보온피복방법이 난방비와 토마토 생육 및 수량에 미치는 영향

Effects of Covering Methods for Insulation on Heating Cost, Growth and Yield of Tomato in Greenhouse

권준국 · 최영하 · 박동금 · 이재한
영남농업시험장 부산원예시험장
J. K. Kwon · Y. H. Choi · D. K. Park · J. H. Lee
Pusan Hort. Exp. Station, Nat'l Yeongnam Agri. Exp. Sta., Pusan 618-300

1. 서론

농가에서 주로 사용하고 있는 플라스틱하우스의 보온방법은 부직포로 된 보온커텐을 2중 혹은 3중으로 설치하는 것이 대부분이다. 근래에는 영남 남부지역의 고추재배 농가를 중심으로 단동형 하우스에 다겹보온시트나 보온덮개를 외면피복하여 보온성을 높이려는 방법이 증가추세에 있다. 본 실험에서는 다겹보온시트의 설치방법에 따른 보온특성과 토마토의 생육 및 수량에 미치는 영향을 구명하고자 수행하였다.

2. 재료 및 방법

보온재의 종류 및 설치는 최근 남부지역 고추재배농가에서 주로 이용하고 있는 다겹보온시트(탑지 1겹+부직포 2겹+8온스 카시미론 1겹+스폰지로 된 피폰 4겹+흑색 네트차광망)를 EVA필름으로 외피복한 100㎡ 단동하우스의 외면에 피복한 구, 이중 파이프하우스의 내부에 피복한 구, 그리고 대조구로서 EVA커텐 설치구 등의 3가지 방법을 비교하였다. 보온시트의 개폐작업은 개폐기(EP100)에 의해 40A굵기의 육각파이프에 피복재가 감기고 펼치도록 하는 반자동 방식으로 제어하였다. 공시작물은 토마토(모모타로)를 '98년 12월 19일, 90×40cm 거리로 정식하고 4화방까지 재배하여 4월상순에 수확을 완료하였다. 난방은 설정온도를 5℃로 하여 관리하였으며 기타 비배관리는 표준재배법에 준하여 행하였다. 주요 조사내용은 광투과율, 하우스내 기온 및 지온을 Datalogger로 연속 측정하여 30분 간격으로 저장하였고 연료소모량은 1대의 난방기에 순환펌프를 각각 부착하여 순환펌프의 작동시간을 기준으로 산정하였다.

Table 1. Covering materials and methods for heat insulation in single span greenhouse

Covering materials and methods
1. Outside covering of insulation multi-sheet *
2. Inside covering of insulation multi-sheet *
3. EVA film screen

* Insulation multi-sheet(IMS) : one sheet of polypropylene + two sheets of non-woven fabric + one sheet of 8-ounce cassimere + four sheets of sponge + one sheet of black shading net

3. 결과 및 고찰

보온피복방법에 따른 혹한기(12.22~1.31)의 하우스내의 야간온도는 Fig. 1에서 보는 바와 같이 다겹보온시트를 내부에 피복한 것이 가장 높게 유지되었는데 외피복구에 비해 약 1℃, EVA커텐 설치구에 비해 약 4℃정도 높았다. 특히 거의 가온을 하지 않은 다겹보온시트를 내·외로 피복한 구는 야간의 외기평균온도(-2.2℃)와 비교할 때 각각 12.5℃와 11.5℃의 차이를 나타냈다. Fig. 2는 보온방법별 '98년 1월 25일부터 2월 25까지 1개월간의 야간 평균 지온변화을 나타낸 것으로 보온시트를 내피복한 구에서 평균 17.9℃로서 가장 높았고 다음으로 외피복구 16.9℃, EVA커텐구 13.9℃ 순이었다. 보온시트 내·외피복구는 외기지온보다 각각 15℃ 및 14℃ 높게 유지되었다.

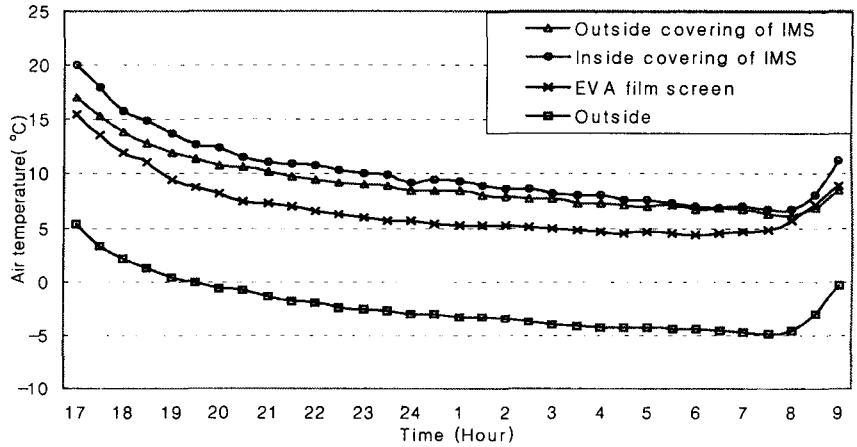

Fig 1. Fluctuation of night air temperature as influenced by covering methods for insulation in greenhouse (Measured from Dec. 22th to Jan. 31th).

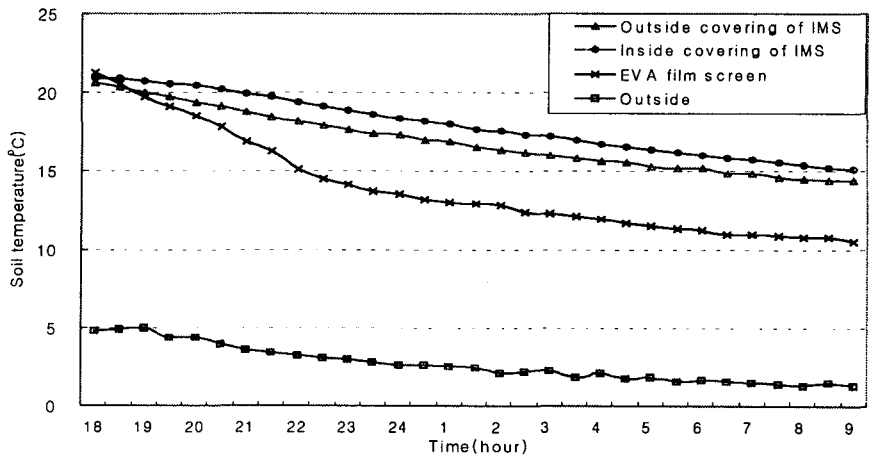

Fig 2. Fluctuation of soil temperature as influenced by covering methods for insulation in greenhouse (Measured from Jan. 25th to Feb. 25th).

2월 12일부터 28일까지 측정한 주간(8~16시)의 일사량(Fig. 3)은 외피복구가 내피복구에 비해 월등히 많았고 EVA커텐 설치구에 비해서는 오전과 오후시간에 다른 경향, 즉 13시 이전까지 다소 많았다가 그 이후 시간에는 감소하였다. 그 원인은 13시 이전에는 EVA커텐 설치구가 EVA필름을 이중피복하였기 때문에 1중피복한 외피복구에 비해 일사량이 많으나 13시 이후에는 외피복구 하우스의 중앙에 말아올려 놓은 보온재의 그림자에 의해 하우스내로의 일사량 투입이 감소하였기 때문이라고 판단된다.

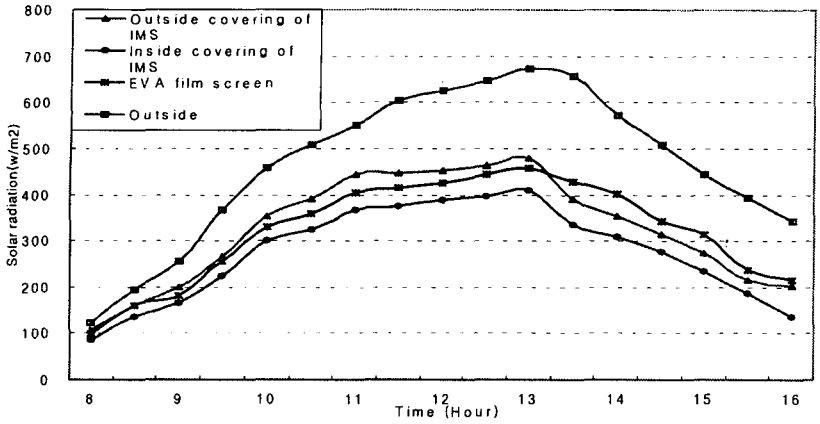

Fig 3. Fluctuation of solar radiation as influenced by covering methods for insulation (Measured from Jan. 25th to Feb. 25th).

Table 2는 정식 40일후의 토마토의 초기 생육상황을 나타낸 것이다. 초장, 엽수, 화방수, 착과수 등은 다겹보온시트를 내피복한 하우스에서 시설내 온도가 높게 유지되므로서 가장 길고 많았으며 다음으로 외피복구, EVA커텐설치구 순이었다. 한편 경경, 주당 생체중 및 건물중은 외피복구에서 굵고 무거웠는데 이는 외피복구가 내피복이나 EVA커텐 설치구에 비해 주간의 광투과량이 많아 광합성 작용이 활발하게 이루어진데 기인하며, 특히 내피복구는 광투과량이 상대적으로 적어 식물체가 다소 다소 도장하는 경향을 보였다.

Table 2. Growth characteristics of tomato at 40days after planting as influenced by covering methods for insulation

Treatment	Plant height (cm)	No. of leaves	Diameter of stem (mm)	No. of truss	No. of fruit setting	Fresh wt. of plant (g)	Dry wt. of plant (g)
Outside covering of IMS*	87.9	16.2	10.8	3.6	5.8	365	37.3
Inside covering of IMS*	98.2	17.2	10.2	4.1	7.9	275	26.7
EVA film screen	77.5	14.8	10.8	3.4	5.1	280	33.7

* IMS : Insulation multi-sheet

상품과 수량에 있어 과실수는 보온시트 내피복구에서 가장 많은 반면 과실크기가 외피복구에 비해 작으므로서 무게수량은 외피복구가 가장 많았는데, 이는 외피복구가 내피복에 비해 광투과성이 좋고 동화작용이 왕성하여 경엽의 신장과 과실비대가 좋았기 때문이라고 본다. 한편, EVA커텐 설치구는 보온조건이 불량한 영향으로 수량성

이 외피복에 비해 약 22% 낮았다. 보온방법별 수확시기는 내피복이 가장 빨랐는데 외피복보다 약 8일, EVA커텐구보다 약 15일 빨랐다. 과실의 당도는 내피복한 것이 다소 높은 경향을 나타내었다(Table 3).

Table 3. Yield and sugar content of tomato as influenced by covering methods for insulation

Treatment	Yield/plant							Initial date harvsted	Sugar content (°Bx)
	Marketable (No. of fruits)				Unmar-ketable (No.)	Total			
	L	Mi	S	Total		No.	Wt(g)		
Outside overing of IMS*	4.4	4.3	4.8	13.5	1.7	15.2	2,354	Mar. 2	5.1
Inside covering of IMS*	3.4	4.1	7.0	14.5	0.6	15.1	2,189	Feb. 22	5.3
EVA film screen	2.3	5.2	4.2	11.7	1.1	12.8	1,922	Mar. 9	5.1

난방온도를 5℃로 설정하여 100일간의 난방에 소모된 연료량을 비교한 결과, 다겹보온시트의 내·외 피복구는 각각 42ℓ와 31ℓ밖에 소모되지 않았는 반면 EVA커텐 설치구는 810ℓ나 소모되었다(Table 4).

Table 4. Comparision of fuel consumption as influenced by covering methods for insulation. Fuel concomsumption was measured from Dec. 22 to Mar. 31 in 100㎡ greenhouse

Treatment	Fuel consumption(ℓ)
Outside overing of IMS	42
Inside covering of IMS	31
EVA film screen	810

4. 요약 및 결론

보온피복방법에 따른 하우스내 야간 기온 및 지온은 내피복이 외피복보다 약 1℃, EVA커텐에 비해 4℃높았고 일사량은 외피복이 가장 많고 다음으로 EVA커텐, 내피복순이었다. 토마토 생육에 있어 초장, 엽수, 화방수, 착과수 등은 내피복이 길고 많았으나 경경, 생체중 및 건물중은 외피복에서 굵고 무거웠다. 상품과수량은 외피복에서 가장 많고 내피복, EVA커텐구 순이었다. 연료소모량은 보온시트 내·외피복이 31ℓ와 42ℓ인데 비해 EVA커텐구는 810ℓ나 소모되었다. 따라서 남부지역에서 다겹보온시트를 피복하므로서 토마토의 무가온재배가 가능할 것으로 본다

참고문헌

(1) 李炳馹 等 15人. 1995. 最新 施設園藝學. pp. 105~111. 鄕文社.
(2) 日本施設園藝協會. 1998. 施設園藝ハンドブック. pp. 188~197. 東京.
(3) Vic Ball. 1998. Ball Redbook. pp. 3~10. Ball Publishing. USA.
(4) 朴重春. 1998. 施設園藝 에너지 效率性 增大方案. 慶南施設園藝敎育資料98-2號. pp. 46~57.
(5) 板木利隆. 1983. 施設園藝裝置と栽培技術. pp. 80~97. 誠文當新光社. 東京.