

냉수배관에 의한 온실의 제습 및 증발냉각효율 증대효과

김문기 · 남상운* · 윤남규

서울대학교 농공학과, 안성산업대학교 농촌개발학과*

Dehumidification and Increment of Efficiency of Evaporative Cooling in Greenhouse with Water Pipe

Kim Moon-Ki, Nam Sang-Woon*, Yun Nam-Kyu

Dept. of Agr. Eng., Seoul Nat'l Univ.

*Dept. of Rural Dev., Anseong Nat'l Polytech. Univ.

I. 연구목적

최근 시설재배 면적이 급증하고 있는 것에 부응하여 시설을 이용한 작물의 주년안정생산에 관한 연구가 활성화 되고 있다. 그러나 여름철의 고온극복과 냉방에 관한 연구는 아직까지도 많은 어려움을 겪고 있다. 우리나라와 같이 사계절이 뚜렷한 기후여건에서는 겨울철의 난방 및 보온에 못지 않게 여름철의 냉방 및 고온극복 대책이 주년안정생산에 있어서 빼놓을 수 없는 중요한 과제가 아닐 수 없다. 현재까지의 온실 냉방법으로 가장 성능이 인정되고 있는 분무냉방법의 경우에는 분무발생으로 인한 실내의 상대습도 증가로 인하여 증발냉각효율이 다소 떨어지는 단점이 있다. 따라서 본연구에서는 온실내에 냉수파이프를 설치하여 파이프 표면의 수증기 응축을 통한 제습으로 분무냉방기의 증발냉각효율을 증대시킴으로써 냉방효과를 높이는 것을 목적으로 이에 필요한 계산 및 분석을 실시하였다.

II. 재료 및 방법

본 연구에서 실험에 이용된 온실은 양지붕형 2연동 PC온실로서 방향은 남북동이고, 폭 8m, 측고 2.7m, 동고 4.6m, 길이 50m이다. 실험에 사용된 파이프는 동파이프와 아연도금파이프의 2종류이며 그 특징 및 치수는 Table 1과 같다.

실험은 물과 공기의 온도차가 15~22℃, 통과유량은 약 7~15 l/min의 범위에서

수행되었다. 파이프에 공급된 물의 온도는 18~20℃였고, 파이프는 1.8m의 높이에 설치하였다. 파이프의 길이는 30m이고, 측정은 파이프의 시작점으로부터 10m지점에서 실시하였다. 측정항목은 파이프의 재료 및 유량에 따른 입구 및 출구온도와 파이프주변 온도, 제습량과 상대습도 등이었다.

III. 결과 및 고찰

1. 제거된 수분의 양

파이프(길이 30 m) 표면에 응축되어 제거된 수분의 양을 실측한 결과(Table 2), 시간당 동파이프의 경우는 0.355 kg, 아연도금파이프의 경우는 0.367 kg의 수증기가 제거된 것으로 나타났다. 제습이전의 온실내 상대습도가 77.6%, 건구온도는 33.2℃, 공기의 밀도는 1.11 kg/m³, 온실의 체적이 2920 m³이므로 실내 공기중의 수증기의 총량은 41.776 kg이다. 따라서, 온실 전체길이에 대해서 냉수파이프를 설치하고, 이를 동마다 3개씩 배치한다면 시간당 제습량은 동파이프는 1.775 kg, 아연도금파이프는 1.835 kg이 된다.

2. 절대습도의 변화

제거된 수증기량이 0.722 kg/hr이므로 절대습도의 변화를 가져오며 그 양은 제습량에 비례한다. 제습을 실시할 경우의 실내 상대습도 및 절대습도의 시간별 변화를 Fig.1, Fig.2에 나타내었다. 일반적으로, 상대습도는 제습이외에도 건구온도의 상승으로 인해 감소되기도 하나 절대습도는 수증기의 추가 공급이 없이는 증가하지 않는다. 제습을 행함에 따라서 절대습도는 외기로부터의 수증기 유입으로 인한 영향을 받기 이전까지는 감소하는 경향을 나타내었다.

3. 증발냉각효율 증대

제습에 의한 증발냉각효율의 증가를 시간별로 나타내면 Fig.3과 같다. 제습을 할 경우에는 그렇지 않을 경우 보다 최대 2.2℃, 평균 1.3℃ 더 냉각이 가능하며, 냉방시스템의 효율도 최대 80%, 평균 48% 증가하는 것으로 나타났다. 따라서 온실 전체길이(=50m)에 걸쳐 파이프를 설치하고, 파이프의 수를 증가한다면 보다 큰 효과가 있을 것으로 기대된다.

Table 1 The Dimensions and Characteristics of Pipes

		Copper pipe	Steel pipe	Remarks
Material		Copper	Steel	
Diameter (mm)	Outside	22.2	27.5	
	Inside	19.92	20.0	
Thickness (mm)		1.14	3.75	
Length (m)		30	30	6 m × 5 EA
Surface Area(m ²)	Outside	2.092	2.592	
	Inside	1.877	1.885	
Conductivity(W/m·°C)		386	43	

Table 2 The Quantity of Vapor Eliminated by Water Pipes (L=30m)

Time	Copper pipe (g)	Steel pipe (g)
1	329	341
2	376	367
3	363	382
4	350	378
Total	1418	1468
Average	355	367

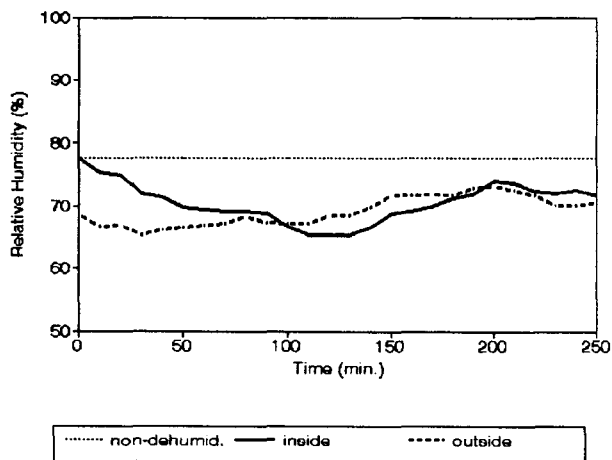


Fig. 1 The changes of relative humidity in greenhouse with water pipes

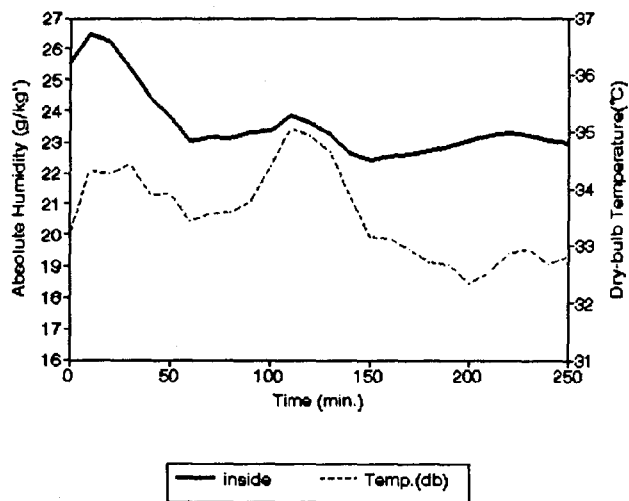


Fig. 2 The relationship of absolute humidity and dry-bulb temperature in greenhouse with water pipes

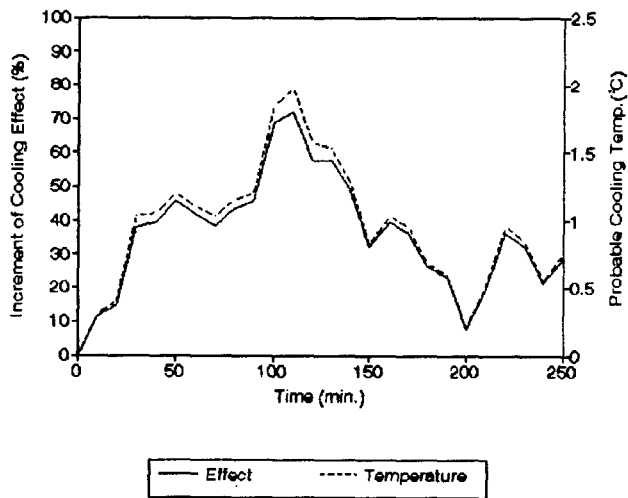


Fig. 3 Increment of efficiency in evaporative cooling system in greenhouse with waterpipes