

증발냉각시스템 설치온실의 실태 조사 및 분석

Field Investigation and Analysis of Greenhouse with Evaporative Cooling Systems

김기성* · 김문기 · 유인호 · 원종선

서울대학교

Kim, K.S.* · Kim, M.K. · Yu, I.H., Won, J.S.

Seoul National University

서론

우리 나라의 기후 특성상 여름철에는 온실내 기온과 지온이 과다하게 상승하여 정상적인 작물 생육을 기대하기 어렵다. 이러한 고온현상을 극복하기 위해 우리 나라 시설원예 농가에서는 소극적이면서 비용이 적게 드는 흑색 차광망이나 자연환기를 주로 이용하고 있으며 냉방 효과가 적어 문제가 되고 있다. 근래 온실 냉방에 대한 중요성을 인식하고 증발냉각시스템을 도입하는 시설원예농가가 증가하고 있으나 기술적인 측면에서 아직 많은 문제점들이 남아있는 실정이다. 따라서, 본 연구는 증발냉각시스템이 설치된 온실의 현황을 조사·분석하고 문제점을 파악하여 효율적인 증발냉각시스템을 설계하는데 필요한 기초 자료를 제공하기 위해 수행되었다.

재료 및 방법

1. 조사대상 및 방법

각 시군 농업기술센터에 전화로 문의하여 증발냉각시스템 설치 농가를 파악하고 파악된 48개 농가를 방문하여 설문조사를 수행하였다. 이 중에서 실제 증발냉각시스템이 설치되어 있지 않은 19개 농가를 제외한 29개 온실을 대상으로 분석하였다. 조사 온실의 지역별 현황은 표 1과 같다.

표 1. 지역별 증발냉각시스템 설치 온실 현황 (단위 : 농가수)

지역 냉방방식	강원	경기	경남	경북	전남	전북	충남	충북	계
포그시스템	2	1	3	0	0	3	0	0	9
패드시스템	1	1	1	2	1	0	0	0	6
디스크분사식	2	3	2	1	5	0	1	0	14
계	5	5	6	3	6	3	1	0	29

주) 디스크분사식은 에어쿨이라는 상품에 채택된 방식임.

2. 조사항목 및 내용

조사항목 및 내용은 다음과 같다.

표 2. 조사항목 및 내용

조 사 항 목	조 사 내 용
일반 현황	- 시설종류, 시설면적, 연동수, 설치방향 - 피복재 종류, 피복재 층수, 피복재 두께 - 재배방식, 재배작목 - 차광망 종류, 차광률, 차광망 설치방식, 차광망 개폐방식
환기 현황	- 환기창 위치, 면적 - 환기팬 용량, 환기팬 설치위치 - 유동팬 용량, 설치위치, 설치방향
증발냉각시스템 설치 및 이용 현황	- 포그시스템 : 노즐규격, 노즐간격 - 패드시스템 : 패드재료, 패드두께, 패드-팬 거리, 팬용량 - 디스크분사식 : 팬규격, 팬용량, 팬 설치방향 - 냉방방식 선정 주체, 활용 여부, 제어방법, 용수공급방법 냉방효과, 설치비용, 문제점

결과 및 고찰

1. 일반 현황

일반 현황을 조사한 결과는 표 3~표 6과 같다.

표 3. 시설의 종류 및 면적 분포

시설 종류		농가수(호)						평균면적 (평)
		계	<600평	600평≤	1000평≤	1500평≤	3000평≤	
철골	와이드스팬	12	0	1	1	5	5	3026
온실	벤로	8	0	0	1	3	4	6075
비닐	1-2W	7	3	3	0	0	1	1155
하우스	기타	2	1	0	0	0	1	2188
계		29	4	4	2	8	11	3358

표 4. 시설의 연동수 및 피복재 종류

(단위 : 농가수)

항 목		시설 종류				계
		와이드스팬	벤로	1-2W	기타	
연동수	<5	3	1	1	1	6
	5≤	5	1	5	1	12
	10≤	4	6	1	0	11
피복재 종류	유리	11	8	0	0	19
	PC	1	0	0	0	1
	PE	0	0	7	1	8
	F크린	0	0	0	1	1
계		12	8	7	2	29

표 5. 재배방식 및 재배작목

(단위 : 농가수)

재배작목		재배방식		계
		토양재배	양액재배	
채소류	과채류	1	10	11
	엽채류	1	2	3
	과채류+엽채류	1	1	2
화훼류	장미	1	7	8
	국화	2	0	2
	난	0	2	2
	관엽	1	0	1
계		7	22	29

표 6. 차광 실태

(단위 : 농가수)

항 목		시설 종류				계
		와이드스팬	벤로	1-2W	기타	
차광망 종류	알루미늄	8	8	0	1	17
	부직포	2	0	3	0	5
	흑색망사	2	0	1	1	4
차광률	<50%	0	1	0	0	1
	50%≤	8	6	3	2	19
	70%≤	4	1	1	0	6
차광망설치방식	내부	12	8	4	2	26
차광망개폐방식	예인식	12	8	4	2	26
계		12	8	4	2	26

2. 환기 현황

1) 환기 실태

표 7. 환기 실태

(단위 : 농가수)

시스템	측창	천창	측창+천창	환기팬	유동팬
포그시스템	1	5	3	1	6
패드시스템	0	6	0	6	2
디스크분사식	1	3	10	4	14
계	2	14	13	11	22

2) 환기팬의 설치 위치 및 용량

패드시스템이 설치된 5개 온실에는 환기팬이 온실 측벽에 설치되어 있었으며, 나머지 6개 온실에는 환기팬이 온실 박공벽에 설치되어 있었다. 측벽에 설치된 환기팬의 용량은 500~600m³/min, 박공벽에 설치된 환기팬의 용량은 180~250 m³/min였다.

3) 유동팬의 설치 위치 및 용량

모든 온실에서 각 동의 중간에 유동팬이 설치되어 있었으며, 용량은 50~180 m³/min로 다양했다. 유동팬 설치방향은 모두 온실 길이 방향이었으며, 4개 온실에는 각 동마다 송풍방향이 반대가 되도록 유동팬이 설치되어 있었다.

3. 증발냉각시스템 설치 및 이용 현황

1) 포그시스템의 제원

노즐에서 분무되는 물방울 입자의 크기는 모두 미스트 수준이었으며, 노즐은 온실 길이방향으로 배치되어 있었다. 노즐을 1.5~2m간격으로 설치한 농가는 8개, 2.25m간격으로 설치한 농가는 1개였다.

2) 패드시스템의 제원

패드재료는 모든 온실에서 외양이 골판지와 흡사한 셀룰로오즈를 사용하였고, 두께가 10cm 패드를 사용하는 농가는 4개, 15cm 패드를 사용하는 농가는 2개였다. 환기팬 용량은 500~600 m³/min였으며, 패드에서 팬까지의 거리는 30~50m인 농가는 3개, 51m 이상인 농가는 3개였다.

3) 디스크분사식시스템의 제원

분사디스크의 직경은 30~40cm이며, 회전속도는 3500rpm이다. 소비 수량은 개당 20 l/hr, 풍량은 90~120 m³/min이며, 유동팬의 회전각도는 90°이다. 유동팬은 5평당 1개씩, 각 동의 중앙에 설치되어 있었다.

4) 냉방방식을 본인이 선택한 경우는 24개 농가, 정부의 권유로 선택한 농가는 3개, 업체의 권유로 선택한 농가는 2개였다.

5) 냉방시스템에 이용되는 물은 모든 농가에서 지하수를 사용하고 있었고, 지하수를 정수해서 사용하고 있는 농가는 2개뿐이었다.

6) 증발냉각시스템 설치 및 이용 현황

표 8. 증발냉각시스템 설치 및 이용 현황

항 목		냉방 방식		
		포그시스템	패드시스템	디스크분사식
활용 여부	활용(농가수)	3	6	14
	비활용(농가수)	6	0	0
	활용률(%)	33.3	100	100
제어 방법	자동(농가수)	3	4	6
	수동(농가수)	3	2	8
	자동화율(%)	100	66.7	42.9
냉방효과		무가동시보다 온실내 온도가 3~5℃ 낮음	온실내 온도가 외기온보다 3~5℃ 낮음	무가동시보다 온실내 온도가 3~5℃ 낮음
설치비용(평당)		1만원 미만	3~5만원	1~1만5천원

4. 냉방시스템별 문제점

	포그시스템	패드시스템	디스크분사식
문제점	<ul style="list-style-type: none"> · 물방울 낙하 · 노즐의 내구성 · 노즐의 막힘 · 온실 내부 과습 · 배관 연결부 파손 	<ul style="list-style-type: none"> · 패드관리의 어려움(이끼) · 높은 운영비(전기료) · 설치비 고가 · 온도분포 불균일 · 공간이용률 저하 	<ul style="list-style-type: none"> · 설치비 고가 · 높은 운영비(전기료) · 소음 · 회전판 고장 · 분무수량의 조절 문제