

커튼개폐조절이 오이재배 시설의 미기상에 미치는 영향 Effect of Thermal Curtain Control on Micro-environment in Cucumber(*Cucumis sativus* L.) Greenhouse

전 희* · 강윤임 · 이시영 · 김학주 · 염성현 · 윤남규

농촌진흥청 원예연구소 시설원예시험장

Hee Chun*, Yun-Im Kang, Si-Young Lee, Hark-Joo Kim, Sung-Hyun Yum, Nam-Gyu Yun
Protected Horticulture Experiment Station, NHRI, RDA, Busan 618-800, Korea

서 론

겨울철 보온 및 가온 재배가 주로 이루어지는 국내의 시설재배는 생산비에서 난방비용이 가장 큰 요인으로 작용한다. 따라서 겨울철에는 태양에너지의 유입을 최대로 하고 보온을 강화하기 위하여 투광성이 우수한 피복자재를 사용하고 열관류가 적은 보온 자재나 시스템을 도입한다. 그러나 겨울철 야간에 시설을 밀폐를 극대화하기 위하여 사용되는 보온커튼은 공기나 수분의 투과가 어렵기 때문에 공기 중에 응축된 수분이 빠져나가지 못하여 다습하게 된다. 결국 곰팡이 계통의 병해가 많아져서 작물의 생육이 정상적으로 이루어지지 못하게 된다. 이러한 병 발생으로 작물 생육이 위축되고 수량 및 상품성이 떨어져서 생산성이 감소되어 농가에서는 해결해야 할 문제로 나타나고 있다.

시설 내부 터널에 다점의 보온자재를 이용하여 야간에 기온과 지온을 높게 유지하여 토마토와 참외 등의 과채류에서 생산성을 향상시켰다는 보고가 있다(Kwon 등, 1999; Shin 등, 2004). 이들 보고는 작물생육에 필수적인 환경 요인 중 가장 중요한 요인이라고 할 수 있는 온도 조건에 한정하여 고찰한 결과이다. 반면에 다습한 환경으로 작물의 생산성이 감소한다는 보고도 많다. 다습한 조건은 곰팡이 병해, 엽연부 괴사, 칼슘 부족 및 도장이 되기 때문에 정밀제어로 습도를 제어해야 한다는 보고가 있다(Kranz, 1996; Arther, 2003; Yunis 등, 1990; Elad 등, 1992; Seginer와 Zloch, 1997; Weiss, 1988).

그러나 농가에서는 고가의 센서와 장치를 이용하지 않고 저렴하면서도 손쉽게 다습한 조건을 억제하기 위한 방법이 필요하다. 이러한 실용기술 중의 대표적인 것이 보온커튼 조절기술일 것이다. 시설에서는 보온을 강화하기 위하여 설치된 보온커튼을 적절히 조절하면 에너지 소모를

크게 하지 않으면서도 습도를 조절할 수가 있다. 본 시험은 시설에서 난방공간의 습도를 낮추기 위하여 보온커튼의 개폐 폭과 시간을 조절하여 작물 생육을 원활하게 하는 방법을 찾고자 수행되었다.

재료 및 방법

시험은 경상남도 사천시에 소재하는 오이재배 농가에서 측고 2.4m, 동고 4.8m, 폭 7.0m, 길이 45m의 규모의 연동형 아치형 파이프 하우스에서 처리를 반복하여 수행하였다. 오이는 1998년 10월 14일 본엽 5매의 묘를 정식하였다. 내부 보온커튼은 2겹의 트로피칼 섬유로 만들어져 예인식으로 구동되었으며, 개폐조절은 커튼개폐 폭이 각각 다른 3개의 시설에서 1998년 11월 1일부터 11월 30일 사이에 커튼개폐시간을 각각 10일간 달리하여 실시하였다. 야간의 커튼 개폐조절은 폭을 10cm, 20cm, 30cm로 하였고, 커튼을 열어놓는 시간은 오후 10시부터 각각 10분, 20분, 30분으로 하였다.

난방이 이루어지는 재배공간에서의 미기상은 자동온습도기록계(HOBO)로 오이의 생장점 부위에서 기온과 상대습도를 측정하였다. 수적량은 오전 8시경에 시설 내부 피복자재 표면에 부착한 물방울을 여과지를 이용하여 정량하였다. 열의 이동상황을 살펴보기 위하여 1중 보온 커튼이 설치된 곳에서 위로 30cm 지점에서 자동온습도기록계(HOBO)로 기온과 상대습도를 측정하였고, 투광율을 조사하기 위하여 일사계(NP42, EKO)로 광도를 측정하였다. 기타 연료 소모량은 유량계측기로 관측하여 재배상면적을 기준으로 환산하였고, 자방 길이가 2cm 이상되는 오이에 대하여 개화소요일수를 조사였고, 만개 시 암꽃의 화폭을 디지털캘리퍼스를 이용하여 조사하였다. 오이의 흰가루병 발생 정도를 조사하기 위하여 처리 당 조사 식물체 수를 3반복으로 반복 당 10개체로 하였다. 식물체 전체 앞에서 병징이 육안으로 판별이 가능한 잎의 비율을 병발생율로 하였다.

결과 및 고찰

가. 시설 내 미기상 및 연료소모율

시설에서 오이가 자라는 군락에서의 기온은 보온커튼의 개폐 폭과 시간이 적을수록 높게 유지되었다. 기온은 폭과 시간이 각각 10cm, 10분 씩 변할수록 0.3~0.9℃ 정도의 낮은 차이를 보였지만, 보온커튼의 처리가 최고로 큰 보온커튼 개폐 폭 10cm, 개폐 시간 10분과 보온커튼 개폐 폭 30cm, 개폐 시간 30분에서는 4.4℃의 차이가 있어 적절한 개폐 폭과 시간의 조절이 필요하였다. 하지만 보온커튼과 2중 피복자재 사이의 기온 차이는 1℃ 미만으로 매우 적게 나타나 시설 내 부위 간 미기상의 차이 정도 밖에는 나타나지 않았다.

Table 1. Air temperature and relative humidity at cucumber plant canopy and 30cm over thermal curtain in heating greenhouse on Nov. 1998.

Thermal curtain control methods		At cucumber plant canopy		At 30cm over curtain	
Opening width (cm)	Opening times (min.)	Air temperature (°C)	Relative humidity (%)	Air Temperature (°C)	Relative humidity (%)
10	10	21.2	85	15.4	96
	20	20.4	87	15.4	92
	30	19.3	89	14.9	88
20	10	19.0	80	16.8	89
	20	18.2	78	15.9	87
	30	17.9	75	15.7	85
30	10	17.3	68	17.1	89
	20	17.0	68	16.8	85
	30	16.8	64	16.4	81

상대습도는 보온커튼 개폐 시간 보다는 보온커튼 개폐 폭에 의하여 차이가 크게 나타났다. 보온커튼 개폐 폭 정도에 따라서 살펴보면 10cm에서 85~89% 정도로 가장 높았고, 20cm에서 75~80% 정도였으며, 30cm에서 64~68% 정도로 나타났다. 이것은 보온커튼 개폐 시간에 따라서는 4~5% 정도 차이가 나지 않았으나, 보온커튼 개폐 폭에 따라서는 평균적으로 21% 차이를 보였다. 결론적으로 적습관리를 위해서는 보온커튼 개폐 폭의 조절이 중요하다는 것을 알 수 있었다. 또한 보온커튼과 2중 피복자재 사이의 절대습도 차이는 보온커튼의 개폐 시간이나 보온커튼의 개폐 폭에 관계없이 4~8% 정도의 편차를 보였다.

시설 내부 피복자재의 표면에 부착된 수적량은 오전 8시 현재 거의 흘러내리지 않고 크고 작은 물방울을 형성하였다. 이를 정량한 결과 보온커튼의 개폐 폭이 10cm 처리에서 0.32~0.39mg/cm² 정도로 가장 많았다. 보온커튼의 개폐 폭이 20cm와 30cm에서는 각각 0.32~0.36mg/cm²과 0.32~0.35mg/cm² 정도로 보온커튼의 개폐 시간 차이에 따른 편차가 적었음을 알 수가 있었다. 그러나 수적량의 차이가 전체적으로 크지 않아 투광율은 67~69% 정도에서 처리간에 차이를 보이지 않았다.

난방에 필요한 연료소모량은 보온커튼의 개폐 폭이 10cm에서 가장 적었으며 처리 시간의 차이가 다른 20cm, 30cm에서 보다 소모되는 차이가 적게 나타나서 보온커튼의 개폐 폭의 차이가 보온커튼의 개폐 시간 보다 경제적인 처리로 여겨졌다.

Table 2. Pending water on surface of covering materials, light transmittance and consumed fuels of 10 days in heating greenhouse on Nov. 1998.

Thermal curtain control methods		Pending water (mg/cm ²)	Light transmittance (%)	Consumed fuels (L · day ⁻¹ · 10a ⁻¹)
Opening width (cm)	Opening times (min.)			
10	10	0.39	68	8.1
	20	0.36	69	8.3
	30	0.32	68	9.1
20	10	0.36	68	9.3
	20	0.33	67	9.8
	30	0.32	68	10.2
30	10	0.35	68	9.7
	20	0.34	67	9.9
	30	0.32	69	11.4

나. 시설 내 흰가루병 발생 정도 및 오이 개화 특성

오이의 생육에 저해요인이 되는 흰가루병의 발생을 염수를 기준으로 판별한 결과, 흰가루병 발생은 보온커튼의 개폐 폭이 적고 처리 시간이 짧을수록 높게 나타났으나 전체적으로 보온커튼의 개폐 폭이나 보온커튼의 개폐 시간 어느 한 쪽의 요인에 치우쳐 나타나지는 않았다.

Table 3. Powdery mildew rate, days to flowering and flower width of female in heating greenhouse on Nov. 1998.

Thermal curtain control methods		Powdery mildew rate (%)	Days to flowering (days)	Flower width (mm)
Opening width (cm)	Opening times (min.)			
10	10	17.3	3.5	9.8
	20	16.0	3.5	10.1
	30	15.8	4.1	9.9
20	10	15.4	4.3	9.7
	20	14.8	4.4	9.5
	30	15.1	4.8	9.3
30	10	13.7	5.1	9.8
	20	14.1	5.3	9.1
	30	12.9	6.2	9.5

오이의 개화 특성을 조사하기 위하여 착과 후 만개하기까지의 개화소요일수를 조사한 결과, 보온커튼의 개폐 폭이 적고 처리 시간이 짧을수록 개화소요일수가 단축되었으나 흰가루병 발생률과 마찬가지로 보온커튼의 개폐 폭이나 보온커튼의 개폐 시간 어느 한 쪽의 요인에 치우쳐 나타나지는 않았다. 반면에 보온커튼의 개폐 폭 10cm에서 보온커튼의 개폐 시간을 10분 처리한 것과 20분 처리한 것에서는 차이가 없었다.

또한 개화 시 암꽃의 화폭은 보온커튼의 개폐 폭이 적고 처리 시간이 짧을수록 개화소요일수가 단축되었으나 뚜렷한 경향을 보이지는 않았다. 그러나 보온커튼의 개폐 폭이 10cm에서 20분 개폐한 것이 30분 개폐한 것보다 화폭이 크게 나타났다.

요약 및 결론

난방에 필요한 연료소모량은 보온커튼의 개폐 폭이 10cm에서 가장 적었으며 처리 시간의 차이가 다른 20cm, 30cm에서 보다 소모되는 차이가 적게 나타나서 보온커튼의 개폐 폭의 차이가 보온커튼의 개폐 시간 보다 경제적인 처리로 여겨졌다. 보온커튼의 개폐 폭 10cm에서 보온커튼의 개폐 시간을 10분 처리한 것과 20분 처리한 것에서는 차이가 없었다. 또한 개화 시 암꽃의 화폭은 보온커튼의 개폐 폭이 적고 처리 시간이 짧을수록 개화소요일수가 단축되었다.

참 고 문 헌

- Arther S. Greathead. 2003. Prevention and management of diseases on vegetable transplants. HortTehnology. 13(1):55-57.
- Elad, Y., D. Shtienberg, H. Yunis, and Y. Mahrer. 1992. Epidemiology of grey mould, caused by *Botrytis cinerea* in vegetable greenhouse. In Recent Advances in Botrytis Research. Pudoc, Wageningen.
- Kranz, J. 1996. (Ed.), Epidemiologie der Pflanzenkrankheiten (epidemiology of plant diseases), Ulmer, Stuttgart, Germany, p. 413 (in Germany).
- Kwon, J. K., Y. H. Choi, D. K. Park, and J. H. Lee. 1999. Effects of covering methods for insolation on heating cost, growth and yield of tomato in greenhouse. J. of Bio-Environment Control. 9(1):58-61 (in Korean).
- Seginer, I., and I. Zloch. 1997. Night-time greenhouse humidity control with a cooled wetness sensor. Agric. For. Meteorol. 85:269-277.
- Shin, Y. S., S. D. Park, H. W. Do, S. G. Bae, J. H. Kim, and B. S. Kim. 2005. Effects of double layer nonwoven fabrics on the growth, quality and yield of

oriental melon(*Cucumis melo* L. var. *makuwa* Mark.) under vinyl house. *J. of Bio-Environment Control*. 14(1):22-28 (in Korean).

Weiss, A., 1988. A sensor for the direct measurement of leaf wetness: construction techniques and testing under controlled conditions. *Agric. For. Meteorol.* 43:241-249.

Yunis H., Y. Elad, and Y. Mahrer. 1990. Effects of air temperature, relative humidity and canopy wetness on gray mold of cucumbers in unheated greenhouses. *Phytoparasitica*. 18(3):203-215.