

# 고온기 유리온실의 냉방방법이 토마토 생육 및 수량에 미치는 영향

## Effect of Greenhouse Cooling Method on the Growth and Yield of the Tomato cv. Momotaro in Warm Season

최영하\* · 이재한 · 박동금 · 권준국 · 엄영철<sup>1</sup>  
부산원예시험장, <sup>1</sup>원예연구소

Y. H. Choi\* · J. H. Lee · D. K. Park · J. K. Kwon · Y. C. Um<sup>1</sup>  
Pusan Horticultural Experiment Station, <sup>1</sup>National Horticultural Research Institute

### 서론

온실은 동절기 난방을 주 목적으로 설비되어 년중 작물재배시는 하절기 온실내부 온도가 필요이상으로 상승하여 실내온도가 35~40℃ 정도로 올라가는데 이러한 상태에서의 온도는 많은작물의 생육적온을 벗어난 온도로서 고온장해를 나타낸다. 이같은 문제점을 해결하기 위해 몇가지 냉방방법이 알려져 있는데 에어컨 등과 같은 냉방장치를 이용한 기계적 냉각방식과 수분증발을 통한 증발식 냉각방식으로 대별되며 이중 기계적인 냉방방식은 설비나 유지관리 면에서 비용이 많이들어 비경제적이고, 증발냉각 방식중에서도 Fan and Pad 법이 가장 효과가 좋은 것으로 알려져 있으나 이역시 설치 및 유지비가 많이들고, 페드의 탈부착이 어려워 고정시커농을 경우 동계 광투과에 방해가 되는 등의 문제가 많다. 따라서 본 연구에서는 기 설치된 펜 및 차광막과 포그시스템을 조합하여 처리별 온도강하 효과와 실제농가에의 적용가능성 등을 검토 하였다.

### 재료 및 방법

1996년부터 1998년 까지 3년동안, 유리온실 6동(동당 100m<sup>2</sup>)을 이용하여 하이미스트나 포그의 분사량 차이에 따른 냉방효과를 검토한 결과 펜 단용구에 비해 처리간 큰 차이가 없어 1999년에는 기 시험된 결과를 토대로 펜, 펜+포그, 펜+차광(일사제어), 펜+차광(온도제어)+포그의 4처리로 하여 그효과를 검토 하였다. 펜 가동온도는 30℃, 환기율은 1회/min 정도로 하였고, 차광은 차광율 50% 정도 되는 알루미늄증착 차광막을 이용하여 온도제어 차광은 실내기온 30℃ 이상, 일사제어차광은 토마토의 광포화점을 기준으로 하여 500W · m<sup>2</sup> 이상시 자동차광 되도록 하였다. 포그는 30℃ 이상이면 자동 작동되도록 하였고 살수입경은 50µm, 분사량은 500ml/min/100m<sup>2</sup> 로 하였다. 토마토(하우스모모파로)를 5월20일에 파종하여 7월14일에 재식거리 90×40cm로 하여 동당 각각 100주씩 정식 하였다. 기타 재배법은 농촌진흥청 표준영농교본에 준 하였다.

### 결과 및 고찰

표 1은 윤량≤2.5로 맑은 4일간(8월 9일~8월 12일)의 일 최고온도(13:00~14:00까지 평균), 일 평균온도(08:00~19:00까지 평균) 및 순별 평균온도를 나타낸 것이다. 일 최고온도 평균은 펜 단용구에 비해 펜+차광(일사제어)구는 1.3℃ 낮았고, 포그를 병행할 경우 4.5~

4.8℃ 온도가 하강되어 외기온 보다도 0.5~0.8℃ 낮았다. 펜+포그구와 펜+차광(온도제어)+포그구 간에 온도 차이가 크지 않은 것은 차광망이 쳐짐으로서 천창환기가 불량해지고 광이 투과 되지않아 포그입자의 증발속도가 떨어지는데 그 원인이 있는 것으로 생각된다.

Table 1. Comparison of mean air temperature from 9th August to 12th August in 1999.

Treatment	Temperature(℃)		
	Daily highest value(difference)	Daily mean value(difference)	10-Day mean value(difference)
Fan+Shading(temperature control)+Fog	33.7 (-4.5)	31.9 (-2.7)	29.0 (-1.5)
Fan+Shading(radiation control)	36.9 (-1.3)	34.3 (-0.3)	30.1 (-0.4)
Fan+Fog	33.4 (-4.8)	31.6 (-3.0)	28.9 (-1.6)
Fan	38.2 ( 0 )	34.6 ( 0 )	30.5 ( 0 )
Out door	34.2 (-4.0)	31.2 (-3.4)	26.9 (-3.6)

일평균온도 평균은 일최고온도 평균 보다 2~3℃정도 낮았고 처리간 온도강하효과도 현저히 줄어든 것은 오전일찍과 오후늦게는 차광이나 포그가 작동되지 않았기 때문이다. 펜+포그구와 펜+차광(온도제어)+포그구는 펜 단용구에 비해 2.7~3.0℃정도 낮았고, 펜+차광(일사제어)구는 온도강하 효과가 거의 없었는데 이는 차광되는 시간이 짧았기(표4) 때문이다. 순별 평균온도는 일 최고온도 평균이나 일 평균온도 평균에 비해 온도강하 효과가 더욱 줄어들었다.

그림1은 8월 9일의 처리별 일사량 변화이다. 펜 단용구와 펜+포그구는 실외일사량과 비슷한 일변화를 보이고 있으나 펜+차광(온도제어)+포그구는 10시 이후부터 거의 종일 차광되었고 펜+차광(일사제어)구는 일사량이 500W/m<sup>2</sup>보다 많은 12시~14시 사이에 차광망의 개폐가 반복되어 일사량 변화가 심 하였다.

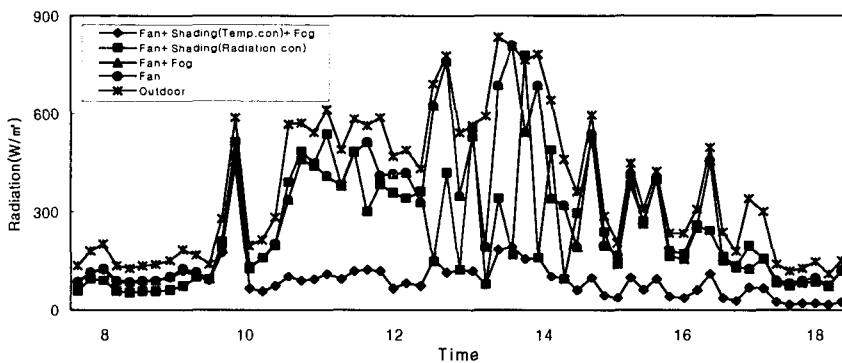


Fig. 1. Change of radiation on 9th. August(cloud amount≤2.5) in 1999

표 2는 운량≤2.5로 맑은 4일간(8월 9일~8월 12일)의 일평균 및 순별 평균 일사량 과 상대습도를 나타낸 것이다. 일평균 일사량은 펜 단용구와 펜+포그구가 각각 실외 일사량의 74%, 73%로 처리간 차이가 없어, 포그 처리는 일사량에 영향을 미치지 않는 것을 알 수 있었다. 일사제어 차광구는 일사량이 강할때 단속적으로 차광되어 실외 일사량의 60% 수준 이었고, 온도제어 차광구는 차광시간이 길어 실외 일사량의 22% 정도까지 심하게 떨어져서 차광에 의한 온도저하 효과 보다는 일사량 부족에 의한 동화량 감소가 우려되었다. 순별 평균 일사량은 일평균 일사량에 비해 현저히 감소되었으나 처리간 차이는 다소 줄어들었는데 이는 흐린날이 많았기 때문이다. 상대습도는 포그구가 타 처리구에 비해 높을 것으로 예상 했으나 처리간 큰 차이가 없었고, 전처리구에서 60~70% 수준이었다.

Table 2. Comparison of radiation and relative humidity according to the treatment

Treatment	Radiation(W · m <sup>2</sup> )				Relative humidity(%)	
	Daily		10-Day		Daily	10-Day
	mean (Index) value	mean (Index) value	mean (Index) value	mean (Index) value	mean value	mean value
Fan+Shading(temperature control)+Fog	89.2 (22)	80.7 (30)			64.9	70.4
Fan+Shading(radiation control)	245.6 (61)	186.5 (68)			61.4	71.7
Fan+Fog	292.8 (73)	188.1 (69)			68.5	72.4
Fan	295.7 (74)	191.4 (70)			56.0	65.4
Out door	400.8 (100)	272.4 (100)			56.6	67.3

표 3은 토마토의 '96~'99까지 처리별 상품수량을 나타낸 것이다. '96년~'98년까지는 펜 단용구의 수량이 가장 많았고 온도제어 차광구는 수량이 현저히 떨어졌다.

Table 3. Comparison of marketable yield of tomato cv. momotaro in 1996, 1997, 1998 and 1999.

Treatment	Marketable yield(kg/10a)				
	'96(Index)	'97(Index)	'98(Index)	Mean index	'99(Index)
Fan+Shading(temp. control)+Fog	6,949 (94)	4,207(63)	4,510(85)	(81)	3,211 (69)
Fan+Shading(temp. control)	5,568 (75)	4,995(75)	4,460(84)	(78)	-
Fan+Shading (radiation control)	-	-	-	-	4,780 (103)
Fan+Fog	-	-	-	-	4,415 (95)
Fan	7,408 (100)	6,637(100)	5,315(100)	(100)	4,631 (100)

온도제어 차광구의 수량감소는 지나친 차광에 의한 동화량 감소가 주원인으로 생각되었는데 맑은 날에는 거의 온종일 차광되었고, 흐린날에도 기온이 30℃ 이상되는 날이 많아 차광되는 시간이 길었다(표4). 따라서 토마토와 같이 광포화점이 높은 작물은 차광에 의한 온도저하 효과보다는 광량감소에 의한 수량감소가 많아 온도제어 차광처리는 고온기 온도강하 방법으로 적합하지 않은 것으로 생각되었다.

'99년에도 온도제어 차광구가 수량이 가장 적었다. 펜+포그구가 펜 단용구보다 오히려 수량이 적은 것은 포그처리로 온도하강에 따른 긍정적인 효과 보다는 잎이나 화기에 부착된 포그입자에 의해 증산작용이 억제 되거나, 토마토톤의 효과가 떨어진 것 등의 부정적 영향이 더 큰 때문으로 생각된다. 일사제어 차광구는 펜 단용구에 비해 큰 차이는 아니지만 가장 수량이 많았는데 이는 차광시간이 짧아 광량 감소가 크지않으면서 광포화도 이상의 강한광을 차단해준 것이 작물 생육에 좋은 영향을 미친 결과로 생각 된다.

표 4는 차광처리별 차광된 시간인데 온도제어 차광구는 맑은날은 7시간, 흐린날은 5시간, 일평균 6시간 이상 과다하게 차광된 반면 일사제어 차광구는 맑은날은 2시간, 일평균 24분 정도 차광 되어 8월중에도 유리온실내는 토마토의 광포화도로 알려진 7만lux 를 넘는 광이 투과 되는 시간이 많지 않음을 알 수 있다.

Table 4. The shading time according to the daily weather.

Treatment	Shading time(min)		
	Clear (Cloud amount ≤ 2.5)	Cloud (Cloud amount ≥ 7.5)	Daily mean
Fan+Shading(temperature control)+Fog	460	300	360
Fan+Shading(temperature control)	482	316	372
Fan+Shading (radiation control)	140	-	24

### 요약 및 결론

여름철 시설내 온도 강하를 위해 차광, 포그, 미스트, Fan and Pad 등 다양한 방법들이 행해지고 있고 그 효과에 대해서도 잘 알려져 있다. 그러나 대부분의 효과가 일 최고기온시의 처리방법간 상대적인 비교를 나타낸 것이므로 우리나라와 같이 8월의 기상중 맑은날이 몇일 되지않는 경우에 실제로 일평균, 순평균 하게되면 그효과는 미미하게 된다.

따라서 여름철 시설의 온도강하를 위해서는 비용이 많이들지만 외기온보다 온도를 현저히 낮추어 작물생육에 적합한 온도를 맞추어줄 수 있는 Fan and Pad 같은 적극적인 방법을 강구 하든지 그렇지 않으면 외기온 가까이 온도를 내리는 것을 목표로하여 환기율을 높이거나 펜+일사제어차광 등의 경제적인 방법을 택하는 것이 좋다. 토마토의 경우 온도제어 차광은 지나치게 차광되어 수량감소가 많아 부적합 하고 포그처리는 냉방 효과가 크지 않으면서 설치나 유지 관리비에 많은 비용이 소요되므로 재고 되어야 할 것으로 생각 된다.

## 인용문헌

1. 권준국, 엄영철, 박동금, 이재한, 강광윤. 1998. 과채류 여름 재배시 자동차광 효과 구명. 농업과학논문집(원예). 40(1). p. 1-7.
2. 左藤. 1997. 高温下における細霧冷房. 農業および園藝. (8). p. 13-16.
3. 서원명, 민영봉, 박중춘. 1994. 온실의 냉방관리를 위한 기화냉각 시스템 도입(공정 육묘 온실의 자동화 시스템개발 심포지움·워크샵). 경상시설원예연구소. p. 173-178
4. 이기명. 1994. 과채류 시설재배의 고온기 관리기술. 시설원예연구. 7(1). p. 23-31.
5. 우영희, 남윤일, 송천호, 김형준, 김동익. 1994. 하절기 효율적인 하우스 온도, 습도 관리에 관한 연구. 생물생산시설환경학회. 3(1) : 58-65.
6. 우영희, 이정명, 남윤일. 1995. 여름철 유리온실의 목표온도 유지를 위한 강제환기 횟수. 생물생산시설환경학회지. 4(2). p. 223-231.