

## 계면활성제 처리 농도가 무기온 플라스틱온실의 방적성, 환경 및 상추 생육에 미치는 영향

전 희\* · 이혜은 · 염성현 · 김학주 · 이시영 · 남윤일 · 김경제<sup>1</sup>  
원예연구소, 시설재배과, <sup>1</sup>동국대학교, 식물자원학과

### Effect of Surfactant Concentrations on Anti-waterdrop, Environment and Lettuce(*Lactuca sativa* L.) Growth in Polyethylene Film Greenhouse

Hee Chun\*, Hye-Eum Lee, Sung-Hyun Yemm Hak-Ju Kim, Si-Young Lee, Yooun-Il Nam, and Kyung-Je Kim<sup>1</sup>

Protected Cultivation Div., National Horticultural Research Institute, RDA, Suwon 441-706, Korea

<sup>1</sup>Dept. of Plant Resources, Dongguk University, Seoul 100-715, Korea

**Abstract.** In polyethylene film house treated with surfactants(SF316+FB0800), waterdrops attached on film surface were absorbed to filter paper of 9 cm in diameter and measured 1.21 mL in control, 0.15 mL in 1% and 0.07 mL in 2% on December 10 at 10:00, 2002. However, there was no clear difference between surfactant concentrations 1% and 2%. And the most waterdrop was measured at 10:00 in daytime. As the air temperature was higher in greenhouse, waterdrop was swelled. So, the least waterdrop was measured at 14:00. In greenhouse covered with surfactants concentrated 1% and 2%, transmittances of solar radiation were 9.3% and 12.9% higher than control, respectively. In air temperature and relative humidity, there were no significant difference in all greenhouses. In forenoon, the air temperatures in the surfactant treated film greenhouse tended 1~2°C warmer than that of control. However, soil temperatures of surfactant treated film greenhouse tended 3~4°C warmer than that of control. During winter, the lettuce growth in surfactant treated film greenhouse was faster than that of control. However, there was no difference between surfactant concentrations of 1% and 2%.

**Key words :** anti-waterdrop, protected cultivation, relative humidity, soil temperature, transmittance

\*Corresponding author

## 서 언

비닐하우스에서 피복자재로 폴리에틸렌(polyethylene), 초산비닐(ethylene vinylacetate) 및 염화비닐(polyvinylchloride)과 같은 연질필름을 90% 이상 사용하고 있으나 필름 표면에 물방울이 맺히는 것을 방지하는 방적성과 각종 먼지 등이 부착하는 것을 억제하는 방진성의 저하로 시설내 투광률이 5~15% 떨어지고 다습하여 딸기와 같은 작물에 잿빛곰팡이병 발생이 심해지는 등 시설재배작물의 생산성이 크게 떨어지고 있다(Chun 등, 2000; Harazono, 1997; Jaffrin and Makhlof, 1990; Kim 등 1996; Kwon 등 1996;

Park 등 1999).

이러한 문제점을 해결하기 위하여 비닐하우스 내부에서 에너지를 소비하여 온도를 올리거나 환기를 시켜서 방지하고 있으나 필름의 수명을 단축시키므로 바람직한 방안이 되지 못하고 있다. 따라서 연질필름 제조공정에서 방적성 향상을 위하여 첨가제가 사용되고 있으나 1~3개월 정도의 한시적인 효과를 나타내고 있는 실정이다(Chun 등, 1997). 한편 플라스틱 필름의 표면의 특성을 개질시키는 플라즈마처리, 코로나처리, 이온조사 등의 방법이 연질필름의 방적성 향상을 위하여 개발되었으나 기존의 계면활성제 첨가방법에 비하여 처리비용이 많이 소요되어 경제적이지 못한 실정이다.

현재 방적성을 향상시키기 위하여 시도되고 있는 다양한 방법들이 연필필름에 적용이 되어 농가에서 사용될 때, 예상치 못한 환경의 변화 또는 농약라업 등으로 무적성의 정도는 크게 차이를 보이고 있는 실정이다. 이러한 정도 차이는 많은 민원을 초래하므로 현장에서 사용이 편리하고 경제적인 무적성 기술의 개발이 필요하다. 따라서 본 시험에서는 온실의 두광율, 기온 및 저온을 저하시키며 저온에 의한 생리장애를 일으키는 물방울을 방지하기 위하여 계면활성제가 처리된 필름으로 파복된 온실에서 수직 정도에 따른 환경차이와 상추의 생산성을 분석하고자 실시하였다.

## 재료 및 방법

본 시험에 사용된 농약용필름은 기술표준원에서 (주)인신화학에 위탁하여 제조된 것으로 두께 0.06 mm의 투명 폴리에틸렌 필름에 계면활성제로서 글리세린 지방산에스터류(SF316+FB0800)가 각각 무처리, 1%, 2% 처리되었다. 필름을 2002년 11월 5일에 직경 25 mm, 두께 1.5 mm의 농약용 철재 파이프로 시설된 높이 3.2 m, 너비 6 m, 길이 20 m의 이직형 하우스에 파복하였다. 파복작업은 인력으로 비닐을 덮어씌운 다음 두께 0.5 mm의 철재 패드에 직경 3.0 mm의 강철 스프링으로 고정하였다. 시험작물들 (주)농우의 청치파 상추와 직육번상추의 종자를 골드스틱엔길포트에 pH 6.5로 교정된 피트모스를 넣고 2002년 10월 10일에 파종하였다. 파종 후 20일간 온실에서 모종을 키운 다음 토양에 30×15 cm 간격으로 심었다. 물은 매일 2~3회 점적관수하였고, 보온은 투명폴리에틸렌필름과 보온덮개를 매일 열고 닫는 방식으로 무가는 상태로 관리하였다.

비닐하우스 내부에서 필름 표면에 부착된 수직량은 파복 후 오전 10시에 처마로부터 1.0 m 지점에서 5일 간격으로 수직량을 조사하였다. 또한 파복 5일 후오전 10시, 오후 2시, 오후 6시 3회 실시하였다. 이때 수직량은 직경 9 cm의 여과지를 이용하여 물방울을 흡수하기 전후의 무게를 측정하여 수직의 비중을 상온(20°C)에서 부피로 환산하였다.

시설내 비기상으로 일사량은 평도계(MF-020P, HKO)를 비닐하우스 내부에서 지표면으로부터 1.2 m 지점에 설치하여 5분 간격으로 측정하였고, 기온과 습도는 지

표면으로부터 1.5 m 지점에 자기기록계(HOBO)를 설치하여 5분 간격으로 측정하였으며, 저온은 지중 10 cm 에서 열전대선을 이용하여 측정하였다. 상추의 생육은 정식 후 10일 간격으로 상추의 초장(cm), 엽수(매), 엽중(g), 생체중(g), 각과중(g), 엽면적(cm<sup>2</sup>)을 조사하였다.

## 결과 및 고찰

계면활성제가 수증별로 처리된 필름을 파복하여 2002년 12월 10일에 수직량을 조사한 결과 직경 9 cm의 원안에 무처리구에서 가장 많은 1.21 mL, 1% 처리구에서 0.15 mL, 2% 처리구에서 0.07 mL로서 무처리구와 처리구간에는 수직량의 차이가 뚜렷이 나타났다(Fig. 1).

하루 중 3회에 걸쳐 수직량을 조사한 결과 오전 10시에 가장 많이 맺혀 있었고, 기온이 상승된 오후 2시에는 오후 6시보다 1%와 2% 농도에서 각각 낮은 수준을 보였다(Fig. 2). 이것은 기온이 가장 높은 시각에 물방울이 급격히 증발한 것으로 판단된다. 그러나 상대적으로 무처리구에서는 많은 물방울의 증발이 쉽게 이루어지지 않아 하루 중 시간의 경과에 따라 줄

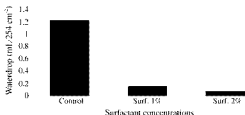


Fig. 1. The amount of水滴 on polyethylene film in greenhouse on December 10 at 10:00, 2002.

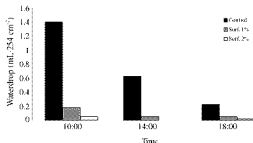


Fig. 2. The amount of水滴 on polyethylene film in greenhouse on December 10 at 10:00, 14:00 and 18:00, 2002.

어느는 경향을 보였다.

이와 같은 현상은 계절에 관계없이 동일하게 나타났으며, 무처리구에서 수직량이 피복 직후인 가을철에는 피복 후 4개월 정도 지난 봄철보다 10%정도 많았으나 1%와 2% 처리구에서는 오히려 20% 정도 적었다. 이것은 무처리구의 경우 폴라스틱 표면이 산화되면서 전기를 방출함에 따라 소수성이 시간이 지남에 따라 줄어들고, 처음부터 소수성을 크게 완화시킨 1%와 2% 농도에서는 시간이 지남에 따라 계면활성제가 물방울에 씻겨나가면서 소수성이 커졌기 때문인 것으로 판단되었다. 무적성의 경시적인 변화를 알아보기 위하여 비닐하우스에 피복 후 수직량을 조사한 결과 계면활성제 처리에서 30일까지는 수직량의 변화가 없어 무적성이 유지되었으나, 이후 지속적으로 수직량이 늘어나 120일까지 무적성의 감소는 보이다가 이후 안정세를 보였는데 무처리구보다는 수직량이 적어 무적성이 10~30% 정도 높았다. 무처리 비닐하우스에서는 수직량의 변화가 거의 없었다(Fig. 3).

피복 후 135일이 경과된 2003년 3월 20일에 계면활성제가 1%와 2% 처리된 비닐하우스의 평도는 무처리구에 비하여 각각 10.2%, 12.3%가 높게 측정되었다(Fig. 4). 이와 같이 계면활성제가 처리된 비닐하우스에서 투광율이 높은 것은 필름 표면에서 걸로된 물방울이 상대적으로 소수성을 상실하고 친수성을 가지게 됨에 따라 물방울이 필름 표면에서 이류는 겹죽라 이 작아져 주변의 물방울과 쉽게 결합하고, 커진 물방울은 표면에서 쉽게 흘러내리게 되고, 물방울이 흘러내린 곳에서는 광선의 유입이 원활하게 되어 투광율이

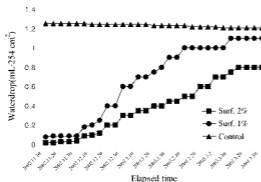


Fig. 3. The amount of water droplet on polyethylene film in greenhouse from November 10, 2002 to March 30, 2003.

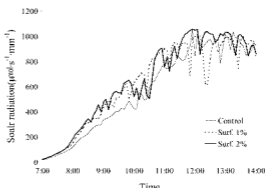


Fig. 4. Change of solar radiation on March 20, 2003 in greenhouse.

높게 되는 것이 관찰되었다.

비닐하우스 내부에 부착된 물방울을 투과하는 과정에서 빛이 굴절되면서 이 가운데 일부는 비닐하우스 바깥으로 나가기 되고 일부는 내부에 들어와 직달광과 함께 식물의 광합성에 이용되거나 물체의 온도를 상승시키는 역할을 한다. Jaffrin and Makhlouf(1990)은 빛이 물방울로 인하여 굴절되어 비닐하우스에서 투광율을 최고 46%까지 떨어뜨린다고 보고하였으나 이것은 하나의 물방울이 겹죽라과 크기에 따라 보여지는 것이고, 비닐하우스에서는 물방울이 군집상태로 존재함에 따라 통상 10~20% 정도의 투광율이 떨어지는 것으로 알려져 있다(Harazono, 1997). 2003년 3월 20일 식물의 광합성이 주로 이루어지는 오전 7시부터 오후 2시 동안 무처리구에 비하여 계면활성제 1%와 2% 처리구에서 각각 9.3%와 12.9%의 투광율이 향상되었고, 1%와 2% 처리구 사이에는 3.6%가 차이가 났다(Fig. 4).

기온과 습도는 계면활성제가 처리된 비닐하우스와 무처리 비닐하우스 사이에 뚜렷한 차이를 나타내지 않았으나(Fig. 6), 식물체가 광합성을 집중적으로 하는 오전의 기온이 계면활성제처리 비닐하우스에서 1~2°C 정도 높은 것으로 나타났다(Fig. 5). 지온의 경우는 계면활성제처리에서 3~4°C 정도 높은 것으로 나타났는데(Fig. 7), 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.

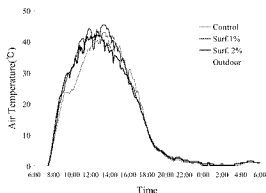


Fig. 5. Change of air temperature on March 20 to 21, 2003 in greenhouse.

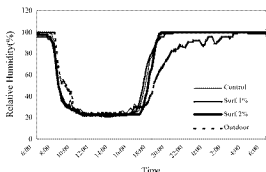


Fig. 6. Change of relative humidity on March 20 to 21, 2003 in greenhouse.

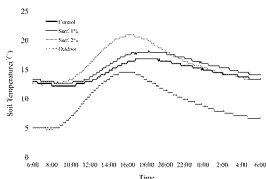


Fig. 7. Change of soil temperature on March 20 to 21, 2003 in greenhouse.

비닐하우스 내부에서 이슬이 맺히는 결로유도는 노지가 전반적으로 낮았고 처리별로는 2% 처리구가 1% 처리구에 비하여 부분적으로는 낮은 온도를 보이기도 하였으나 대체로 다소 높은 경향을 보였다(Fig. 8). 상추의 생육은 자유휘 재배에서 품종에 관계없이 무

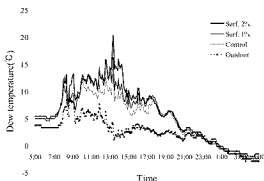


Fig. 8. Change of dew temperature on March 17 to 18, 2003 in greenhouse.

치리구보다 재면활성제처리 비닐하우스에서 좋았다. 재면활성제처리 농도별로는 1% 처리구보다는 두껍음과 지온 등에서 높은 수준을 보였던 2% 처리구에서 다소 생육이 좋은 것으로 나타났지만 통계적으로 유의성은 보이지 않았다. 상추의 생육을 나타내는 요인별로 살펴 보면 두 품종 모두 초장은 율방울이 맺히지 두껍음이 떨어진 무치리구에서 다소 길었으나 엽수, 엽중, 생체중 및 엽면적은 재면활성제처리 비닐하우스에서 우수하게 나타났다. 그러나 건물중은 재면활성제처리 비닐하우스에서 다소 무겁게 나타났으나 통계적으로는 유의성이 없었다. 상추는 생체중의 94~96%가 수분으로 구성되어 있어 처리별로 차이를 보이지 않은 것으로 여겨진다.

상추는 외부기온이 떨어지면 생육이 저조하게 되고 뿌리의 발육이 정지되는데 두껍음이 높아 지온이 높았던 재면활성제 처리 비닐하우스에서 비록 뚜렷한 기온 차이는 보이지 않았지만 광포화점 내외의 적정 광량의 확보와 지온 확보에 따른 양수분의 이동이 식물체에서 원활하게 이루어질 수 있어 생육이 좋게 나타난 것으로 판단된다. 품종별로는 잎의 발달이 지속적으로 이루어지고 후대되어 줄기가 굵어지는 특성이 있는 청치마 상추가 잎의 발달이 어느 정도 이루어지면 반결구되는 특성이 있는 적축변상추에 비하여 초장, 엽수, 엽면적, 무게 등 모든 면에서 생육이 우수하였다.

## 적 요

계면활성제(SF316+FB0800)가 처리된 폴리에틸렌 필름 시선에서 작경 9 cm 원인의 필름 표면에 부착된

**Table 1.** Effect of Surfactant concentrations on the lettuce growth on December 20, 2002.

Cultivar	Surfactant Con. (%)	Plant height (cm)	Number of leaves (No.)	Leaf weight (g · plant <sup>-1</sup> )	Fresh weight (g · plant <sup>-1</sup> )	Leaf areas (cm <sup>2</sup> · plant <sup>-1</sup> )	Dry weight (g · plant <sup>-1</sup> )
Chungchima	Control	24.58 a <sup>z</sup>	24.20 b	77.34 b	83.98 b	2012.6 b	5.72 a
	1	23.62 a	27.40 a	94.62 a	104.45 a	2522.1 a	6.01 a
	2	23.84 a	27.50 a	95.12 a	105.12 a	2543.4 a	6.12 a
Jukchukmun	Control	17.22 a	13.00 a	35.54 b	37.42 b	774.61 b	2.71 a
	1	16.40 a	14.22 ab	45.59 a	48.20 a	878.35 a	2.84 a
	2	16.91 a	15.35 b	45.45 a	47.41 a	865.85 a	2.98 a

<sup>z</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at  $p < 0.05$ .

수적량은 무처리구에서 1.21 mL, 1% 처리구에서 0.15 mL, 2% 처리구에서 0.07 mL가 측정되었다. 그러나 육안으로는 1%와 2% 처리구 사이에 차이를 관찰하기가 어려웠다. 수적량은 하루 중 오전 10시에 가장 많았고, 기온이 상승된 오후 2시에 적었다. 무처리구에 비하여 계면활성제 1%와 2% 처리구에서 투광율은 각각 9.3%, 12.9% 높았다. 기온과 습도는 계면활성제가 처리된 비닐하우스와 무처리 비닐하우스 사이에 뚜렷한 차이를 나타내지 않았다. 오전의 기온은 계면활성제 처리 비닐하우스에서 1~2°C 정도 높았으며, 지온의 경우는 계면활성제 처리시설에서 3~4°C 정도 높은 경향을 나타냈다. 겨울철 상추의 생육은 계면활성제가 처리된 필름으로 피복된 비닐하우스에서 빨랐다. 그러나 계면활성제농도 1%와 2% 처리구 사이에는 뚜렷한 차이를 보이지 않았다.

**주제어** : 방적성, 상대습도, 시설재배, 지온, 투광율

## 인용문헌

1. Chun, H., K.J. Kim, Y.S. Kwon, H.H. Kim, and S.Y. Lee. 2000. Greenhouse environment and growth of green pepper(*Capsicum annuum* L.) in greenhouse covered with CEM BIO film. *J. Bio-Environment Control* 9(3):161-165.
2. Chun, H., Y.S. Kwon, H.H. Kim, and S.Y. Lee. 1997. Effect of anti-dropping on environment and oriental melon(*Cucumis melo*. var. macuwa) growth in soft plastics film house. *J. of Bio-Environment Control*(Abstract). 6(1):53-58.
3. Harazono, Y., Q. Chen, and M. Yoshimoto. 1997. Effects of dewdrop on plastic films on light transmittance, temperature and humidity in greenhouse. *J. Aric. Meteorol.* 53(3):175-183.
4. Jaffrin, A., and S. Makhlof. 1990. Mechanism of transmission through wet polymer films. *Acta Horticulturae.* 281:11-24.
5. 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.
6. Kwon, Y.S., N.Y. Heo, T.Y. Kim, H. Chun, and J.S. Kwon. 1996. Studies on fruit vegetables productivity and quality differentiation in greenhouses in Korean middle and south area. *Nat'l Hor. Res. Institute. Res Rept.* p.686-707.
7. Park, H.B., J.C. Kim, S.H. Kwon, J.S. Kong, S.W. Kong, and K.H. Wang. 1999. Effects of soft covering films on fruit vegetable production in greenhouse. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 40(2):200-204.