

히트펌프를 이용한 호접란(팔레놉시스) 저온 처리 시스템의 성능 평가

Performance Test of Heat Pump System for Low Temperature Treatment of *Phalaenopsis*

유영선* · 장진택 · 김영중 · 이건중 · 윤진하
농업기계화연구소

Ryou, Y.S.* · Chang, J.T. · Kim, Y.J. · Lee, K.J. · Yun, J.H.
National Agricultural Mechanization Research Institute

서 론

자연에너지와 전기에너지를 조합하여 냉방과 난방을 수행할 수 있는 방법중의 하나로 히트펌프 이용기술이 있으며, 국내의 경우 히트펌프는 주로 냉방 또는 냉동을 목적으로 이용되고 있으나, 1980년 이후 전기가 풍부한 경제선진국을 중심으로 난방 또는 냉난방겸용의 히트펌프가 개발되어 주택, 빌딩, 온실 등의 공조 시스템에 이용되고 있다.

본 연구에서는 히트펌프를 2중 덕트 구조의 일체형으로 제작하여 압축기, 응축기, 팽창밸브, 증발기로 이어지는 배관의 길이를 최소화하여 분리형 히트펌프에서 성능저하의 원인이 되는 관내압력손실을 최소화하여 냉난방효율을 증대시킨 히트펌프를 호접란의 저온처리에 이용하였다.

현재 국내에서 생산되는 호접란은 연간 약 200만개 정도이며, 출하는 주로 봄철에 이루어지고 있다. 가을에 출하되는 호접란은 봄철 출하가격의 2~4배로서 재배농가의 고소득이 보장되기 때문에 6월경에 대관령의 고랭지 온실로 이동하여 여름철 동안 저온처리를 하므로써 화아분화를 시키고 있다. 그러나 저온처리를 위하여 고랭지로 이동하는 현재의 방법은 적절한 온도, 습도, 광환경을 유지하기가 어렵고, 이동과정에서 발생하는 손실 등으로 인하여 화아분화의 확률이 60%이하로 극히 저조하며, 평균적으로 하나의 화분에 5~6개의 꽃이 피기 때문에 꽃망울의 수와 화경을 기준으로 가격을 산정하는 현재의 경매방법으로는 재배농가의 소득증대를 기대하기 어렵다.

일본의 경우에는 호접란 생산량이 연간 약 3700만개로서 국내시장규모의 18배에 달하며, 호접란 재배농가의 약 50%가 냉방설비를 갖추고 고품질의 호접란을 생산하고 있으며, 연간 2~3회 출하 하므로써 재배농가의 소득증대에 크게 기여하고 있다.

따라서 본 연구는 자연에 의존하는 호접란 저온처리 방법을 개선하여 재배농

가에서 직접 여름철에 화아분화환경을 조성하고 출하시기를 조절하므로서 분산 출하를 통하여 농가의 소득을 증대시킬 목적으로 수행되었다.

재료 및 방법

호접란(팔레놉시스)은 열대아시아지방 특히, 인도, 인도네시아, 필리핀, 북부오스트레일리아 지역에 50여종이 자생하고 있으며. 우리 나라에서는 꽃의 모양이 나비를 닮았다고 해서 호접란이라고 부르는 데, 11월과 3월사이에 백색, 분홍색, 단황백색, 황갈색 등의 꽃이 핀다. 호접란의 원산지는 동남아시아이며, 개략적인 특징은 표 1에서 보는 바와 같다.

Table 1. Physiological characteristics of *Phalaenopsis*.

번식법	생장점, 종자번식
적정온도	20 ~ 30℃
적정광도	5,000(유묘) ~ 20,000(성묘)LUX
적정습도	60 ~ 70%
개화기 및 개화기간	겨울 ~ 봄, 90일
생리적 특징	반그늘성, 신속 성장
꽃피우기	일반적으로 1일 8시간 정도의 단일조건과 20℃후의 온도에서 화아분화가 촉진되는데, 화경의 액아는 저온 단일에서 화아로 되며 고온, 장일조건 아래에서는 잎눈으로 된다. 장일조건에서는 고아의 촉진되며 년1회 개화하지만 <i>P.amabilis</i> 계통은 야간온도 13℃의 단일조건에서는 년4회까지도 개화시킬 수가 있다. <i>P. schilleriana</i> 계통의 교잡종은 단일조건에서는 1년에 2~4회 개화되고 꽃수도 증가하나 장일조건에서는 1년에 1회만 개화한다. 개화촉진을 위해서는 주간 20~25℃, 야간 15~20℃를 유지하여 40~50일 후면 화아분화가 된다. 화경의 액아는 단일 저온에서 화아가 형성되며, 장일 고온에서는 영양아가 형성된다

본 연구에서 제작한 히트펌프는 그림 1에서 보는 바와 같이 저온의 대기를 열원으로 하여 공간을 난방하고, 실내공기에서 열을 흡수하여 외부로 방출하므로서 공간을 냉방하는 공조장치 일종이다. 일반적으로 히트 펌프는 주로 냉방과 냉동의 목적으로 개발되어 이용되고 있으며, 냉난방겸용으로 제작된 히트 펌프가 외국의 경우 일부 이용되고 있으나 물을 열원으로 이용하는 경우가 대부분을 차지

하고 있다. 공기를 열원으로 하는 히트 펌프는 시스템의 구조가 단순하기 때문에 경제적인 측면에서는 유리한 장점이 있으나, 대기온도가 -8°C 이하의 저온일 경우에 난방능력이 크게 감소하고, 35°C 이상의 고온에서는 냉방능력이 저하되는 단점이 있다.

따라서 본 연구에서는 그림 1에서 보는 바와 같이 전체시스템을 일체형으로 구성하여 현재 이용되고 있는 분리형의 단점인 냉매유동관내 압력손실을 최소화 하였으며, 또한 섬유벨트를 이용한 열재생장치를 부착하여 히트펌프의 냉난방 성능을 향상시켰다.

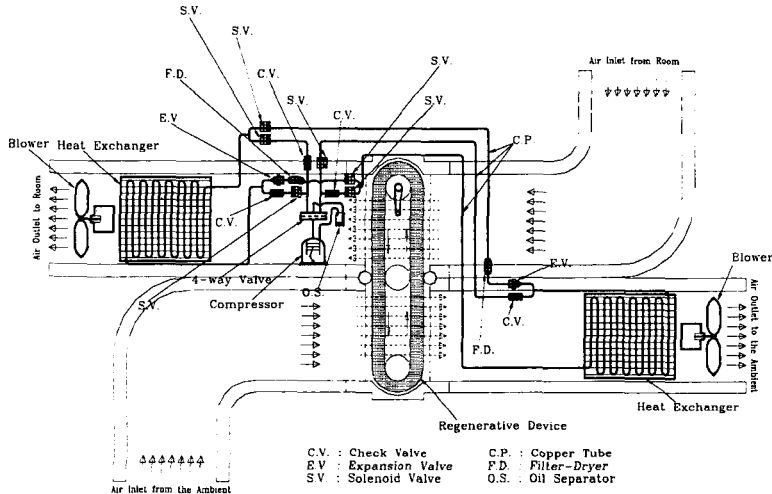


Fig. 1. Air-to-air heat pump system with regenerative device.

저온 처리 온실의 면적은 100평이었으며, 호접란 8000분을 투입하여 99년 7월 10일부터 저온 처리를 실시하였다. 주간의 냉방부하는 66,000 kcal/hr, 야간에는 37,000 kcal/hr였으며, 10RT용량의 히트펌프를 2대 설치하여 저온 처리를 수행하였다.

결과 및 고찰

1. 히트펌프의 난방 성능

열재생 장치가 부착된 히트펌프의 성능을 분석하기 위하여 증발기에 유입되는 공기의 온도를 -7.0°C ~ -1.0°C 로 변화시켜 가며 실험을 수행한 결과 그림 2에서 보는 바와 같이 외기온이 높아짐에 따라 성능계수는 3.5~4.2까지 곡선적으로 증가 하였으며, 열재생 장치가 없는 기존의 열펌프에 비하여 성능계수는 약 1.0 정도

향상된 것으로 나타났다.(Semi, 1995)

실험기간 동안 증발기에 성애가 형성되는 현상은 없었으며, -7.0°C 이하의 저온에서도 실험을 수행하여 성애의 형성 여부를 관찰하고 -15.0°C 에서 COP 2.5 이상을 목표로 지속적인 연구를 수행할 예정이다.

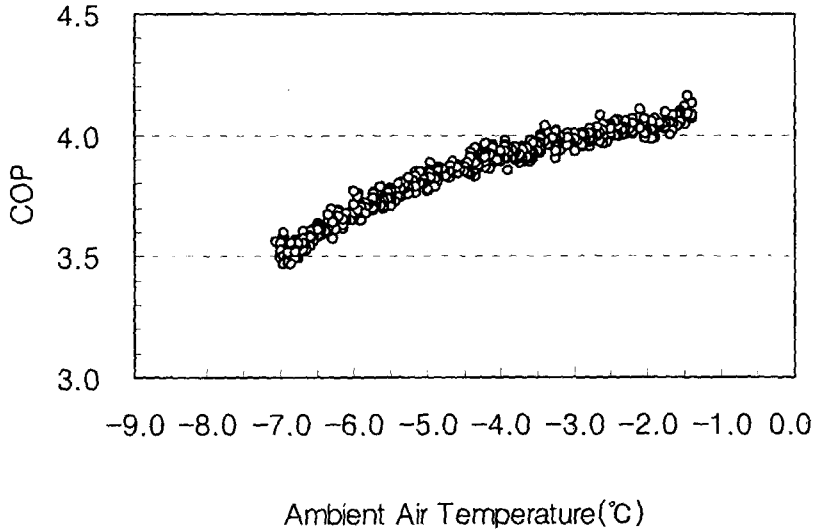


Fig. 2. COP of heat pump with regenerative cycle in heating mode.

2. 히트 펌프의 냉방 성능

히트펌프의 냉방 성능계수는 그림 3에서 보는 바와 같이 외기온도가 $30\sim 35^{\circ}\text{C}$ 인 경우에 3.2~3.4였으며, 기존의 에어컨과 비교할 때 성능계수는 0.2 정도 향상되었다.

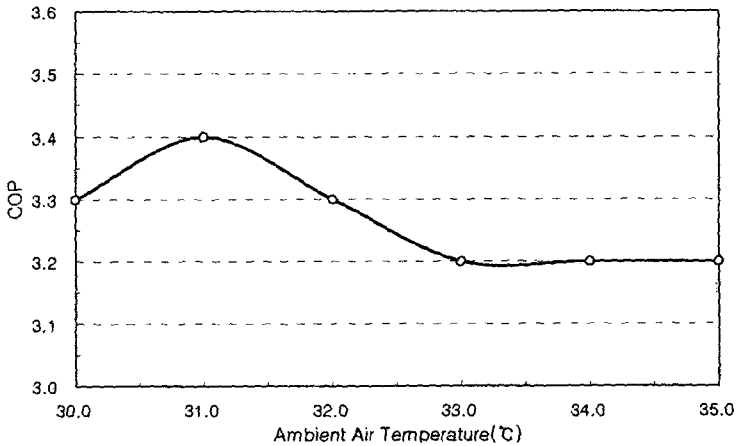


Fig. 3. COP of heat pump with regenerative cycle in cooling mode.

호접란 저온처리온실의 차광율은 83%였고, 주간 설정온도는 25℃, 야간 설정온도는 15℃로 하였다. 외기 온도가 30~35℃인 경우에 실내온도는 25~28℃를 유지하였고, 야간에는 15~16℃로 안정되어 화아분화를 유도할 수 있는 최적 온도 조건을 유지하였다.

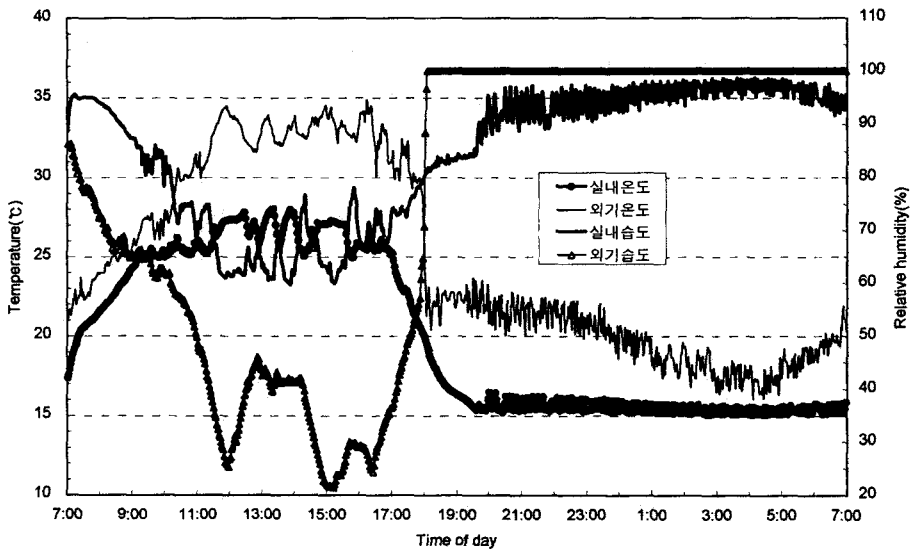


Fig. 4. Cooling process of *Phalaenopsis* greenhouse.

결론

히트펌프를 이용하여 호접란의 저온처리를 수행한 결과 히트펌프의 성능계수는 외기온의 변화에 큰 영향을 받지 않고 안정된 경향을 보였으며, 호접란, 심비디움, 온시디움 등과 같은 고부가가치 작물의 냉난방에 공기열원 히트펌프의 도입은 충분한 경제성을 갖는 것으로 판단된다.

인용문헌

1. S. M. Sami, P. J. Tulej. 1995. A New Design for an Air-Source Heat Pump Using a Ternary Mixture for Cold Climates. *Heat Recovery Systems & CHP* 15(6) : 521-529.
2. 김현철. 1999. 히트펌프를 이용한 온돌시스템. 충북대학교 석사학위논문
3. 이건중, 송현갑. 1999. 저온측과 고온측 냉매간 열교환이 열펌프의 성능특성에 미치는 영향. 한국농업기계학회 학술대회 논문집 4(1) : 211-218.
4. URL : http://www.nan.co.kr/819/tes/suyang_01.htm