

4계절용 시설하우스의 구조 및 재료에 관한 연구

양지웅*, 김원경*, 이은숙*, 고준영*, 박진규**, 최원식#
*부산대학교 바이오산업기계공학과, ** (주)정일글로벌캠
e-mail:choi@pusan.ac.kr

A Study on the Structure and Materials of the Four Seasons Facility House

Ji-Ung Yang*, Won-Kyung Kim*, Eun-Suk Lee*, Joon-Young Koo*,
Jin-Gyu Park**, Won Sik Choi*#

*Dept. of Bio-Industrial Machinery Engineering, Pusan National University
**JEONG-IL GLOCHEM CO., LTD.

요약

시설재배용 하우스는 단위면적당 표면적이 넓어 에너지 손실이 많아 난방비 지출에 영향을 주며, 여름철 강한 태풍에 의해 쉽게 파손되어 경제적 손실을 발생 시키는 단점이 있다. 이를 해결하는 방법으로 구조적 강성을 증대 시킬 수 있으나 이는 내·외부 온도 차이가 심하여 내부 온도의 조절이 어렵다. 본 연구에서는 시설 재배용 하우스의 구조적 강성의 증대 없이 4중 구조물 시설 하우스를 통해 온·습도를 알아보고, 1~2세대 보온커튼과 4중에 설치된 4세대 에어로젤의 보온커튼의 온도 차이를 알아보고자 하였다. 소재 별 온도 차이에서는 샘플 H는 10분 후의 온도가 초기 5분 동안의 온도보다 낮아짐을 보였다. 14시와 17시 기준 4중 구조에서의 온·습도 측정 결과 온도는 4중 에어로젤에서 가장 낮게 측정되었지만, 습도는 가장 높게 측정되었다.

1. 서론

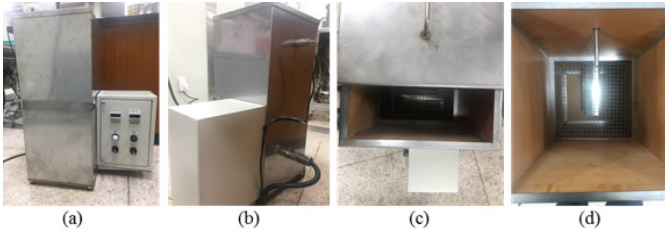
시설재배용 하우스는 단일 및 경량화에서 여러 형태로 발전하고 있으며, 시설 재배용 하우스는 단열재로 인해 외부 환경 보다 더 따뜻해지고, 조절된 환경을 제공해 계절과 관계없이 식물을 재배하고 관리하는데 도움을 준다. 1세대 보온 커튼은 5겹으로(마트/부직포/솜/부직포/마트) 초기 보온력을 위해 두꺼운 솜을 사용하였으나, 흡습성으로 인해 중량이 점차 증가하였고, 2세대 보온커튼은(마트/부직포/경량화솜/부직포 / 마트o알루미늄필단) 1세대의 문제점을 해결하기 위해 경량 솜을 사용하였으나, 보온력과 시설 내 습도 등 문제점이 발생하였다. 시설 하우스는 단위면적당 표면적이 넓어 에너지 손실이 많아 난방비 지출에 영향을 주며, 여름철 강한 태풍에 의해 쉽게 파손되어 경제적 손실을 발생 시키는 단점이 있다. 이를 해결하는 방법으로 구조적 강성을 증대 시킬 수 있으나 이는 내·외부 온도 차이가 심하여 내부 온도의 조절이 어렵다. 본 연구에서는 시설 재배용 하우스의 구조적 강성의 증대

없이 4중 구조물 시설 하우스를 통해 온·습도를 알아보고, 1~2세대 보온커튼과 4중에 설치된 4세대 에어로젤의 보온 커튼의 온도 차이를 알아보고자 하였다.

2. 본론

2.1 실험재료

본 연구에 사용된 재료는 에어로젤 식물 외 7종(표 1) 및 가열 시뮬레이터 시스템이었다. 본 연구에 사용된 직물은 정일글로벌캠 (주)에 의해 제공되었다. 가열 시뮬레이터 시스템은 알루미늄 판을 사용하여 자체 설계되었다. (그림 1a-b). 가열 시뮬레이터 시스템의 상자는 필터 모양의 알루미늄 판으로 분리된 두 부분으로 구성된다. 두 부분에는 각각 분석하는 동안 실내 온도를 확인하기 위한 온도 센서가 설치되어 있고, 히터는 바닥 부분에만 설치되었다.



[그림 1] 가열 시뮬레이터 (a)전면, (b)후면, (c)상단 및 (d)내부

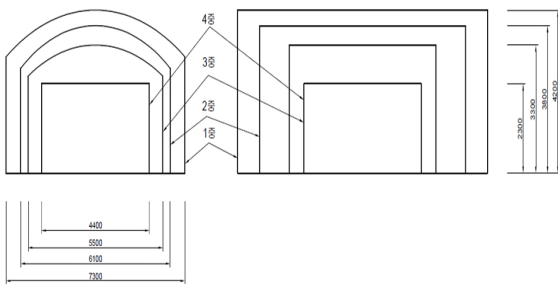


[그림 3] 온·습도 센서 노드 및 에어로젤이 설치된 시설하우스

[표 1] 실험재료(에어로젤 및 보온커튼)

Product name	Layer arrangement
Sample A	Mat + cotton (4 ons) + aluminum screen
Sample B	Mat + non-woven + non-woven + aluminum screen
Sample C	Mat + non-woven + cotton (4 ons) + aluminum screen
Sample D	Mat + non-woven + cotton (4 ons) + polyfoam + Mat
Sample E	Mat + non-woven + cotton (6 ons) + polyfoam + Mat
Sample F	Mat + non-woven + cotton (4 ons) + non-woven + Mat
Sample G	Mat + non-woven + cotton (6 ons) + non-woven + Mat
Sample H	Aerogel

4중 구조물 시설 하우스의 규격은 1중 높이 4200mm, 폭 7000mm, 길이 10,200mm 2중의 규격은 높이 3800mm, 폭 6100mm, 길이 8400mm 3중의 규격은 높이 3300mm, 폭 5500mm, 길이 6000mm 이며 4중의 규격은 높이 2300mm, 폭 4400mm 길이 4800mm으로 밀양 무안면에 설치되었다.



[그림 2] 시설 재배용 하우스(4중 구조)

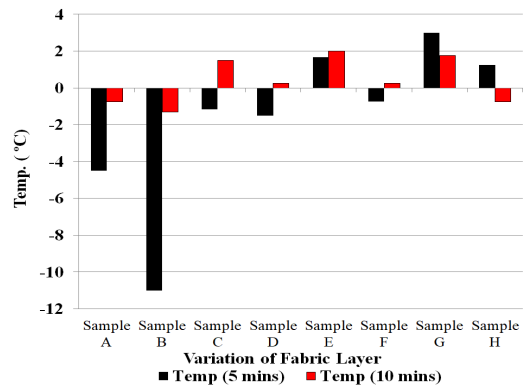
설치된 센서는 온도 -19.9~60°C, 습도 0.0~99.9%까지 측정되며, 시설하우스 중앙에 각각 1개씩 설치되었다.

2.2 실험방법

사용된 보온커튼은 시뮬레이터 박스의 크기와 일치시키기 위해 30x30cm의 크기로 절단 하였고 가열 시뮬레이터의 온도는 35°C로 설정하였다. 각 유형의 직물 시험은 10분 동안 수행되었고 박스 양쪽의 하부(히터 포함) 및 상부(히터 없음)의 온도를 5분 간격으로 10분 동안 기록 하였다. 실험은 3회 수행 하였고, 얻어진 결과로 ANOVA분석을 수행 하였다. 4중 구조물 시설하우스의 온·습도 측정은 2주간 14시, 17시에 측정 하였다.

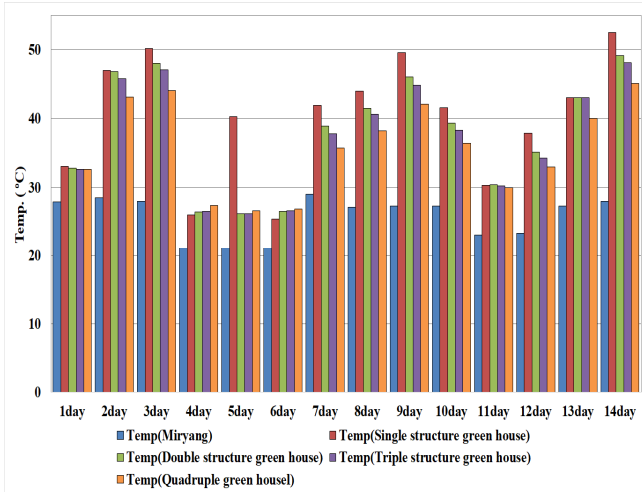
3. 결과 및 고찰

그림 4는 보온커튼의 소재 별 온도 차이를 나타내었으며, 샘플 H에서의 온도의 변화는 5분에서 10분으로 갈수록 감소하는 것을 볼 수 있지만 샘플 A와B의 5분 동안의 초기 온도는 낮지만 10분의 시험 후 온도는 상승한 것을 알 수 있다.

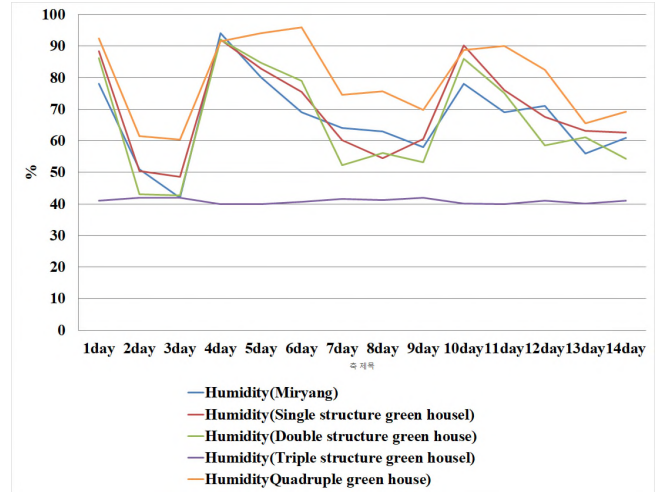


[그림 4] 보온커튼별 5분과 10분의 온도차이

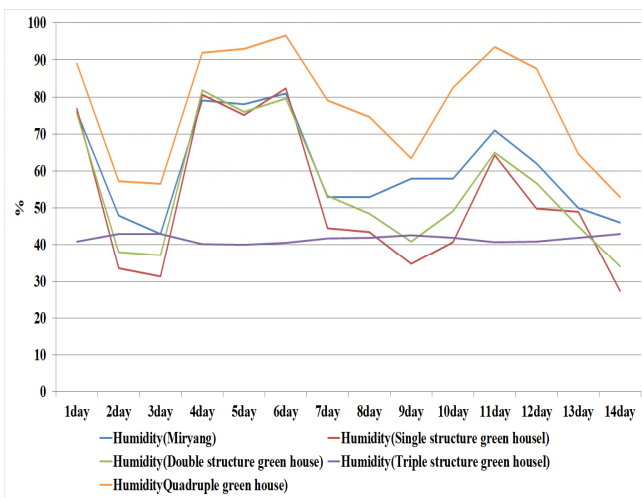
그림 5와 그림 6은 2주 동안의 14시 기준 온도와 습도 차이를 나타내었다. 1중 시설 하우스는 가장 높은 온도로 측정되었고 시설하우스 외부에 비해 평균 약 15 °C 높게 측정되었다. 2중, 3중, 4중은 평균 37.9 °C, 37.3 °C, 35.8 °C로 에어로젤이 설치된 4중이 가장 낮음을 보였다. 습도는 4중 에어로젤에서 가장 높게 습도가 측정 되었고 시설 하우스 외부와 평균 50% 차이를 보였다. 습도는 4중 에어로젤에서 가장 높게 측정 되었고 시설 하우스 외부와 평균 50% 차이를 보였다.



[그림 5] 4중 구조의 온도변화(14시 기준)

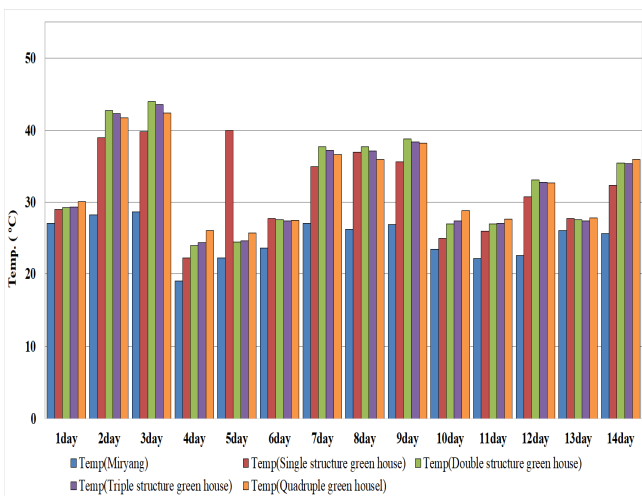


[그림 8] 4중 구조의 습도변화(17시 기준)



[그림 6] 4중 구조의 습도변화(14시 기준)

그림7과 그림 8은 2주 동안의 17시 기준 온도와 습도 차이를 나타내었으며, 2중과 3중에서 가장 높게 측정 되었으나 1~4중 까지 온도 차이는 크지 않았으며 습도는 4중에서 가장 높게 측정되었다.



[그림 7] 4중 구조의 온도변화(17시 기준)

4. 결론

소재 별 온도 차이에서는 샘플 H는 10분 후의 온도가 초기 5분 동안의 온도 보다 낮아짐을 보였다. 이 결과로 샘플 H 에어로젤은 다른 샘플들에 비해 대류열과 전도열을 가장 잘 차단하는 것으로 보인다. 14시, 17시 기준 4중 구조에서의 온·습도 측정 결과 온도는 4중 에어로젤에서 가장 낮게 측정 되었지만, 습도는 가장 높게 측정 되었다. 보온커튼 소재별 온도 차이와 실제 온도 차이를 비교 한 결과 4중에 설치된 에어로젤은 외부에서 내부로 오는 열을 가장 잘 차단해 여름철 고온으로 인한 피해를 줄여 줄 수 있을 것으로 보이며 겨울철에는 외부로 방출 되는 열이 적어 난방비 절약에도 도움이 될 것으로 보인다. 4중 구조에서의 높은 습도는 배기팬을 설치하여, 배기팬을 통한 습도 관리로 해결 할 수 있을 것으로 보인다.

Acknowledgement

본 연구는 농림식품부 농축산자재산업화기술 개발(118074-3) 사업의 지원을 받아 수행하였음.

참고문헌

[1] Chou, C.M., M.S. Ismail, Y. Tochihara, and J.Y. Lee. 2011. Physiological Strains of Wearing Aluminized and Non-aluminized Firefighters' Protective Clothing during Exercise in Radiant Heat. *Industrial Health* 49(2): 185-194.

[2] Kim, K.S. and C.H. Park. 2013. Thermal Comfort and Waterproof-breathable Performance of Aluminum-coated Polyurethane Nanoweb. *Textile Research Journal* 83(17): 1808-1820.

[3] Lee, H.M., S.Y. Choi, A. Jung, and S.H. Ko. 2013.

Highly Conductive Aluminum Textile and Paper for Flexible and Wearable Electronics. *Angewandte Chemie International Edition* 52(30): 7718-7723.

- [4] 양지웅, 김원경, 이은숙, 박진규, 최원식, “스마트팜용 시설 하우스에서 에어로젤 사용에 관한 연구”, 한국생물환경조절학회 추계학술대회 논문집, 10월, 2020년.
- [5] 양지웅, 김원경, 이은숙, 박진규, 최원식, “4중 구조물 시설 하우스에서의 실내 온 습도 분포에 대한 연구”, 한국생물환경조절학회 추계학술대회 논문집, 10월, 2020년.