

# 온풍난방기의 설정온도 근접방식 온도제어장치 개발 Development of Controller using Coming up to Set Point Method for Hot Air Heater on Greenhouse

이시영 · 김학주 · 전희 · 염성현 · 윤남규  
농촌진흥청 원예연구소 시설재배과

Lee, S.Y. · Kim, H.J. · Chun, H. · Yum, S.H. · Yun, N.K.

Protected Horticultue Experiment Station, National Hort. Research Institute,  
RDA, Suwon, 540-41

## 서 론

온실을 가온하여 겨울철 재배를 하는 농가에서 대부분 사용하는 난방 방식은 데워진 온수를 순환펌프로 압력을 가하여 온실내부에 설치된 배관에 공급하고 방열편을 통해 공기 중으로 열을 공급하는 온수난방과 버너를 점화하여 연소열을 고온으로 상승시키고 순환팬으로 직접 더운 공기를 덕트로 보내 덕트의 배출구를 통해 재배 작물 부근으로 송풍하는 온풍난방의 두가지 방식이 있다. 온수난방 방식은 난방배관의 설치비용이 많이 소요되고 온수, 방열배관, 공기를 통해 에너지를 전달하게 되므로 열이용 효율이 낮은 반면, 온풍난방 방식은 직접 공기를 가열하는 방식으로 열이용 효율이 높고 방열배관을 이용하고 비닐덕트를 이용하므로 비용을 줄일 수 있는 장점이 있다.

기존의 온풍난방기는 온실 내부 온도센서와 버너가 직접 연결되어 있어 설정온도가 정해지면 온실내 온도가 그 이하가 되어야 버너가 작동을 시작하는 단순 점화방식으로 작동하므로, 외부온도가 낮은 경우에는 설정온도를 기준으로 한 온도변화의 상·하한선이 하부로 치우치게 되어 일정수준 이상 온도가 하강하고 외부온도가 높은 경우에는 온도변화 상·하한선이 상부로 치우쳐 온실 내부온도는 실제로 원하는 온도이상의 높은 온도로 상승했다가 하강하는 양상을 나타내어 설정온도에 대한 내부온도의 변화 진폭이 커 편차가 매우 심하게 나타나게 된다. 그러므로 작물재배를 위한 온실내부 온도환경이 정밀하게 조절되지 않고 비효율적으로 에너지가 소비되는 경향이 있다.

따라서 본 연구에서는 온실 내부온도가 목표로 하는 설정온도에 대해 가능한 작은 편차를 유지할 수 있도록 정밀조절함으로써 난방에 의한 작물재배 기간동안 안정적인 온도환경을 제공하여 하우스 내부온도 유지성능을 향상시키고 난방 에너지의 소비를 최소화하고자 수행하였다

## 재료 및 방법

온풍기 내부온도 및 온실 내부온도를 측정하기 위한 장치구성은 온풍기 내부온도 측정센서 및 조절기와 온실내부 기온 측정센서 및 조절기를 이용하였으며, 온풍난방기 정밀 온도 제어요인은 내부온도, 설정온도, 버너작동 시점온도, 버너정지 시점온도 등으로 하였

다. 시험작물은 오이로 하였으며, 폭 6.5m, 길이 20m인 단동형 비닐하우스에 관행 온풍난방기와 정밀온도 조절장치를 부착한 온풍난방기를 설치하여 데이터로거(CR23X, Campbell)를 이용하여 송풍구 온도, 온실 내·외부 온도 등을 측정하였다.

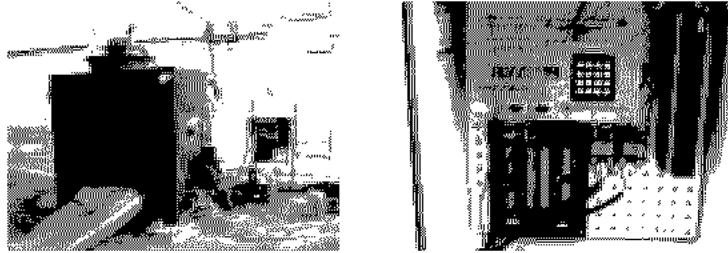


Fig. 1. Picture of controlling and logging system for hot air heater

### 결과 및 고찰

버너 및 팬 작동에 따른 송풍구 온도 변화는 온풍기가 작동할 때 설정온도를 기준으로 버너가 on off 점멸작동을 하고 열교환부 온도가 200~250℃정도의 일정온도로 상승하게 되면 송풍팬이 작동하기 시작해 송풍구를 통해 그림 2와 같이 약 70℃정도의 온풍을 온실내로 공급하면서 열교환부가 송풍팬에 의해 냉각되면서 송풍구 온도는 50℃ 정도에서 완만하게 하강하기 시작하는 것으로 나타났다.



Fig. 2. Change of indoor temperature according to blowing hot air temperature

외부온도에 따른 온풍난방 온도변화는 그림 3과 같이 외부온도가 낮은 경우에는 설정온도를 기준으로 한 온도변화의 상·하한선이 하부로 치우치게 되어 필요이상 온도가 하강하고 외부온도가 높은 경우에는 온도변화 상·하한선이 상부로 치우치게 되어 필요이상으로 온도가 상승하는 것으로 나타났다.

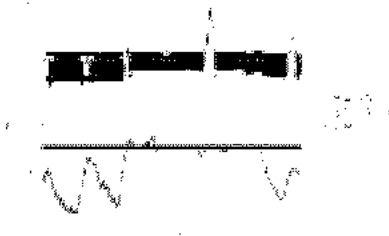


Fig. 3. Change of blowing hot air temperature according to outdoor temperature

온실내부 온도를 15℃로 설정하고 송풍팬의 작동시작온도를 200℃로 하였을 경우 그림 4와 같이 버너의 작동시간은 6분40초 정도 소요되었으며 송풍팬의 작동시간은 7분20초 정도 소요되었고, 버너 작동 시작 2분 후부터 송풍팬이 작동하였다. 송풍구의 온도는 버너 작동시간이 3분인 경우 송풍팬 작동 시간은 3분40초였으며, 4분인 경우 5분 10초, 5분인 경우 6분 10초가 소요되는 것으로 측정되었다. 송풍구의 온도는 버너 작동시간 3분, 4분, 5분의 경우 각각 60℃, 65℃, 69℃, 온실내부온도 상승은 각각 4.6℃, 5.4℃, 9.0℃ 상승하는 것으로 나타나 버너작동시간은 3~5분 사이에서 조정하고 버너의 기본작동시간은 3분으로 설정하는 것이 유리할 것으로 판단되었다.

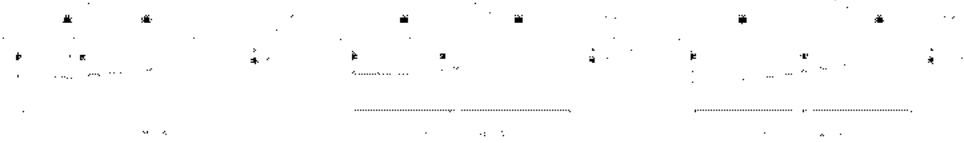


Fig. 4. Change of indoor temperature according to operation time of burner

온풍난방기의 설정온도 근접방식 온도제어로직은 설정온도( $T_s$ ), 현재온도( $T_p$ ), 버너의 정지온도( $B_{off}$ ), 작동온도( $B_{on}$ ), 근접된 버너의 정지온도( $AB_{off}$ ) 및 작동온도( $AB_{on}$ )에 대한 인수를 정의한 후에 근접된 버너의 정지온도( $AB_{off}$ ) 및 작동온도( $AB_{on}$ )에 대해 각각 버너의 정지온도( $B_{off}$ ) 및 작동온도( $B_{on}$ )를 대입시키는 제1과정, 현재온도( $T_p$ )와 전단계 버너 정지시점의 온도( $B_{off}$ )를 비교하여 현재온도 ( $T_p$ )가 버너의 정지시점 온도( $B_{off}$ )보다 클 경우 정지온도 이상의 값과 버너 정지온도( $B_{off}$ ) 사이의 값을 누적하여 제1누적값( $T_{uc}$ )을 구하는 제2과정으로 구성되어 있으며 또한, 현재온도( $T_p$ )가 버너 정지온도( $B_{off}$ )와 설정온도( $T_s$ )의 사이에 있는지 판단하여 있을 경우 정지온도( $B_{off}$ )와 설정온도( $T_s$ ) 사이의 값을 누적하여 제2누적값( $T_{uh}$ )을 구하는 제3과정, 현재온도( $T_p$ )가 버너 작동온도 ( $B_{on}$ )와 설정온도( $T_s$ )의 사이에 있는지 판단하여 있을 경우 설정온도( $T_s$ ) 이하의 값에 대한 제3누적값( $T_{lh}$ )을 구하는 제4과정, 현재온도( $T_p$ )와 전단계 버너(31) 작동시점의 온도( $B_{on}$ )를 비교하여 상기 현재온도( $T_p$ )가 버너(31)의 작동시점 온도( $B_{on}$ )보다 작을 경우 작동온도 이하의 값과 버너 작동온도( $B_{on}$ ) 사이의 값을 누적하여 제4누적값( $T_{lc}$ )을 구하는 제5과정, 현재온도( $T_p$ )가 설정온도( $T_s$ )에 대한 근접값인 근접된 버너의 정지온도( $AB_{off}$ )와 비교하여 클 경우 버너를 정지하도록 실행시키거나, 작을 경우에는 상기의 버너를 작동하도록 실행하는 제6과정, 위에서 구한 제1누적값( $T_{uc}$ )을 제2누적값( $T_{uh}$ )으로 나눈 값( $T_{uc}/T_{uh}$ )이 허용오차율보다 클 경우이거나 위에서 구한 제4누적값( $T_{lc}$ )을 제3누적값( $T_{lh}$ )으로 나눈 값( $T_{lc}/T_{lh}$ )이 허용오차율보다 클 경우에 점차 설정온도( $T_s$ )에 근접해 가도록 버너의 작동 및 정지 시점을 조정 ( $AB_{off} AB_{off} + 0.01$ ,  $AB_{on} AB_{on} + 0.01$ )하도록 하는 제7과정을 반복적으로 제어하여 실행하도록 작성하였다. 이와 같은 설정온도 근접 제어로직을 내장한 온풍난방기 온도제어장치로 온풍난방기를 제어한 결과 그림 6과 같이 온실내부 온도가 설정온도에 점차 근접하는 것으로 나타났다.

