

폴리에틸렌필름 표면에서 계면활성제 'SOLFA-S200'과
'SOLFA-S800'의 처리효과
Anti-drop of Surfactant 'SOLFA-S200' and 'SOLFA-S800'
on Polyethylene surface

전 희* · 김진영 · 김현환 · 이시영 · 우영희 · 남윤일 · 김경제¹
원예연구소 시설재배과, ¹동국대학교 식물자원학과

Hee Chun* · Jin Young Kim · Hyun Whan Kim · Si Young Lee · Young Hoe
Woo · Yun Il Nam · Kyung Je Kim

*Div. of Protected Cultivation, National Horticultural Research Institute, RDA,
Suwon 441-440, Korea*

¹*Dept. of Plant Resources, Dongguk University, Seoul 100-715, Korea*

서 론

우리나라에서 사용되고 있는 원예시설 피복자재는 대부분 PE (polyethylene), EVA (ethylene vinylacetate)와 PVC (polyvinylchloride) 등의 플라스틱 연질필름을 소재로 되어있다. 이러한 연질 피복자재는 광투과율, 내구성, 그리고 장파방사 측면에서 불리한 조건을 가지고 있다. 또한 연질필름의 기능성 가운데 분쟁의 소지가 많은 방적성을 현장에서 개선하기 위해서는 단순하면서도 경제적인 방법이 요구된다고 하겠다. 특히 방적성을 높이기 위한 실천 방안으로는 일정한 골조 경사각 유지하고, 필름 앞뒤면을 바로 설치하며, 시설 내 습도를 조절하고, 환기를 개선하며, 피복 전에 석회를 살포하고 염소와 황 성분이 포함된 농약이 피복재에 살포되지 않도록 하는 등 일반적인 주의사항이 홍보되고 있으나 이를 구체적으로 실행하기 위한 과학적인 접근이 필요하다고 하겠다.

시설에서 물방울이 생성되는 것은 시설내외의 온습도 차이로 비롯된다. 즉 불포화된 습공기라도 시설 내외 온도차이로 냉각되면 일정한 온도에서 포화에 도달하여 포화공기가 된다. 이 때의 습공기 온도를 노점온도라 하며 이 온도 이하로 냉각하면 공기중의 수증기는 물로 변하게 되어 시설내부의 피복자재 표면에 붙어 이른바 수적현상이 나타나게 된다. 건구온도와 상대습도에 따라 노점 온도가 달라지기 때문에 시설에서는 물방울이 생기게 마련이다. 따라서 이러한 현상을 정확히 이해하고 효율적으로 대처해야 한다. 본 시험은 농가에서 농업용 필름의 방적성이 저하될 경우 현장처리용으로 살포하기 위하여 계면활성제 SOLFA-S200과 SOLFA-S800의 방적성을 구명하고, 처리기술을 개발하고자 실시하였다.

재료 및 방법

농업용 연질필름 표면의 방적성을 향상시키기 위하여 일신유화(주)에서 생산한 솔비탄 지방산 에스테르류 종류인 SOLFA-S200(sorbitan monolaurate)과 SOLFA-S800(sorbitan monooleate)을 기존의 농업용 계면활성제(성진화학 생산)와 비교하여 실험하였다. 먼저 농도별 계면활성능력을 알아보기 위하여 증류수로 100배와 1,000배 그리고 10,000배로 희석하여 휴대용 살포기(GARDENA, PE-HD 2)로 약제가 젖어 흘러내릴 정도로 살포한 후 표면장력을 측정하였고 백화 발생 정도를 조사하였다. 실내에서 농도별 수적직경은 처리면에 자동피펫을 이용하여 증류수 0.5mL를 떨어뜨린 후 디지털캘리퍼스(MITUTOYO, CD-15CP)로 측정하였다. 유적량과 수적량을 조사하기 위하여 진탕항온수조(DS-23SC, DS)를 개조하여 수적발생기로 사용하였다. 먼저 온탕기의 수온을 70℃로 조절하여 직경 10cm의 철재 토출구 안쪽에 필름을 부착한 페트리디쉬를 씌운 다음, 유적량은 10분 간격으로 일정시간의 물방울이 흘러내린 양을 측정하였고, 수적량은 일정시간이 지나 필름표면의 물방울이 안정된 상태로 부착된 물방울량을 측정하였다. 시설 내 방적성은 2001년 10월 5일 10:00 시에 북쪽지붕의 동고와 측고 중간지점에서 직경 11cm의 원형 안의 수적량을 여과지(Whatman, 110mm ϕ)로 측정하였다.

결과 및 고찰

식품용이나 공업용에 사용되는 계면활성제 SOLFA-S200(sorbitan monolaurate)과 SOLFA-S800(sorbitan monooleate)은 솔비탄 지방산 에스테르의 일종으로 식물성 솔비톨과 친유기로서 지방산이 에스테르 결합된 친수성 물질이다. 이들 화합물은 담황색의 액체 상태로서 산가가 모두 10max이고 검화가가 SOLFA-S200이 155~170, SOLFA-S800이 149~160 정도로서 점성이 매우 강한 특성을 가지고 있다. 따라서 농업용 계면활성제로 사용하기 위해서는 수분을 첨가시켜 도포하는데 편리성을 부여하고, 필름 표면에 부착되어 오래 동안 방적성을 유지시키기 위해서는 전착제를 첨가하여야 될 것이다. 본 시험은 일차적으로 계면활력을 증대시키면서 작업을 편하게 하기 위한 적정 농도를 선별하는 목적이 있기 때문에 증류수로 100 ppm, 1000 ppm, 10000 ppm 으로 희석하여 도포한 후 폴리에틸렌 필름 표면에서 증류수 물방울이 가지는 표면장력을 측정한 결과 전체적으로 SOLFA-S200 보다는 SOLFA-S800이 표면장력이 강하여 계면활성이 떨어지는 것으로 나타났다. 또한 모두 농도가 높아질수록 계면활성이 강하게 나타났으나 10000 ppm 이상에서는 도포 후 마르면서 백화현상(migration)이 심하게 나타나 필름 표면에 얼룩이 저서 농업용 필름으로 사용하기에는 적절하지 못하였다. 결국 1000 ~10000 ppm 사이에서 계면활성과 백화현상을 고려하여 적절한 처리농도를 찾기 위하여 2000 ppm 간격으로 도포한 결과 SOLFA-S200과 SOLFA-S800의 표면장력이 6000 ppm 에서 각각 23.8과 28.1 dyne/cm 로서 계면활성과 투명성을 만족시키는 것으로 나타났으며 SOLFA-S200이

SOLFA-S800 보다 우수한 것으로 나타났다(Table 1).

이와 같은 결과를 바탕으로 SOLFA-S200을 6000 ppm 으로 조제하여 폴리에틸렌 필름에 도포한 후 20일 동안 실내에서 건조시킨 상태에서 증류수에 착색제로 흑색잉크를 혼합하여 1.0 mL를 떨어뜨린 다음 수적 직경을 측정된 결과 일반 폴리에틸렌 필름 표면보다 1.9배가 큰 4.8 cm를 보였다(Fig. 1). 일반적으로 폴리에틸렌과 같은 고분자 플라스틱 표면은 소수성을 가지기 때문에 수적이 형성되었을 경우 물분자와의 표면장력이 크기 때문에 물분자와의 친화성이 적은 소수성을 가진다. 표면장력을 떨어뜨려 소수성을 약화시키기 위해서는 계면활성이 우수한 물질을 농업용 플라스틱필름 제조과정에서 첨가하거나 생산 후 현장에서 도포하는 방법이 있는데, 본 실험의 목적은 후자의 경우로서 SOLFA-S200을 6000 ppm 으로 조제하여 도포하는 것이 실내에서는 가장 효과적인 것으로 나타났다.

시설에서 방적성을 확인하는 방법은 여러 가지가 있겠으나 피복재로 사용된 폴리에틸렌 필름에서 물방울이 얼마나 맺혀있는가와 반대로 얼마나 물방울이 흘러내렸는가를 측정하는 것과 이들 요인이 온도, 습도 및 광투과율 등의 시설환경에 미치는 영향이 Chun 등(1997), Harazono와 Yoshimoto(1997) 그리고 Park 등(1999)에 의하여 제시되었다. 본 실험에서는 야간에 시설에서 물방울이 형성되어 오전 10:00시에 맺혀있는 수적량과 수적발생장치를 이용하여 2시간 동안 필름 표면을 타고 흘러내린 유적량을 측정된 결과 SOLFA-S800과 SOLFA-S200 모두 6000, 8000 ppm에서 수적량이 적고 유적량이 많아 방적성이 우수한 것으로 나타났다(Table 2).

Table 1. Surface tension and migration degree in polyethylene film surface

Contact materials		Surfactants	Concentrations (ppm)	Surface tension (dyne/cm)	²⁾ Migration degree (1~5)
Solid	Liquid				
P.E.	Distilled water	SOLFA-S800	100	34.6±0.7	1
			1000	30.1±1.1	1
			10000	25.4±1.0	5
P.E.	Distilled water	SOLFA-S200	100	30.4±0.6	1
			1000	25.6±0.4	1
			10000	20.3±0.5	5
P.E.	Distilled water	SOLFA-S800	2000	29.4±0.9	1
			4000	28.7±0.7	1
			6000	28.1±1.1	2
			8000	27.5±1.2	3
P.E.	Distilled water	SOLFA-S200	2000	25.3±0.8	1
			4000	24.2±1.2	1
			6000	23.8±1.0	1
			8000	23.0±1.3	3

²⁾Migration degree ; 1, none 2, low 3, middle 4, serious 5, very serious



Fig. 1. Diameter of 1.0 mL water-drop at 20 days sprayed surfactants in lab.

Table 2. Water drops amount pending and flowed on polyethylene film surface.

Surfactants	Concentrations (ppm)	^{z)} Pending water drop amount (mL · 100 cm ⁻²)	^{y)} Flowed water drop amount (mL · 100 cm ⁻²)
SOLFA-S800	2,000	0.41 ± 0.04	2.10 ± 0.10
	4,000	0.37 ± 0.05	2.15 ± 0.11
	6,000	0.35 ± 0.04	2.30 ± 0.12
	8,000	0.34 ± 0.04	2.31 ± 0.09
SOLFA-S200	2,000	0.28 ± 0.03	2.47 ± 0.09
	4,000	0.25 ± 0.04	2.54 ± 0.08
	6,000	0.21 ± 0.03	3.15 ± 0.10
	8,000	0.20 ± 0.04	3.27 ± 1.13
Agro-surfactants	5,000	0.45 ± 0.05	1.97 ± 0.15
Control	-	0.51 ± 0.07	0.45 ± 0.15

^{z)}Pending water drop amount was measured with filter paper of 11 cm diameter in the middle of greenhouse roof at 10:00 on Oct. 5, 2001.

^{y)}Flowed water drop was measured in P.E film surface to the water bath attached steam emitter with 11 cm diameter and 30° slop controlled by 70°C after 2hr.

요약 및 결론

폴리에틸렌 필름 표면에서 증류수 물방울이 가지는 표면장력을 측정한 결과 전체적으로 SOLFA-S200 보다는 SOLFA-S800이 표면장력이 강하여 계면활성이 떨어지는 것으로 나타났다. SOLFA-S200과 SOLFA-S800의 표면장력이 6000 ppm 에서 각각 23.8과 28.1 dyne/cm 로서 계면활성과 투명성을 만족시키는 것으로 나타났으며 SOLFA-S200이 SOLFA-S800 보다 우수한 것으로 나타났다. 실내에서의 수적직경은 SOLFA-S200을 6000 ppm 으로 도포한 것이 일반 폴리에틸렌 필름 표면보다 1.9배가 큰 4.8 cm를 보였다. 물방울이 형성되어 오전 10:00시에 맺혀있는 수적광과 수적발생장치를 이용하여 2시간 동안 필름 표면을 타고 흘러내린 유적량을 측정한 결과 SOLFA-S800과 SOLFA-S200 모두 6000, 8000 ppm에서 수적량이 적고 유적량이 많아 방적성이 우수한 것으로 나타났다.

인용문헌

1. Chun, H. 1998. Effects of different types of greenhouse and training methods on canopy, growth and yield of green pepper(*Capsicum annuum* L.). Ph. D. thesis. Dongguk Univ. Seoul. p18-24 (in Korea).
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 (in Korean).
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 (in Japanese).
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 (in Korean).
6. 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).
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 (in Korea).