

계면 활성제 처리가 수경재배 상추의 무기이온 흡수 및 생육에 미치는 영향

Effect of surfactant addition in nutrient solution on Mineral Nutrient Content and Growth of lettuce in Deep flow Culture

최기영* · 양은영 · 문병우¹ · 서태철

Choi, Ki Young* · Yang, Eun Young · Moon, Byung-Woo · Seo, Tae Cheol

원예연구소 채소과 · ¹(주) 코프

Division of Vegetable, National Horticultural Research Institute, RDA,
Suwon 440-310, Korea

¹KOF co., ltd., Cheongtong-myeon, Youngcheon-si, Gyeongsangbuk-do,
770-894, Korea

서 론

양액재배는 작물의 첨단 생산기술을 집약화시킨 재배 방식으로 환경친화적 양액재배란 생산과정에서 발생하는 배출물의 제한과 재활용을 뜻한다. 네델란드에서는 2000년까지 모든 양액재배 농가가 순환식 양액재배 시스템을 채택하도록 법으로 규정하였으며(Ammerlaan, 1993), Sonneveld(1993)는 비순환식 시스템에 비해 순환식 시스템에서 물량은 64%, 질소와 카리는 각각 44%와 50% 정도까지 줄임으로써 비료의 손실과 환경오염을 최소화시킬 수 있다고 하였다.

농약과 비료 및 상토 제조 등에서의 계면활성제 활용 연구는 많이 이루어지고 있으나(Choi 등, 2000) 작물의 영양 흡수 촉진 (Moon 등, 1998) 및 양액재배에서의 비료 절감에 따른 양액의 효율적 이용과 관련된 연구는 극히 미약한 실정이다.

따라서 본 실험은 순환식 양액재배에서 계면활성제 종류가 상추의 생육, 광합성 속도 및 무기이온 흡수에 미치는 특성을 파악함으로써 비료 절감형 양액재배 방식과 고기능성 엽채류 생산을 위한 계면활성제 처리 효과에 대한 기초 자료를 얻고자 수행하였다.

재료 및 방법

2004년 8월 20일에 200공 플러그 트레이에 상추(*Latuca sativa* 'Chungchima')를 파종한 후 9월 10일 담액 수경재배상(재식거리 15×15cm)에 본엽이 6-7매 달린 균일한 묘를 정식하였다. 사용한 배양액은 원예연구소 국화과 엽채류 전용 배양액로 3주간 재배하였다. 계면활성제 종류는 0.3 mg·L⁻¹ polyvinyl alcohol (PVA-95) 500 배, 0.3 mg·L⁻¹ softanol-70[RO(CH₂CH₂O)₇H; ST-70] 500배 및 0.2 mg·L⁻¹ calcium lignosulfonate (CLS) 3종류를 공시하였으며, PVA-95와 ST-70 계면활성제는 정식 3일 후에, CLS는 정식 10일 후에 배양액에 혼입 처리하였다. 비료절감에 따른 계면활성제 효과를 알아보기 위하여 1배 배양액을 기준하여 1/4배액, 1/2배액, 1배액, 2배액의 4처

리 농도를 다량원소만으로 조절하였으며, 미량원소는 1배액 기준량을 동일하게 공급하였다. 계면활성제 처리 후 생육단계별 생육과 상대생장율을 구하였으며, 휴대용 광합성 측정기(Li-Cor, Li-6400)로 광합성 속도, 세포내 CO₂ 농도, 증산속도를 측정 한 후 및 수분이용효율을 계산하였다. 식물체 잎의 카리, 칼슘 및 마그네슘 함량은 분석원자흡광 분광기(Perkin Elmer 3300)로 분석하였다.

결과 및 고찰

계면 활성제 처리가 수경재배 상추 생육에 미치는 영향을 알아보기 위하여 생육 단계별 생육과 상대 생장율을 조사하였다(표 1). 생육 초·중기 단계에서 CLS 처리를 제외하고는 처리간 차이가 없었으나 생육 후기 표면 접착력을 강화시켜주는 PVA-95 처리에서 상추의 생육이 가장 높았다.

배양액에 혼입된 계면활성제가 뿌리로의 이온 흡수에 영향을 줌으로써 비료 절감이 가능한가를 알아보기 위하여 배양액 농도 1배액을 기준으로 4농도(1/4배액, 1/2배액, 1배액, 2배액) 처리한 결과 생육이 가장 높았던 PVA-95 처리에서만 1/2배액 저농도 배양액내 상추 생육이 대조구 1배액과 비슷한 상추 생육을 보임으로써 재배기간 21일을 기준으로 엽채류 1회 재배시 약 50% 비료절감이 가능함을 보였다(그림 1).

계면활성제 종류에 따른 상추 잎의 광합성 능력은 대조구에 비해 높은 경향을 보였으나 유의성은 인정되지 않았다(표 2). ST-70에서 재배된 상추 잎의 세포내 CO₂ 이용 효율과 증산속도가 낮음에 따라 잎의 수분이용효율은 가장 높게 나타났다. 잎의 수분 이용효율은 체내 CO₂ gas 교환을 높이기 위한 일종의 방어기능으로 증가될 수 있는 것으로 ST-70 처리의 상추 생육량은 낮지 않았으나 잎의 CO₂ 이용효율과 증산속도가 낮은 경향을 보임에 따라 체내 양·수분 이동에는 영향을 미칠 것으로 생각되었다. 한편 CLS 처리의 생육은 대조구에 비해 낮은 경향을 보였으나 세포내 CO₂ 이용효율이 높고 증산속도가 활발함에 광합성 능력이 가장 높은 경향을 보였다.

계면활성제 종류에 따른 상추 잎의 카리, 칼슘 및 마그네슘 함량은 각 처리별로 상이한 분포를 보였으나 모든 처리구가 적정 범위 안에 분포하였으며, 칼슘 함량을 높이기 위해 처리한 CLS 분산 처리구의 상추 생육은 높지 않았으나 엽내 카리, 칼슘, 마그네슘 함량이 모두 높게 나타나 고품질 엽채류 생산을 위한 첨가 재료로서의 가능성을 확인할 수 있었다.(표 3).

따라서 초기 낮은 생장율로 CLS 처리의 상추 생육은 낮았으나 활발한 증산 속도에 의한 양·수분의 원활한 분배가 잎의 엽내 무기 양이온 함량을 높여줄 수 있다고 판단됨에 따라 높은 생육량과 비료 절감 효과가 인정된 PVA-95 처리와 CLS 처리의 혼용 또는 CLS 처리의 생육 시기 구멍을 통해 수경재배 엽채류 고품질 생산이 가능하리라 생각된다. 그러나 이들 계면활성제 처리에 의한 채소의 식품 안정성과 관련된 계반 실험도 고려되어야 할 것이다.

요약 및 결론

순환식 양액재배시 계면활성제가 비료 절감 및 무기이온 흡수 증진에 미치는 영향을

알아보고자 상추의 생육, 광합성 속도, 증산속도 및 무기이온 함량을 분석하였다. PVA-95 처리는 상추의 가장 높은 생육과 1/2배액에서도 양호한 생육을 보였다. CLS 처리는 세포내 CO₂이용효율이 높고 증산속도가 빨랐으며, 높은 광합성속도와 엽내 카리, 칼슘 및 마그네슘 함량이 높았다. 따라서 비료 절감 효과 및 무기이온 흡수 촉진을 위한 계면활성제의 처리 효과가 인정되어 환경친화형 고기능성 엽채류 생산을 위한 가능성을 확인할 수 있었다.

인용문헌

1. Ammerlaan, J.C.J. 1993. Environment-conscious production system in Dutch glasshouse horticulture. Paper at ISHS International Symposium on New Cultivation System in Greenhouse. Cagliari, Italy.
2. Choi, J.M., Min, K.R., and Choi, J.S. 2000. Soil residual activity of surfactant mixtures containing polyoxyethylene octylphenyl ether and their effect on initial wetting and water movement in container media. *Kor. J.Hort. Sci. & Technol.* 18(5):612-620.
3. Lee, Y.B. 2000. Development of optimum nutrient management system in a plant factory. The last report of Agrecultural R&D Promotion Center, Korea.
4. Moon, B.W., Choi, J.S., and J.K. Kim. 1998. Effect of surfactant and calcium compounds extracted from oyster shell on calcium content of apply fruit treated alone or with agrochemicals. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 39(6):716-720.
5. Sonneveld, C. 1993. Hydroponic growing in closed systems to safeguard the environment. Australia Hydroponic Conference - Hydroponics and the Environment. Monash Univ. Melbourne Australia, 21-36.

Table 1. Effect of different surfactant addition in nutrient solution on fresh weight and relative growth rate (RGR) of lettuce at 2 and 3 weeks after treatment.

Surfactant ^z	Fresh wt. (g plant ⁻¹)		RGR (g g ⁻¹ day ⁻¹)	
	2 week	3 week	I ^y	II ^x
PVA-95	29.4 a ^w	151.8 a	0.216	0.143
ST-70	29.2 a	126.6 ab	0.212	0.107
CLS	22.1 b	105.0 b	0.174	0.077
Control	32.3 a	131.2 ab	0.223	0.112

^zPVA-95: Polyvinyl alcohol, ST-70: RO(CH₂CH₂O)₇H, CLS: calcium lignosulfonate.

^yMiddle stage : Measured from September 10 to 24, 2004.

^xLast stage : Measured from September 25 to October 5, 2004.

^wMean separation within columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

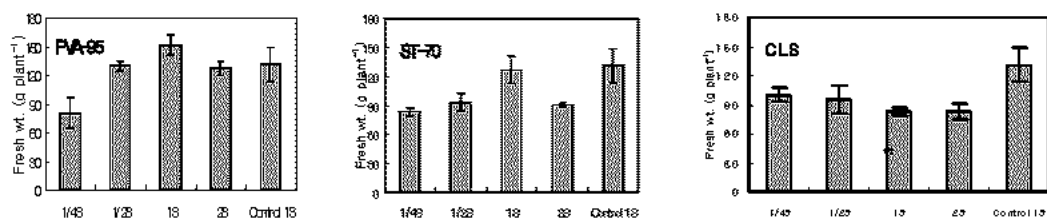


Fig. 1. Effect of different surfactant addition in nutrient solution on fresh weight of lettuce at 3 weeks after treatment.

Table 2. Effect of different surfactant addition in nutrient solution on photosynthetic rate (Pr), CO₂ use efficiency (CUE), transpiration rate (Tr) and water use efficiency (WUE) of lettuce at 3 weeks after treatment.

Surfactant ^z	Pr ($\mu\text{mol CO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$)	CUE ^y	Tr ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$)	WUE ($\text{mmol CO}_2\text{mol H}_2\text{O}^{-1}$)
PVA-95	11.65 a ^y	0.89 a	8.95 a	80.61 ab
ST-70	9.97 a	0.86 b	8.59 b	98.89 a
CLS	12.07 a	0.90 a	8.85 a	70.26 b
Control	8.88 a	0.90 a	7.00 b	74.32 b

^zPVA-95: Polyvinyl alcohol, ST-70: RO(CH₂CH₂O)₇H, CLS: calcium lignosulfonate.
^yMeasured Ci (intercellular CO₂ concentration)/Ca (ambient CO₂ concentration)
^wMean separation within columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

Table 3. Effect of different surfactant addition in nutrient solution on mineral nutrient content of lettuce at 3 weeks after treatment.

Surfactant ^z	K	Ca	Mg	K/Ca
	----- %			
PVA-95	6.59 ab ^y	0.65 c	0.25 b	10.03 a
ST-70	5.23 b	0.84 b	0.19 b	6.22 c
CLS	7.26 a	1.27 a	0.31 a	5.73 c
Control	7.11 a	0.88 b	0.24 b	8.10 b
Aquate range ^x	5-10	0.8-1.8	0.3-0.9	

^zPVA-95: Polyvinyl alcohol, ST-70: RO(CH₂CH₂O)₇H, CLS: calcium lignosulfonate.
^yMeasured Ci (intercellular CO₂ concentration)/Ca (ambient CO₂ concentration)
^wData were obtained from reference 3.