

단동형 비닐하우스의 내외부 온도차를 이용한 측창개폐
제어장치의 내부온도 조절효과
Temperature Controlling Effect of Side Vent Controller
using Difference of Indoor and Outdoor Temperature in
Single Span Greenhouse

이시영* · 김형준 · 전 희 · 김현환 · 김진영¹
원예연구소, 농업기계화연구소

Si Young Lee* · Hyung Jun Kim · Hee Chun · Hyun Whan Kim ·

¹Jin Young Kim

National Horticultural Research Institute, RDA, Suwon 441-440, Korea

¹*National Agricultural Mechanization Research Institute, RDA, Suwon
441-100, Korea*

서 론

단동형 비닐하우스는 연동형 비닐하우스에 비해 생력화 및 자동화가 미흡한 재배시설이다. 그러나 전국 시설면적 52,189 ha 중 90%이상이 단동형 비닐하우스로서 대부분 초기투자 부담이 적고 파이프를 이용하여 손쉽게 설치할 수 있는 단동형 비닐하우스를 선호하고 있는 실정이다. 단동형 비닐하우스는 각 지역의 특성에 적합한 고유형 시설로 발전하여 왔기 때문에 폭이 5~6m, 높이가 2~3.5m 정도인 대형 터널형태와 폭이 10m 이상인 광폭형태 등 규격이 다양하게 설치되어 있다.

단동형 비닐하우스는 연동형 비닐하우스에 비해 체적이 매우 작아 하우스 내부온도의 변화가 쉽게 일어날 수 있으며, 연동형 비닐하우스는 천·측창, 보온커튼, 환기팬 등 하우스 내부의 환경을 조절할 수 있는 부대장치가 설치되어 생력화, 자동화 되어 있으나, 단동형 비닐하우스에서 유일한 내부환경 조절장치로 주로 이용되는 것은 개폐축 파이프를 피복자재에 감아 올리거나 내려서 사용하는 권취식 측창이 가장 효율적이라고 할 수 있다. 천정에 굴뚝형태의 환기장치를 설치한 경우도 있지만, 하우스 측면 피복자재에 직접 구멍을 내어 작기가 끝나면 피복을 교체거나 수동식 측창 개폐기를 이용해 아침, 저녁으로 개폐하는 등 주로 측창에 의해 온도를 조절하고 있다. 외부온도는 낮아도 풍부한 일사량에 의해 밀폐된 비닐하우스의 내부온도가 고온으로 상승하는 시기에는 하우스 내부 온도환경을 작물 재배에 적합한 목표온도로 유지할 목적으로 사용하도록 개발되어 있다. 본 연구는 수동으로 이용하는 측창개폐방식을 개선하여 단동형 비닐하우스의 내부온도를 조절할 수 있는 측창 자동 개폐장치를 개발하기 위한 목적으로 수행하였다.

재료 및 방법

수동식 측창개폐기는 인력을 이용하는 것이고 on/off 방식은 하우스 내부온도 센서와 측창개폐모터를 전기회로로 연결한 방식이며, 자율구동 측창 개폐장치는 그림 1과 같이 내부온도 센서뿐만 아니라 외부 온도센서를 이용하여 외부의 상황을 체크할 수 있도록 구성하였다. 자율구동 개폐제어기는 내부-외부, 내부-설정, 외부-설정 온도 사이의 관계를 계산하여 하우스 내부의 온도를 제어하도록 흐름도를 작성하여 프로그램화하고 마이크로프로세서에 이식하여 개폐모터의 열림 및 닫힘 동작 시간과 함께 멈춤 시간을 연산하도록 함으로써 계산된 시간동안 개폐모터가 동작할 수 있도록 하였다.

자율구동 측창개폐장치의 온도조절효과를 측정하기 위하여 e-type 열전대 온도센서를 하우스 내·외부에 각각 설치하고 SOLAC-V(NP092, EKO) 데이터 기록계를 이용하여 측정하였다. 또한 작물재배효과를 시험하기 위해 폭 6m, 길이 20m인 1-1S형 단동 비닐 하우스에 오이를 정식하여 작물생육을 조사하였다.

결과 및 고찰

1. 자율구동 측창개폐 제어방식

단동형 비닐하우스는 연동형 비닐하우스에 비해 용적이 매우 작으므로 하우스 내부의 온도 변화가 쉽게 일어나는 특성이 있다. 그러므로 기존의 설정온도를 기준으로 개폐모터의 작동을 단락시키는 전기회로를 이용한 on/off방식으로는 하우스 내부온도 조절감도가 떨어지고 설정온도에 대한 편차가 커지게 되므로, 개폐모터의 작동 및 멈춤시간을 설정하는 자율구동방식 측창개폐제어를 고안하여 하우스 내부의 온도를 조절할 수 있도록 Fig. 1와 같은 시험용 측창개폐장치를 구성하였다.

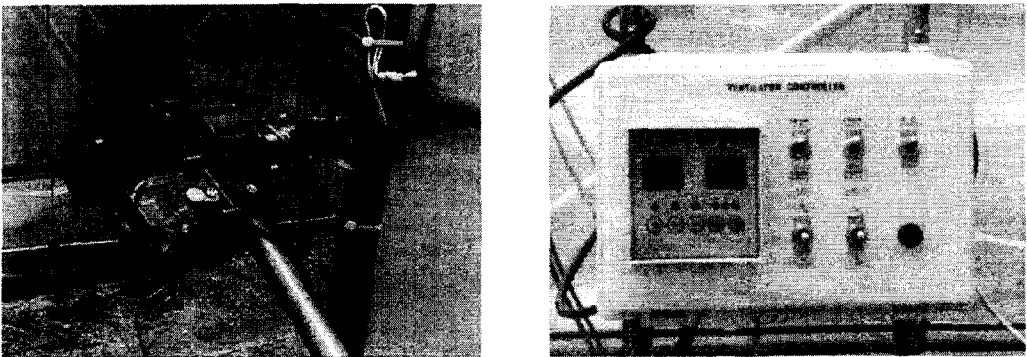


Fig 1. Side ventilation moving system in single span greenhouse

2. 측창 개폐방식에 따른 하우스 내부온도 변화

개폐모터의 단순작동에 의존하는 on/off방식과 개폐모터의 작동과 멈춤시간을 설정하는 자율구동방식에 의한 하우스 내부의 온도변화를 비교한 결과 Fig 2에서와 같이 on/off방식은 설정온도에 대해 큰 편차를 나타내는 반면, 자율구동방식은 설정온도를 기준으로 일정한 편차를 유지하며 하우스 내부온도를 조절하는 제어성능을 보여주고 있어 하우스 내부 온도변화가 쉽게 발생하는 단동형 비닐하우스에 적합한 온도조절 방식으로 판단되었다.

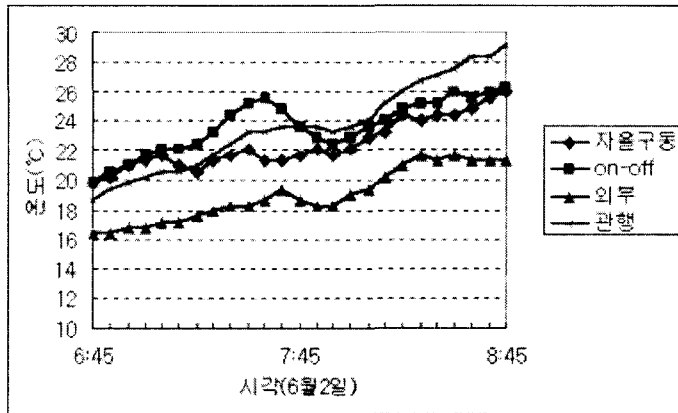


Fig 2. Comparison of inner air temperature between auto-ventilation and hand ventilation

3. 자율구동 개폐제어기 구성

단동형 비닐하우스 측창의 총 열림시간을 기준으로 단위열림시간을 설정하고 단위열림시간에 대한 내부온도와 외부온도의 차와 내부온도와 설정온도의 차에 대한 연산값으로 측창 개폐모터의 열림동작 시간을 설정하는 방법과 단위멈춤시간을 기준으로 열림시간 및 닫힘시간에 대한 값으로 측창 개폐모터의 멈춤 시간을 설정하는 일련의 흐름을 프로그램화하여 마이크로 프로세서에 내장한 제어장치를 구성함으로써 하우스 내부의 온도편차를 줄이고 재배자가 원하는 목표온도를 최대한 유지할 수 있도록 구성하였다.

4. 자율구동 측창개폐 장치의 온도조절 효과

수동식 개폐기를 사용할 경우는 경험에 의해 아침, 저녁으로 거의 일정한 시간에 개폐하기 때문에 하우스 내부 온도조절이 거의 이루어지지 않고 재배작물에 필요한 적산온도를 확보할 수 없다. Fig 3에서 보는 바와 같이 on/off 개폐방식은 설정온도에 대한 조절감도가 낮은 반면 자율구동 측창 개폐방식은 설정온도 유지성능이 뛰어나 편차 ±

1~2℃ 정도에서 일정한 온도를 유지하는 것으로 나타났다.

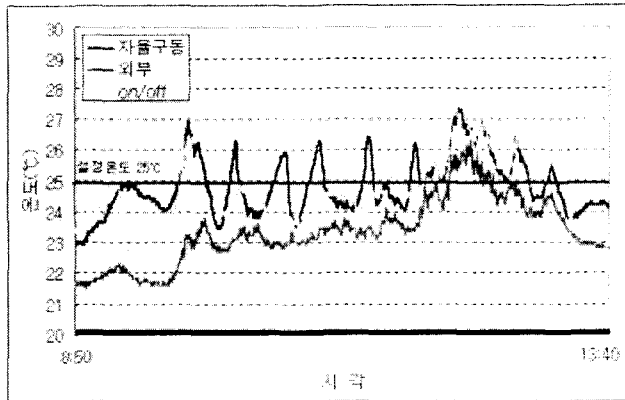


Fig 3. Changes of inner and outdoor air temperature at different side ventilation

Fig 4에서 보는 바와 같이 외부기온이 낮지만 외부 일사량이 풍부해 하우스 내부 온도를 상승시킬 수 있는 경우 자율구동 측창 개폐장치는 하우스내부 온도를 일정한 편차 내에서 유지해줌으로써 작물에 필요한 적산온도를 확보해 줄 수 있다.

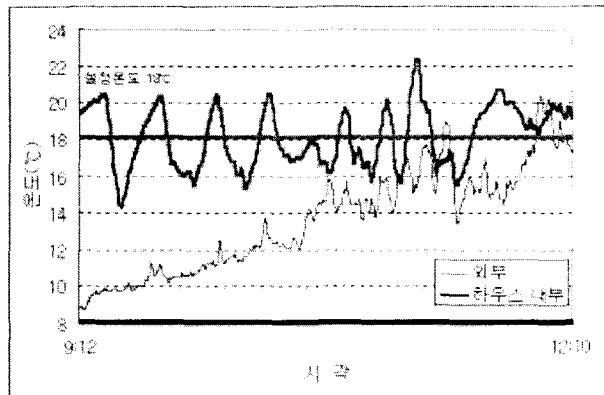


Fig. 4. Changes of inner air temperature by auto-ventilation

요약 및 결론

자율구동 측창개폐장치는 시설원예용 재배시설로 가장 많은 면적을 차지하고 있는 단동형 비닐하우스의 내부 온도환경을 조절하기 위한 측창개폐 제어장치로서, 외부온도는 낮지만 풍부한 일사량에 의해 밀폐된 비닐하우스의 내부는 고온으로 상승하게 되는 봄, 가을철에 하우스 내부 온도환경을 작물 재배에 적합한 목표온도로 유지할 목적으로 사용하도록 개발된 장치이다. 단동형 비닐하우스 측창의 총 열림시간을 기준으로 단위열림시간을 설정하고 단위열림시간에 대한 내부온도와 외부온도 차와 내부온도와 설정온

도 차의 값으로 측창 개폐모터의 열림 동작시간을 설정하는 방법과 단위멈춤시간을 기준으로 열림시간 및 닫힘시간에 대한 값으로 측창개폐모터의 멈춤시간을 설정하는 방법을 프로그램화하여 마이크로 프로세서에 내장한 제어장치를 구성함으로써 기존의 전기적 회로로 구성된 작동, 멈춤의 단순 on/off 방식의 제어에 의해 발생하는 하우스 내부의 온도편차를 줄이고 작물재배에 적합한 목표온도를 최대한 유지하도록 능동적으로 제어하는 단동형 비닐하우스용 측창개폐 제어장치를 구성하였다. 개발된 자율구동 측창개폐장치에 의해 편차를 $\pm 1\sim 2^{\circ}\text{C}$ 정도로 줄임으로써 온도조절을 정밀화하고 개폐시간을 기존 수동개폐기를 사용할 때 25분/10동 소요되었으나 자동개폐기를 사용함으로써 6분/10동 정도로 줄임으로써 87% 줄일 수 있었다.

인용문헌

1. Boulard T. 1998. Natural ventilation by thermal effect in a one-half scale model mono-span greenhouse. ASAE.
2. 구건효, 송재관, 박규식. 1998. 성주지역 참외전용 온실의 모델개발 및 환경분석(1) - 성주 시설 참외단지 단동하우스의 온도 분포 특성 -. 생물생산시설환경학회.
3. 남상운, 유인호, 2000. 파이프 골조 온실의 구조 및 유지관리실태 조사분석. 한국농공학회.
4. 신용습, 연일권, 도한우, 서동환, 배수곤, 최성국, 최부술. 1996. 터널형 하우스에서 환기방법이 참외의 생육 및 품종에 미치는 영향. 생물생산시설환경학회.
5. 이기명, 박규식, 최원환, 남상헌, 안상화, 양희만. 1999. 무가온 비닐온실의 터널보온 덮개 자동개폐장치 개발. 한국농업기계학회.