

계면활성제 농도가 폴리에틸렌 필름 온실의 미기상에 미치는 영향

Effect of Surfactants Concentration on Micro-environment in Polyethylene Film Greenhouse

전 회* · 이해은 · 김학주 · 이시영 · 남윤일 · 박태욱¹⁾ · 도현성¹⁾
원예연구소, ¹⁾기술표준원

Hee Chun* · Hye-Eun Lee · Hak-Ju Kim, Si-Young Lee · Youn-Il Nam
Tae-Uk Park¹⁾ · Hyun-Sung Do¹⁾

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

¹⁾*Agency for Technology and Standards, MOCIE, Gwacheon, 427-716, Korea*

서 론

비닐하우스 내외의 온도 차이로 발생하는 공기 중 수분의 결로현상 때문에 필름 표면에 물방울이 맺히게 된다. 특히 내부에서는 식물의 꽃이 피고 열매를 맺기 위하여 상대습도 60% 이상이 유지되는 것이 좋기 때문에 사람이 거주하는 건물 내부보다 훨씬 다습한 조건이 주어지기에 비닐하우스 내부에서는 물방울 발생의 소지가 높다.

필름 표면에서 계면활성 정도의 차이로 나타나는 무적의 정도를 측정하는 방법은 여러 가지가 있을 수 있겠으나 크게 두 가지로 나눌 수가 있다. 즉 일정한 시간 동안 필름 표면을 타고 흘러내린 유적량(流滴量)을 측정하는 방법과 계면활성 정도와 필름의 설치 기울기 등에 따라 흘러내리고 남아 필름 표면에 순간적으로 부착되어 있는 수적량(水滴量)을 측정하는 것이다. 유적량과 수적량은 서로 상반된 특성을 가지고 있다. 즉 유적량이 많으면 수적량은 적고 반대로 수적량이 많으면 유적량은 적게 나타난다. 그리고 수적량과 투광율은 서로 부(-)의 상관관계를 나타내어 수적량이 많으면 투광율은 떨어진다. 한편 농업용필름의 표면에 부착된 수적의 두께가 두꺼울수록 수막에 의한 보온성은 다소 유지되나 투과율 저하로 기온이 떨어지는 것으로 나타났다('97 원예연구소).

농도 수준이 다른 계면활성제가 처리된 농업용필름으로 피복된 비닐하우스의 미기상을 조사분석하고자 본 시험을 수행하였다.

* 본 연구는 2002/2003년도 산업자원부 표준화기술개발사업비로 수행되었음.

재료 및 방법

농업용 필름은 기술표준원에서 (주)일신화학공업주식회사에 위탁하여 제조된 것으로 두께 0.06mm의 투명 폴리에틸렌 필름에 계면활성제로서 글리세린 지방산에스터류 (JP 38-4171)가 각각 무처리, 1%, 2% 처리되었다. 필름을 2002년 11월 5일에 직경 25mm 두께 1.5mm의 농업용 철재파이프로 시설된 높이 3.2m, 너비 6m, 길이 20m의 비닐하우스에 피복하였다. 피복작업은 다수의 인력으로 비닐을 덮어씌운 다음 두께 1.0mm의 철재 패드에 직경 3.0mm의 강철 스프링으로 고정하였다.

비닐하우스에서 작물을 재배하는 환경을 조성하기 위하여 적축면상추와 청치마상추 (농우종묘)를 재배하였다. 파종은 2003년 2월 20일 실시되었다. 파종 후 20일간 온실에서 모종을 키운 다음 토양에 30×15cm 간격으로 심었다. 이후 관리는 무가온 상태에서 폴리에틸렌 필름과 보온덮개를 해 뜨고 30분 후에 벗기고 해 지기 1시간 전에 덮는 방식으로 실시되었다. 관수는 점적관수시설을 하여 매일 1~2회 실시하였고, 요소를 하우스 당 1.2kg을 기비로 주었다.

시설내 미기상으로 일사량은 광도계(MF-020P, EKO)를 비닐하우스 내부에서 지표면으로부터 1.2m 지점에 설치하여 5분 간격으로 측정하였고, 기온과 습도는 지표면으로부터 1.5m 지점에 자기기록계(HOBO)를 설치하여 5분 간격으로 측정하였으며, 지온은 지중 10cm에서 열전대선을 이용하여 측정하였고, 결로온도는 필름표면에서 열전대선을 이용하여 측정하였다.

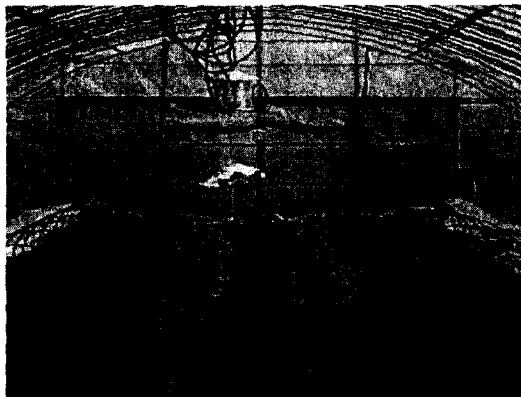


Fig. 1. Environment measurement sensors in greenhouse ; air temperature, relative humidity, soil temperature and solar radiation

결과 및 고찰

봄철인 2003년 3월 20일에 계면활성제가 1%와 2% 처리된 비닐하우스의 광도는 무처리에 비하여 각각 10.2%, 12.3%가 높게 측정되었다. 이와 같이 계면활성제가 처리가 비닐하우스에서 투광율이 높은 것은 필름 표면에서 결로된 물방울이 상대적으로 소수성을 상실하고 친수성을 가지게 됨에 따라 물방울이 필름 표면에서 이루는 접촉각이 작아져 주변의 물방울과 쉽게 결합하고, 커진 물방울은 표면에서 쉽게 흘러내리게 되고, 물방울이 흘러내린 곳에서는 광선의 유입이 원활하게 되어 투광율이 높게 되는 것이 관찰되었다.

비닐하우스 내부에 부착된 물방울을 투과하는 과정에서 빛이 굴절되면서 이 가운데 일부는 비닐하우스 바깥으로 나가게 되고 일부는 내부에 들어와 직당광과 함께 식물의 광합성에 이용되거나 물체의 온도를 상승시키는 역할을 한다. A. Jaffrin과 S. Makhlouf(1990)은 빛이 물방울로 인하여 굴절되어 비닐하우스에서 투광율을 최고 46%까지 떨어뜨린다고 보고하였으나 이것은 하나의 물방울이 접촉각과 크기에 따라 보여지는 것이고, 비닐하우스에서는 물방울이 균집상태로 존재함에 따라 통상 10~20% 정도의 투광율이 떨어지는 것으로 알려져 있다(Y. Harazono 1997). 2003년 3월 20일 식물의 광합성이 주로 이루어지는 07:00~14:00 동안 무처리에 비하여 계면활성제 1%와 2%에서 각각 9.3%와 12.9%의 투광율이 향상된 것으로 나타났고, 1%와 2% 사이는 3.6%가 차이가 났다.

기온과 습도는 계면활성제가 처리된 비닐하우스와 무처리 비닐하우스 사이에 뚜렷한 차이를 나타내지 않았으나, 식물체가 광합성을 집중적으로 하는 오전의 기온은 계면활성제처리 비닐하우스에서 1~2℃ 정도 높은 것으로 나타났다. 지온의 경우는 계면활성제처리에서 3~4℃ 정도 높은 것으로 나타났는데 이것은 광에너지가 땅속에 많이 축적된 것으로 판단된다. 결국 투광율이 높은 계면활성제처리 비닐하우스에서 기온보다는 지온의 상승을 초래하여 외부 온도가 낮은 시기에 식물체의 성장이 촉진될 수 있는 환경을 조성하였다고 보여진다.

비닐하우스 내부에서 이슬이 맺히는 결로온도는 노지가 전반적으로 낮았고 처리별로는 2%가 1%에 비하여 부분적으로는 낮은 온도를 보이기도 하였으나 대체로 다소 높은 경향을 보였다.

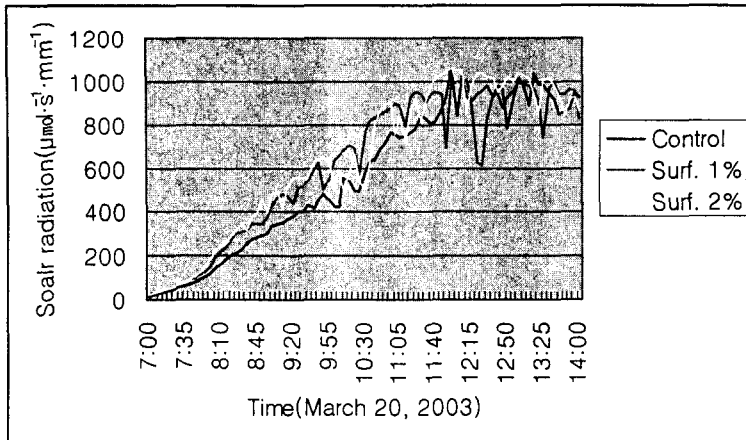


Fig. 2. Change of solar radiation on March 20 2003 in greenhouse

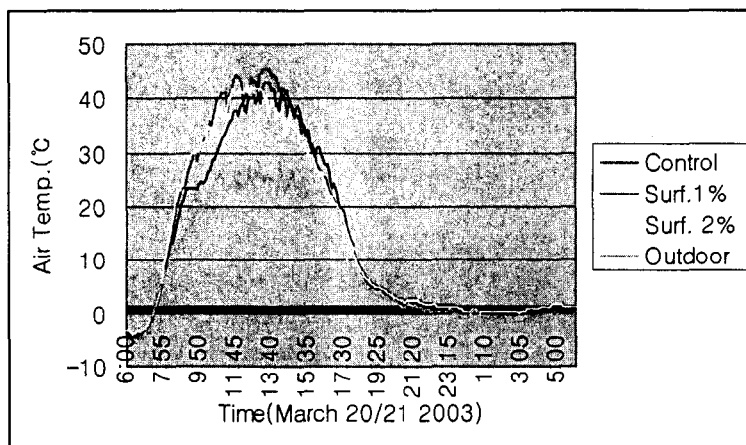


Fig. 3. Change of air temperature on March 20 2003 in greenhouse

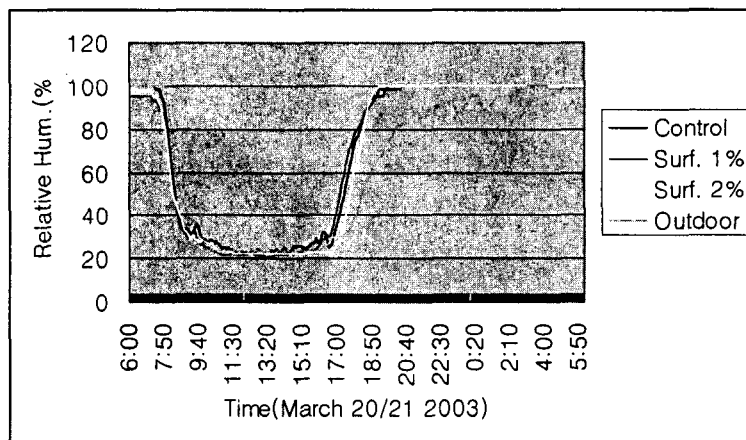


Fig. 4. Change of relative humidity on March 20 to 21 2003 in greenhouse

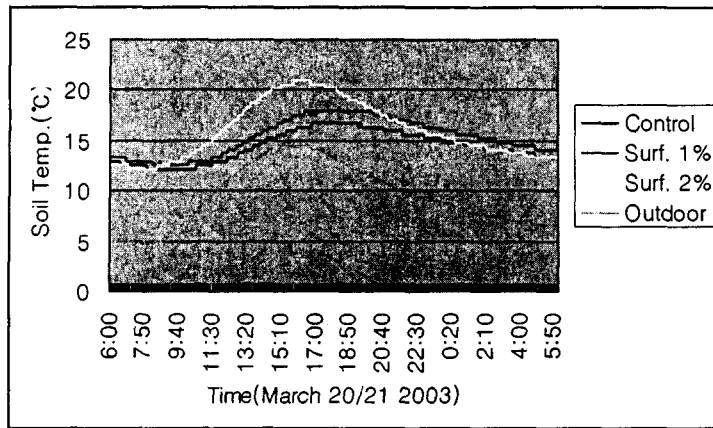


Fig. 5. Change of soil temperature on March 20 to 21 2003 in greenhouse

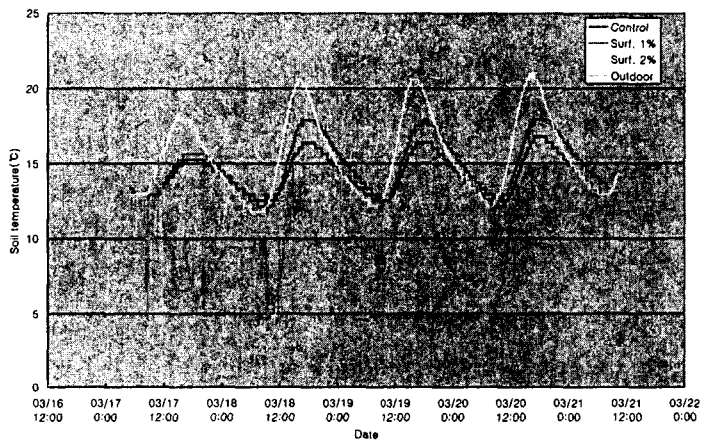


Fig. 6. Change of soil temperature on March 17 to 21 2003 in greenhouse

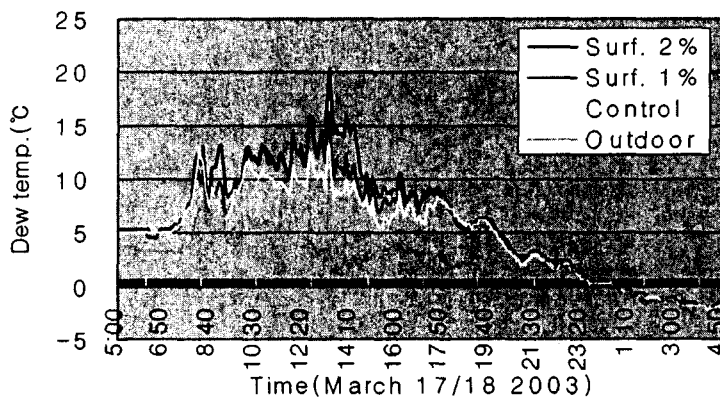


Fig. 6. Change of dew temperature on March 17 to 18 2003 in greenhouse

요약 및 결론

2003년 3월 20일 식물의 광합성이 주로 이루어지는 07:00~14:00 동안 무처리에 비하여 계면활성제 1%와 2%에서 각각 9.3%와 12.9%의 투광율이 향상된 것으로 나타났고, 1%와 2% 사이는 3.6%가 차이가 났다. 기온과 습도는 계면활성제가 처리된 비닐하우스와 무처리 비닐하우스 사이에 뚜렷한 차이를 나타내지 않았으나, 식물체가 광합성을 집중적으로 하는 오전의 기온은 계면활성제처리 비닐하우스에서 1~2℃ 정도 높은 것으로 나타났다. 지온의 경우는 계면활성제처리에서 3~4℃ 정도 높은 것으로 나타났다.

인용문헌

- Godbey, L. C., T. E. Bond, and H. F. Zorig. 1979. Transmission of solar and long-wavelength energy by materials used as for solar collectors and greenhouses. *Trans. Am. Soc. Agric. Eng.* 22:1137-1144.
- Kwon, Y.S., N.Y. Heo, T.Y. Kim, H. Chun, J.S. Kwon. 1996. Studies on fruit vegetables productivity and quality differentiation on greenhouses in Korean middle and south area. *Res Rept.* 686-707. Nat'l Hor. Res. Institute (in Korea).
- Kim, H. H., S. Y. Lee, H. Chun, Y. I. Nam and Y. S. Kwon. 1996. Study on ventilation of rigid plastics greenhouse. *Nat. Hort. Res. Ins. Res. Report.* p.794-799 (in Korean).
- Kim, K. J., H. Chun, S. K. Kim and L. J. Kim. 1995. Effect of environmental difference in soft plastics film house on tomato(*Lycopersicum esculentum* Mill) growth and yield. *Dongguk Univ. Reg. Dev. Res. Report.* 12:9-19 (in Korean).
- McNaughton, K. G., A. K. H. Jacson, and I. J. Warrington. 1981. Greenhouse covering materials ; optical and thermal properties of some materials available in New Zealand. *Plant. Physiol. Div., Rept. Sci. Ind. Res, New Zeal., Tech. Rep.* 9.