

플라스틱 공기막 커튼을 활용한 온실의 보온력 향상

Effect of Heat Insulation by Plastic Curtain

with Air Cell in Greenhouse

김학주 · 이시영 · 염성현 · 남윤일 · 전 희, 윤남규
농촌진흥청 원예연구소 시설재배과

Kim, H.J. · Lee, S.Y. · Yum, S.H. · Nam, Y.I. · Chun Hee. · Yun, N.K.
Division of Protected Cultivation, National Horticultural Research Institute,
RDA, Suwon, 441-540

서 론

우리나라 시설원예 면적은 '95년 43,093ha에서 '01년 말 현재 52,125ha로 연평균 3.2%의 증가율을 보인 반면 난방면적은 연평균 10.8%씩 증가하여 12,710ha로 전체 시설재배 면적의 24.4%를 차지하고 있다. 또한 난방연료의 95% 이상이 경유이며, 최근 국제정세 불안 등으로 유가가 급등하여 시설재배농가의 연료비 부담은 더욱 가중되고 있다.

난방에너지 절감을 위해서는 보온·단열성이 높은 피복자재의 활용, 시설구조의 개선 및 하우스 내 투광량의 극대화, 난방시스템 및 설치방식의 개선과 석유 대체 에너지 이용에 의한 난방연료 절감 등을 들 수 있으나 현실적으로 하우스의 보온력 증대와 난방연료 절감기술이 가장 중요한 요소라고 할 수 있다.

본 연구는 공기막의 보온효과를 구명하고 공기막을 이용한 보온커튼 개발하여 온실 보온수단으로서의 활용방안을 모색하고자 수행하였다.

재료 및 방법

1차 년도에는 투명비닐을 소재를 이용한 공기막 셀 방식의 수평커튼 개발을 시도하였다. 열관류율 시험을 통하여 공기막 셀의 단열효과를 구명하고 공기막 셀 방식의 수평커튼시스템 시작기를 제작하여 작동성능 시험을 실시하였다. 공기막 셀의 규격은 1차에는 800×800×15mm, 2차에는 600×2000×20mm로 제작하여 여러 개의 셀을 연결하여 중방 위에서 접히는 방식을 선택하였다.

2차 년도에는 emboss type의 비닐커튼 개발을 시도하였다. 열관류율 시험을 통하여 emboss type 비닐커튼과 부직포의 단열효과를 비교 시험하고 emboss type 비닐과 부직포를 조합한 형태의 수평커튼시스템 개폐시스템을 제작 단동온실에 설치하여 보온효과 시험을 실시하였다. 재배작물은 오이이며 40,000kcal 온풍난방기를 설치하여 온실 내

설정 최저온도는 15℃를 유지토록 하였다.

결과 및 고찰

부직포와 PE, 공기막셀의 열관류량을 측정한 결과 부직포 2,253.2W/m²/hr, 0.6mm PE필름 2,455.9W/m²/hr, 공기막 셀 1,982.1W/m²/hr로 공기막셀의 열 관류량이 가장 적은 것으로 나타났다(그림 1). 즉, 공기막셀의 보온력이 부직포에 비하여 13.6%, PE필름에 비하여 23.9% 높은 것으로 나타났다.

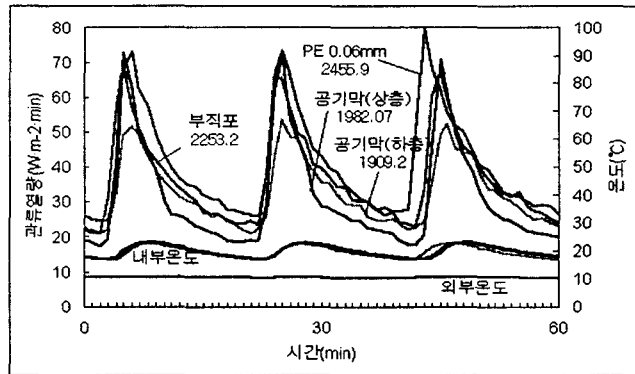


그림 200. 부직포와 공기막 셀의 열 관류량

공기막 커튼은 중방 상부에 가이드레일을 설치하고 투명비닐 소재를 이용한 공기막셀이 가이드레일을 따라 수평 이동하는 양쪽 분리형 개폐방식으로 연결된 공기막셀이 구동부에 의해 일괄 개폐작동하고 포갠 방식에 의해 곡부 그늘을 최소화하도록 구성하였다. 1차 시작기는 기체크기 2990×880×610mm, 각각의 공기막셀 크기는 800×800×15mm로 제작 작동성을 검토한 결과 공기막셀의 위치가 중방하단에서 접혀지기 때문에 키가 큰 작물에는 손상이 발생할 수 있는 작동상의 문제점이 있는 것으로 나타났다. 2차 시작기는 기체크기 3800×2080×830mm, 공기막셀 크기 600×2000×20mm로 공기막셀이 중방상단에서 접혀지도록 제작하였다. 이 경우 작물의 손상 우려는 없으나 완전히 펴진 상태에서 접힐 때 힌지가 꺾이지 못하고 부하가 발생하여 이와 같은 단순구조로는 완전개폐가 안 되는 작동상의 문제점이 있는 것으로 나타났다. 또한 개폐가 가능하도록 하기 위해서는 구조가 매우 복잡해져야 하기 때문에 기존의 보온커튼에 비하여 설치비용이 많이 들어 경제적인 타당성이 없는 것으로 판단되어 플라스틱 온실에서 철골구조의 공기막 셀 방식 보온커튼 개폐시스템은 적용이 어려울 것으로 생각된다.

따라서 2차 년도에는 emboss type의 비닐커튼 개폐방식을 검토하였다. 우선 각 자재의 보온력 비교를 위하여 열 관류량 시험을 실시하였다. 충격흡수용 포장재로 많이 활용되고 있는 발포형 비닐(이하 “엠보스 비닐”)과 부직포, 엠보스 비닐+부직포 조합자재

의 열관류량 시험결과 엠보스 비닐 1802.0W/m²/hr, 부직포 1888.7W/m²/hr, 엠보스 비닐 +부직포 조합자재 1661.9W/m²/hr로 나타나 엠보스 비닐의 보온력이 부직포에 비하여 4.8% 높으며, 엠보스 비닐과 부직포 조합자재는 부직포보다 보온력이 8.4% 높은 것으로 나타났다.

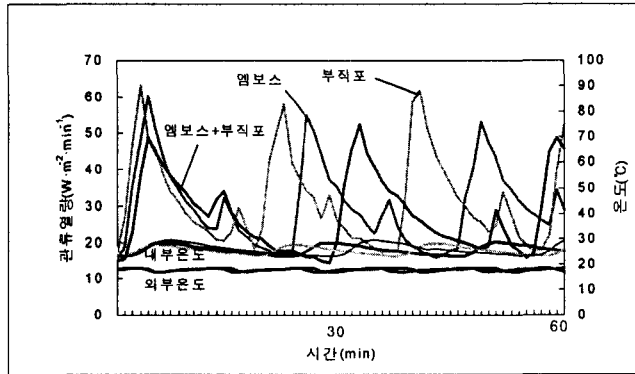


그림2. 부직포, 엠보스, 부직포+엠보스의 열관류량

엠보스 비닐+부직포 조합자재를 이용한 개폐방식의 보온커튼을 단동온실에 설치하였는데, 온실 보온커튼으로 활용할 수 있는 농업용 엠보스 비닐이 국내에서는 생산되지 않아 폭 1m의 포장용 엠보스 비닐을 비닐테이프로 3단으로 연결하여 폭 3m, 길이 25m의 보온커튼을 2장 제작 설치하였다. 대비구는 같은 규격의 온실에 부직포 보온커튼을 설치하였다.

작물은 오이(품종 : 올백다다기)를 2002.1.2 정식 하였으며, 2002.3.24까지 생육 및 수량조사를 실시하였고 온풍난방기에 유량계를 부착하여 이 기간동안의 난방연료 소모량을 비교하였다.

부직포+엠보스 보온커튼 설치구와 부직포 커튼 설치구의 오이 생육 및 수량을 비교한 결과 유의차는 없었으나 부직포+엠보스 보온커튼 설치구에서 엽장과 엽폭이 컸으며, 주당 과수가 약간 많고 평균 과중도 다소 높아 수량이 높은 것으로 나타났다(표 1).

표 1. 오이의 생육 및 수량

(정식 후 82일, 정식 : 1.2)

구 분	초장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	평균과수 (개/주)	평균과중 (g/개)	주당수량 (g/주)
부직포+엠보스	282.6	23.6	29.2	7.7	168.4	1,297
부직포	283.8	22.7	27.3	7.3	156.0	1,139

※ DMRT 0.05 : NS

또한 부직포+엠보스 보온커튼 설치구와 부직포 커튼 설치구의 연료소모량 비교결과 부직포+엠보스 보온커튼 설치구에서 연료소모량이 9.7% 정도 적은 것으로 나타났다(표 2).

표 2. 연료소모량

구 분	온풍난방기 용량(kcal)	온풍난방기 가동기간	1일평균 연료 소모량(ℓ)	총 연료소모량 (ℓ)
부직포+엠보스	40,000	1.2~3.24(82일)	3.00	246.2
부직포	40,000	1.2~3.24(82일)	3.29	270.2

요약 및 결론

이상의 실험결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 엠보스 비닐과 부직포, 엠보스 비닐+부직포 조합자재의 단열효과 비교를 위한 열관류량 시험결과 엠보스 비닐 1802.0W/m²/hr, 부직포 1888.7W/m²/hr, 엠보스 비닐+부직포 조합자재 1661.9W/m²/hr로 나타나 엠보스 비닐의 보온력이 부직포에 비하여 4.8% 높으며, 엠보스 비닐과 부직포 조합자재는 부직포보다 보온력이 8.4% 높은 것으로 나타났다.

2. 부직포+엠보스 보온커튼 설치구와 부직포 커튼 설치구의 오이 생육 및 수량을 비교한 결과 유의차는 없었으나 부직포+엠보스 보온커튼 설치구에서 엽장과 엽폭이 컸으며, 주당 과수가 약간 많고 평균 과중도 다소 높아 수량이 13.9% 증수되고, 난방연료비는 9.7% 절감되는 것으로 나타났다.

3. 다만, 온실 보온커튼으로 활용할 수 있는 농업용 엠보스 비닐이 국내에서는 생산되지 않아 폭 1m의 포장용 엠보스 비닐을 연결하여 보온커튼을 제작 설치하였는데 농업용 보온자재로 실용화하기 위해서는 엠보스 비닐의 폭 3.5m 이상이고 발포공기막의 내구성이 강한 자재 생산이 필요할 것으로 판단된다.

인용문헌

1. 日本施設園藝協會 編集. 1998. 施設園藝 핸드ブック. 園藝情報 セクタア.
2. 伊藤純吉. 1970. 菜蔬・花卉=増益栽培 施設園藝. 養賢堂.
3. 横木清太郎・神谷圓一. 1972. 温室=ビニルハウス園藝 핸드ブック
4. 農業機械學會. 1996. 生物生産機械 핸드ブック. コロナ社