

담액수경재배시 계면 활성제 첨가가 청경채와 상추의
Se 흡수와 생육에 미치는 영향

Effect of Surfactant Addition on Se Absorption and Growth of
Pak-choi and Lettuce in DFT Culture

서태철 · 윤형권* · 장성호

원예연구소 채소과

Tae Cheol Seo · Hyung Kweon Yun* · Cheng Hao Zhang

Vegetable Research Division, National Horticultural Research Institute,

Suwon 440-706

서 론

최근 질병을 예방하고자 식물로부터 약리성분을 추출하여 이용하거나 또는 다량 섭취하는 농산물에 항산화능력이 있는 기능성 물질을 강화하여 이용하려는 시도가 점차 증가하고 있고 그 효능에 대한 검정도 계속되고 있다(Greenwald, 1998). 그 중 셀레늄(Se)은 사람과 동물에 매우 낮은 농도로 요구되는 필수 미량원소로서 보통 식물, 가축, 어류, 해산물 등을 통하여 섭취하게 된다. Jansson(1980)의 보고에 의하면 셀레늄이 결핍된 토양에서 재배된 작물만을 지속적으로 섭취하는 사람들은 심장병 또는 암의 발생율이 높았다. 이것은 셀레늄이 동물에서 암의 발병을 상당히 줄이거나 혹은 항산화제로서의 역할을 한다고 할 수 있다. 이미 미국과 유럽에서는 심장, 간 등의 기능강화와 암 등에 예방효과가 있다(Axley 등, 1991)고 인정되었다. 성인의 경우 셀레늄의 일일 권장 섭취량은 100~200 μ g로 알려져 있는데(Gunnar 등, 1985), 한국인의 일일 섭취량은 약 43 μ g로 다소 부족한 실정이다(Comb, 2001). 셀레늄흡수는 작물에 따라 흡수되는 양상이 다르기 때문에 보다 효과적으로 셀레늄을 흡수시키기 위한 방법으로 계면활성제를 이용하였다. 계면 활성제는 수용액이 해리하여 이온 또는 미셀을 생성하여 계면 활성을 나타내는 이온성 계면 활성제와 수용액이 해리할 수 있는 작용기를 갖지 않고도 계면 활성 작용을 나타내는 비이온성 계면 활성제 및 수용액이 해리하여 이온성을 띠는 음이온성, 양이온성 또는 양쪽성 계면 활성제 등 다양한 형태가 있다. 농약과 비료 및

상토 제조 등에서 계면활성제를 활용한 연구는 많이 이루어지고 있으나 작물의 영양흡수 촉진에 관련된 연구는 극히 미약한 실정이다. 따라서 본 연구는 기능성 농산물 생산을 위하여 농업에 다양하게 이용되고 있는 셀레늄의 흡수를 촉진하는 계면활성제를 청경채와 상추의 담액수경재배에 이용하여 생육특성 및 품질에 미치는 영향을 구명하고자 실시하였다.

재료 및 방법

본 시험은 2005년에 공시작물 청경채와 상추를 이용하여 원예연구소 유리 온실에 128공 plug tray에 2월 25일에 육묘한 후 3월 23일 원예연구소 연동 유리 온실에 정식하여 담액경수경재배 하였다. 양액의 셀레늄(Na_2SeO_4) 농도를 $1\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 로 처리하였고 계면활성제 PVA95(Polyvinyl alcohol)의 농도는 $1\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$, $2\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$, $4\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 로 하였으며 CLS (Calcium lignosulfonate)의 농도는 $5\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$, $25\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$, $50\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$, $100\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 로 정식 후부터 처리하였다. 배양액은 원예연구소 원시배양액을 사용하였으며 정식 3주 후 수확하여 일반생육, Se, 무기염, 비타민 C 함량 등을 조사하였다. 식물체내 K, Ca, Mg함량은 원자흡광광도계(Perkin elmer 3300, USA)를 이용하여 정량하였으며, 분석한 무기성분의 함량은 건물중당 %로 표시하였다. 식물체내 총 셀레늄함량은 건조된 분말 시료 0.5g를 질산 : 과염소산(3:1, v/v) 4mL를 가하여 흡후드에서 습식분해를 하여 HVG-AAS(Shimadzu 6800, JAPAN)를 이용하여 정량 분석하였다. 비타민 C함량은 생체시료 5g를 2.5% HPO_3 25mL와 함께 10,000rpm으로 10분간 마쇄한 후 30,000rpm으로 10분간 원심분리하여 상등액을 $0.45\mu\text{m}$ membrane filter(Millipore, USA)로 여과하여 $10\mu\text{L}$ 씩 2회 반복 주입하여 HPLC로 분석하였다(Park 등, 1997). HPLC(Waters M1025, USA)의 조건은 UV-detector로 하였고, 컬럼은 symmetry C18 $5\mu\text{m}$ ($3.9 \times 150\text{cm}$)으로 이동상용매는 KH_2PO_4 (pH 2.8):Methanol(9:1)을 $0.5\text{mL}/\text{min}$ 으로 흘려 254nm에서 측정하였다.

결과 및 고찰

청경채에 Se의 흡수촉진을 위해 계면활성제를 처리한 결과 엽록소는 $\text{Se} + \text{CLS } 50\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 처리에서 45.0로 가장 높았으며 전체적으로 대조구에 비하여 Se가 포함된 처리구에서 엽록소 함량이 증가되었다. 지상부와 지하부의 생체중은 $\text{Se} + \text{PVA } 4\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 처리구에서 가장 무거웠다(Table 1).

Table 1. Effect of surfactant addition on the growth of pak-choi in DFT culture.

Treatment (mg · L ⁻¹)	Plant height (cm)	Chlorophyll (SPAD)	Leaf area ² (cm ²)	Fresh weight (g/plant)		Dey weight (g/plant)	
				Shoot	Root	Shoot	Root
Control	25.0 ab ²	36.0 e	941 d	123.8 bc	6.2 bc	5.18 a	0.22 c
Se 1	25.8 ab	40.8 bc	1,133 ab	142.9 a	7.1 bc	6.29 a	0.23 bc
Se1+PVA 1	25.3 ab	35.5 e	1,055 bc	126.9 bc	8.3 ab	5.79 a	0.26 ab
Se1+PVA 2	26.3 a	43.2 ab	1,174 ab	141.0 a	5.8 c	5.93 a	0.20 c
Se1+PVA 4	25.3 ab	36.3 e	1,253 a	146.5 a	7.8 b	6.16 a	0.39 a
Se1+CLS 5	25.4 ab	36.8 de	1,100 bc	120.8 c	7.8 b	5.20 a	0.25 bc
Se1+CLS 25	23.7 ab	39.6 cd	1,006 cd	118.4 c	5.7 c	5.31 a	0.24 bc
Se1+CLS 50	26.5 a	45.0 a	1,110 bc	137.0 ab	8.3 ab	5.40 a	0.35 ab
Se1+CLS 100	25.2 ab	37.5 de	1,039 cd	121.9 c	9.9 a	5.52 a	0.28 abc

²Means separation by duncan's multiple range test at 5% level.

비타민 C 함량은 두 작물 모두 대조구에 비해 약간 증가하는 경향을 보였으나 유의성 차이는 없었다(Fig. 1).

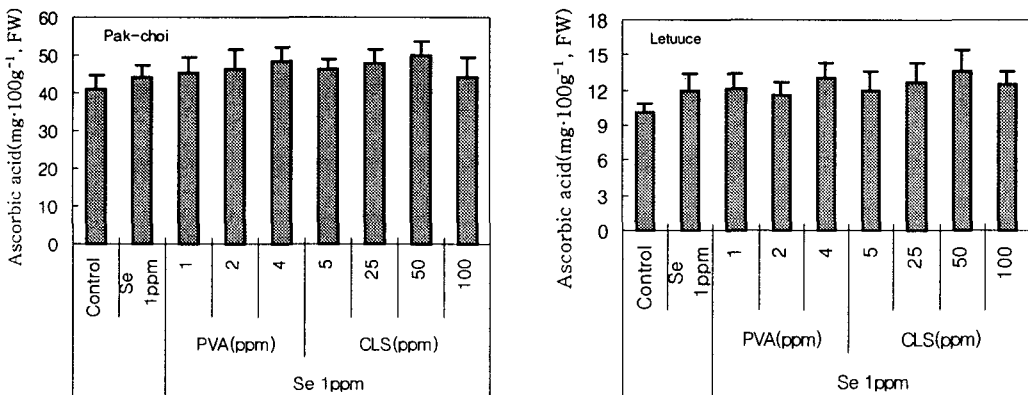


Fig. 1. Effect of surfactant addition on the ascorbic acid content of pak-choi and lettuce grown by DFT culture.

상추에서 지상부와 지하부의 생체중과 건물중은 Se+CLS 25mg · L⁻¹ 처리구에서 가장 무거웠다(Table 2).

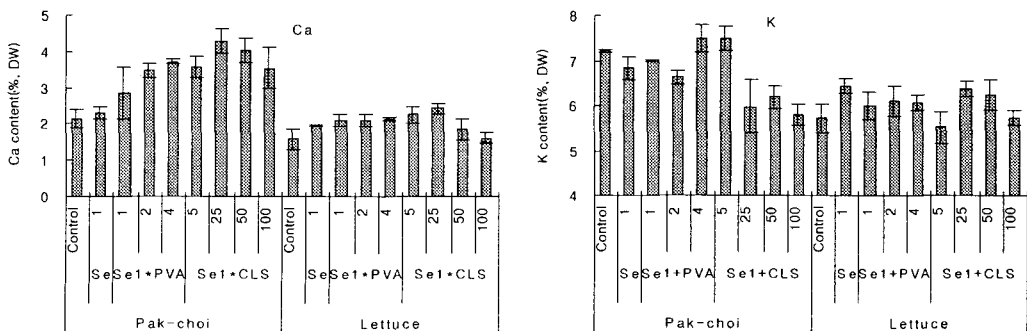
Table 2. Effect of surfactant addition and Se treatment on the growth of lettuce in DFT culture.

Treatment (ppm)	Plant height (cm)	Chlorophyll (SPAD)	Leaf area (cm ²)	Fresh weight (g/plant)		Dey weight (g/plant)	
				Shoot	Root	Shoot	Root
Control	24.8 c ²	17.8 a	1,543 c	77.5 cd	6.5 cde	3.47 c	0.20 c
Se 1	27.1 ab	17.9 a	1,550 c	74.7 cd	7.0 cd	3.35 c	0.19 c
Se1+PVA 1	28.7 a	16.8 a	1,869 a	93.4 b	5.3 ef	4.03 bc	0.18 c
Se1+PVA 2	27.0 ab	16.6 a	1,461 c	70.6 d	3.4 f	3.57 bc	0.20 c
Se1+PVA 4	24.3 c	16.1 a	1,427 c	72.1 d	5.6 def	3.47 c	0.26 bc
Se1+CLS 5	25.8 bc	15.3 a	1,686 bc	80.2 bcd	5.1 ef	3.79 bc	0.25 bc
Se1+CLS 25	25.7 bc	16.3 a	2,153 a	108.8 a	7.4 bc	4.77 a	0.29 b
Se1+CLS 50	26.3 bc	15.8 a	2,028 a	92.9 b	12.4 a	4.79 a	0.43 a
Se1+CLS 100	25.2 bc	17.1 a	1,694 bc	88.4 bc	9.6 b	4.24 ab	0.30 b

²Means separation by duncan's multiple range test at 5% level.

무기염을 분석한 결과 엽내 Ca 함량은 두 작물 모두 Se+PVA와 CLS처리에서 대조구에 비해 증가하였다. K는 청경채의 경우 Se+PVA 4mg · L⁻¹ 처리구가 가장 많았고 Se+CLS처리에서는 대조구와 비교하여 5mg · L⁻¹ 농도에서는 증가하였지만 농도가 증가할수록 감소하였다. 상추의 경우는 일정한 경향이 없었다. Mg은 Se+CLS 25mg · L⁻¹처리구가 대조구에 비해 증가하였고 기타 처리는 차이가 없었다. 상추에서는 계면활성제 처리에 의한 Mg 함량 변화가 없었다(Fig. 2).

청경채와 상추의 엽내 Se을 분석한 결과 청경채의 경우 Se+PVA처리가 대조구에 비해 유의성 차이가 없었으나 Se+CLS 25mg · L⁻¹처리는 대조구에 비해 증가하였으며 가장 높은 농도인 100mg · L⁻¹에서는 반대로 Se 흡수를 억제하는 경향이였다. 상추의 경우 Se+PVA와 CLS 처리에서 대조구에 비해 Se 함량이 모두 증가하였는데, PVA처리에서는 농도의 증가에 따라 Se 함량이 감소하였고 CLS처리에서는 50mg · L⁻¹까지는 증가하다가 100mg · L⁻¹에서는 다시 감소하였다(Fig. 3).



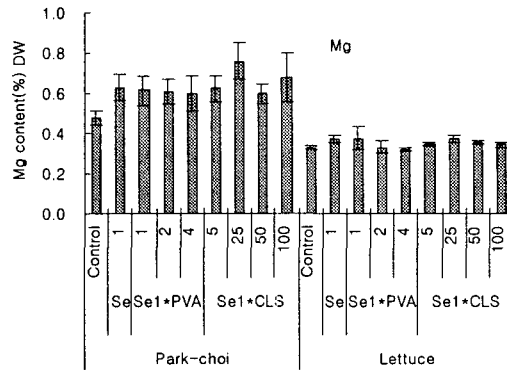


Fig. 2. Effect of surfactant addition on Ca, K and Mg of pak-choi and lettuce grown by DFT culture.

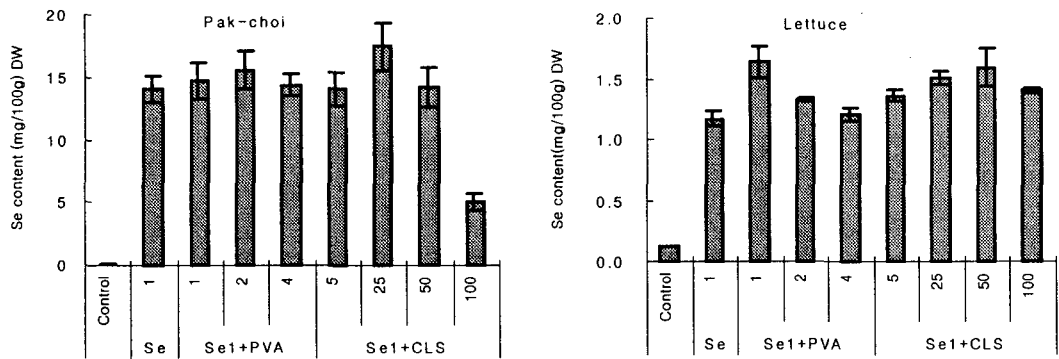


Fig. 3. Effect of surfactant addition on the Se content of pak-choi and lettuce grown by DFT culture.

요약 및 결론

청경채에 계면활성제를 처리한 결과 엽록소는 $\text{Se} + \text{CLS } 50\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 처리에서 45.0로 가장 높았으며 지상부와 지하부의 생체중은 $\text{Se} + \text{PVA}$ 처리 경우 $4\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 처리에서 가장 무거웠고 CLS 처리 경우 $50\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 처리에서 가장 무거웠다. 상추에서는 지상부와 지하부의 생체중과 건물중은 $\text{Se} + \text{PVA}$ 경우 $1\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 에서 가장 무거웠고 CLS 경우 $25\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 와 $50\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 에서 무거웠다. 청경채 엽내 Se 함량은 PVA 처리가 큰 효과가 없었으나 $\text{CLS } 25\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 처리에서 현저히 증가되었다. 상추는 PVA 처리와 CLS 처리가 대조구에 비해 Se 함량이 모두 증가하였는데, PVA 처리에서는 농도의 증가에 따라 Se 함량이 감소하였고 CLS 처리에서는 $50\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 까지는 증가하다가 $100\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 에서는 다시 감소하였다.

인 용 문 헌

1. Axley, M.J., A. Beuck, and T.C. Stadtman. 1991. Catalytic properties of an *Escherichia coli* formate dehydrogenase mutant in which sulfur replaces selenium. Proc. Natl. Acad. Sci., U.S.A. 88:8450-8454.
2. Comb, GF Tr. 2001. Selenium in global food system. Br. J. Nutr. 85:517-547.
3. Greenwald, J.. 1998. Is it good medicine? Time, November 30:37-44.
4. Gunnar, G.N., C.G. Umesh, L. Michel, and W. Tuomas. 1985. Selenium in soil and plant and its importance in livestock and human nutrition. Advanced in Agronomy 37:397-460.
5. Jansson, B.. 1980. The roles of selenium as a cancer protecting trace element. In metal ions in biological systems. Eds. Sigel and Dekker Inc., New York. p. 28-31.
6. Yun, H.K., T.C. Seo, D.K. Park, K.Y. Choi, and Y.A. Jang. 2004. Effect of selenium and concentration on growth and quality of endive and pak-choi in deep flow culture. Kor. J. Hort. Sci & Tech. 22: 151-155.