu, C. B and E. W. Toop. 1975. Effects of substrate potassium, substrate temperature and light intensity on growth and uptake of major cations by greenhouse tomato plants. Can. J. Plant Sci. 55 : 121-126.
3. 최경주. 1994. 근권환경이 오이의 일비액 무기성분과 광합성에 미치는 영향. 전남대학교 박사 학위논문.
4. 최영하, 정재완, 강경희, 박동금. 1993. 하우스 풋고추 다수확재배를 위한 정지방법과 지온개선에 관한 연구. 시험연구보고서(원시) : 639-644.
5. 장병춘. 1993. 근권온도와 용존산소가 양액재배채소의 양분흡수 및 생장에 미치는 영향. 전북대학교 박사학위논문.
6. 김영봉. 1987. 과다시비 및 지온이 토마토의 생육 및 수량에 미치는 영향. 경상대학교 박사학위논문.
7. 이재욱. 1994. 온수지중가온이 동계 시설 오이의 근권환경, 생육 및 수량에 미치는 영향. 경북대학교 박사학위논문.
8. 엄영철, 이재한, 박동금. 1993. 지온 및 기온이 수박의 생육 및 품질에 미치는 영향. 시험연구보고서(원시) : 645-648.