미스트 분무시간 및 휴지시간 변화에 따른 하우스 냉각효과 검토

Evaluation of Cooling Effects in Greenhouses with Mist System at Variations of Spraying or Non-spraying Time Durations

허종철* · 최동호[2] · 임종환[1] · 서효덕[3]
*,[1]제주대학교 기계공학과, [2]건축공학과, [3]농촌진흥청 제주농업시험장
J. C. Huh* · D. H. Choi[2] · J. H. Lim[1] · H. D. Suh[3]
*,[1,2]Cheju National Univ. & [3]Cheju Agricultural Experiment Station, RDA

서 론

시설농가는 하절기 시설하우스 내 온도가 작물에 고온장애를 일으키는 온도로 상승됨으로 이를 강하시키기 위해 미스트 장치를 이용하여 물을 미립자로 분무한다. 미스트 분무는 투과 일사량을 감소시키며 동시에 하우스내의 기화열을 흡수하나, 분무시 하우스내 습도가 상승하여 작물에 수분장애가 발생함은 너무나 당연하다. 냉각효과, 습도증가 등의 상관관계는 미스트 시스템의 분사노즐의 형태, 분사압력, 노즐간 거리등 많은 변수가 있으나, 본 연구에서는 일반농가에서 저가로 채용되는 미스트 설비를 설치하여 분무시간 및 휴지시간에 따른 하우스내 온도, 일사량, 습도변화를 평가하는데 목적을 두었다.

재료 및 방법

실험용 하우스는 지붕이 PC(Poly Carbonate), 벽체는 비닐(PE film)로 마감된 단동 하우스(6.4m X 28.8m X 4.7m) 4개동으로 구성되어 있으며, 또한 하우스 양측면은 1/3정도 개방이 가능하다.

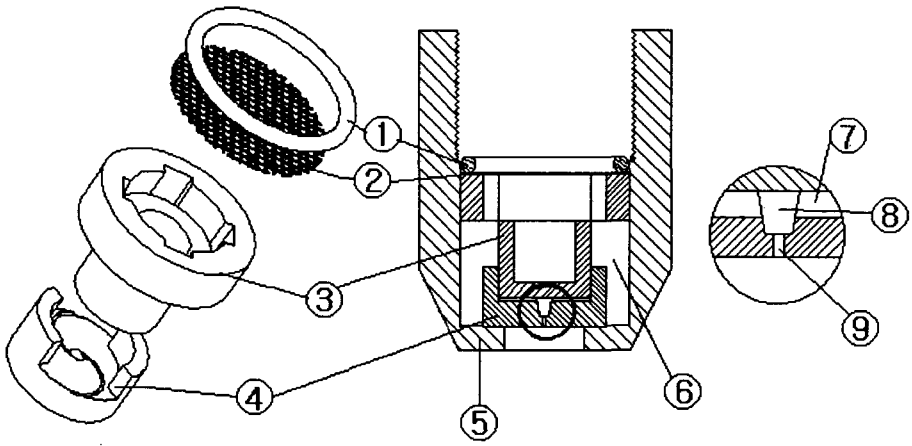
하우스 내 온도는 4개동에 총 140점의 열전대를 설치하여 연직방향과 수평방향의 온도를 측정하였다. 흑구온도는 지상 0.8m 높이에서 측정하였으며, 외기온도는 하우스 밖 2개소에서 측정하였다. 그리고 각동 하우스 실내외에 습도계, 일사량계를 설치하여 습도, 일사량을 계측하였다.

각동의 미스트 냉각라인은 Table 1에 나타낸 것처럼 A동내 2줄(줄간격 3.6m), B동 3줄(줄간격 1.8m), C동 1줄(하우스 중앙), D동은 미설치로 하였고, 미스트 라인에 설치된 노즐과 노즐의 간격은 1.4m 이다. 또한 이들은 피스톤펌프에 의해 가압된 청수가 공급되며 펌프 토출압력은 약 25kgf/cm^2 로 분사된 분무는 완전히 발달된 분무를 형성한다. 미스트 분무노즐의 상세도는 그림 1과 같다.

실험은 하우스 내에 과수가 재배되는 상태에서 측창을 개방하여 실시하였다.

Table 1. Experimental Conditions

Model houses(No. of mist line)	Spraying time	Non-spraying time
A (2) B (3) C (1) D (0)	30 min.	1 hour
	180 sec	600 sec
		300 sec
		100 sec
	120 sec	300 sec
	90 sec	
	60 sec	



1. O Ring 2. Filter(170mesh) 3. 1st Swirler 4. Nozzle Tip 5. Nozzle Cap
6, 8. 1st & 2nd Chamber 7. 2nd Swirler 9. Nozzle(L=0.7mm, D=0.24mm)

Fig. 1 Spec. of simplex swirl atomizer with tangential two slots

결과 및 고찰

Fig. 2, 3, 4는 미스트분무 전 후 약 90분간 시간경과에 따른 외기와 각 하우스별 온도, 습도 및 일사량 변화 추이를 보여준다. Fig. 2로부터 미스트분무 직전의 모든 하우스 온도는 외기온도보다 약 2℃ 정도 높으나, 미스트 분사와 더불어 온도가 급격히 감소하여 외기온도보다 약 2℃ 낮아진 후 30분의 분사기간동안 일정하게 유지되고 있다. 분사종료 후 미스트설치 라인이 1줄인 C동은 2분내에 외기온도에 도달한 후 15분이 경과하여 D동의 온도에 도달하고 있다. 미스트설치 라인이 2줄(A동), 3줄(B동)은 각각 8분, 18분 경과후 외기온도에 도달하고 이후는 외기온도와 거의 같게 유지되고 있으나 미설치 D동 하우스내 온도보다는 낮다.

Fig. 3으로부터 하우스 외부습도는 약 40%이며 하우스내부습도는 약 70%임을 알 수 있다.

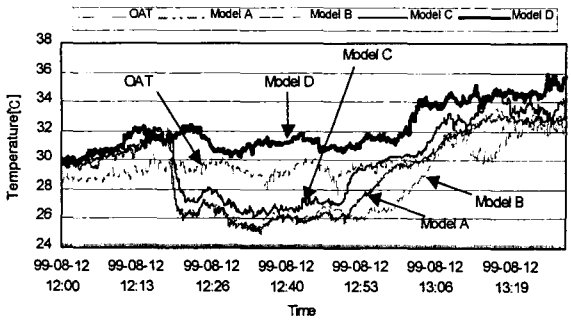


Fig. 2 Variations of outdoor & indoor air temp. at each models

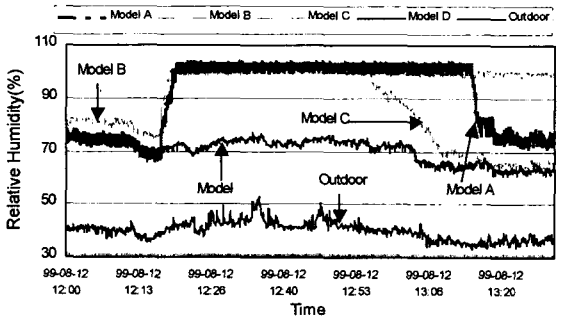


Fig. 3 Variations of outdoor & indoor humidity at each models

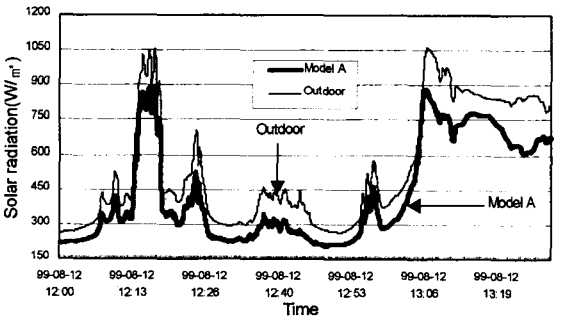


Fig. 4 Variations. of indoor & outdoor solar radiation

분무가 시작되어 1분 이내에 A, B, C동의 습도는 100%에 도달하며, C동은 약 35분, A동은 55분이 경과하고 나서 서서히 미분무 상태의 습도에 접근한다. 분무라인이 3줄인 B동은 시간경과에 상관없이 100%을 유지하고 있다. Fig. 4는 하우스 내외 일사량을 보여준다. 그림으로부터 미스트분무 기간동안 일사량은 분무 전후 일사량보다 현저히 낮다. 또한 분사기간동안 일사량을 검토할 때 미스트에 의한 일사차폐율이 비교적 낮음을 알 수 있다. 이들을 종합할 때 미스트 분무량이 많으면 온도강하 기간은 길어지나 증가된 습도가 지속적으로 유지됨으로 습도장애가 예측되어 따라서 적정한 미스트 분무시간 제어가 필요하다. 또한 분무에 의한 일사량감소율은 비교적 작다.

Table 2.는 A동에 설치된 미스트분무가 분무시간과 휴지시간 변화에 따른 하우스내 온도, 습도, 일사량 변화의 평균값을 보여준다. 분사시간의 180초 일 때 휴지시간이 짧을수록 하우스내 온도강하는 크나 습도가 증가하며, 휴지시간이 300초 일 때 분무시간이 90초일 때 적절한 온도강하와 상대습도가 우수함을 알 수 있다. 그러므로 시설하우스내 고온장애와 습도장애를 극복하고 보다 유리한 실내환경을 유지키 위해서는 적정 미스트 분무량이 존재하는 동시에 분무시간 휴지시간을 충분히 고려되어야만 한다고 사료된다.

적 요

1. 미스트를 장시간 분사시킬 경우 분사기간동안 온도강하는 분사량에 무관하게 일정하나 분사종료 후 온도상승은 분사량이 많으면 온도상승이 현저히 지연된다. 반면 증가된 습도

는 장시간 유지되기 때문에 적정 분사량이 존재한다.

2. 시설하우스내 고온장애와 습도장애를 극복하고 보다 유리한 실내환경을 유지하기 위해서는 적정 미스트 분무량을 유지시켜야 하며 동시에 분무시간과 휴지시간을 충분히 고려해만 한다.

Table 2. Relative comparison of experimental results

Spraying time (sec)		180			120	90	60
Non-spraying time (sec)		600	300	100	300		
Aver. temp. 0.8m(℃)	Model A	31.95	30.15	26.55	29.16	28.58	27.54
	Model D	35.91	34.81	31.85	33.10	31.55	30.37
	Out-door	32.59	32.02	29.95	30.86	30.06	28.73
Globe temp. (℃)	Model A	44.29	40.62	30.54	35.64	33.05	29.80
	Model D	51.72	48.95	39.33	44.53	38.11	35.67
	Out-door	-	-	-	-	-	-
Solar radiation (W/m²)	Model A	306.53	330.43	198.09	259.38	265.42	123.22
	Model D	-	-	-	-	-	-
	Out-door	759.70	693.22	300.16	551.14	323.70	124.03
Relative humidity (%)	Model A	75.88	85.06	101.76	99.98	89.11	93.42
	Model D	58.80	59.97	70.87	63.53	69.32	77.83
	Out-door	33.54	36.54	41.17	39.26	41.23	44.40

참고문헌

1. 남상운, 1998. 증발냉각시스템의 온실냉방 적용성 평가, 생물생산시설환경 논문집, 7권 4호 : 283-289.
2. 윤용철, 서명원, 이종열,, 1998. 온실 냉방용 분무노즐의 분무특성, 생물생산시설환경 논문집, 7권 4호 : 298-310.
3. 서상룡, 성제훈, 1997. 미니 스프링쿨러의 살수 기능 - (2) 살수 입자의 크기, 생물생산시설환경 논문집, 6권 3호 : 183-189.
4. 류관희, 1992. 온도 및 습도의 계측, 생물생산시설환경 논문집, 1권 2호 : 187-191.
5. 박중춘, 민영봉, 서원명, 정한택, 김진일, 1995. 온실의 고온 극복을 위한 몇가지 실험적 분석, 경상대 시설원예연구 논문집, 2권 : 107-121.
6. 서원명, 민영봉, 박중춘, 1994. 온실의 냉방관리를 위한 기화냉각 시스템 도입, 경상대 시설원예 연구 논문집, 1권 : 173-178.
7. 서원명, 윤용철, 박중춘, 손영길, 1995. 우리나라 온실의 냉방시스템 도입 검정, 경상대 시설원예 연구 논문집, 2권 : 123-145.
8. 우영희, 남윤일, 송천호, 김형준, 김동의, 1994. 하절기 효과적인 하우스 온도 습도 관리에 관한 연구, 생물생산시설환경 논문집, 3권 1호 : 58-65.