

사업구분	용역과제	Code 구분	LS0209	수행구분	전반기
연구과제명	백합 종구생산 및 수출절화의 주년생산체계 확립에 관한 연구			연구책임자	김상수
세부과제명	각종 경화제 처리가 백합의 줄기경도에 미치는 영향			2000(1년차 완결)	
연구원별임무					
구분	소속	성명	담당임무		
연구책임자	해안농업시험연구팀	김상수	연구계획 및 총괄		
공동연구자	"	원재희	생육조사 및 분석		
	"	안수용	식물체 및 기상분석		
	강릉대학교 원예학과	김학기	조사분석 자문		
색인용어	줄기경화제, 줄기경도, 칼슘				

ABSTRACT

This experiment was carried out to investigate the effect of hardening materials, which were silicate complex fertilizer for the basal fertilization which contained 25percent SiO₂, 45percent Ca, and 2percent Mg, Calcabon wettable powder for the foliar spray which contained 95percent calcite and 5percent surfactant, and Neo-Cal for the forliar spray which contained 17percent chelate calcium, to strengthen the stem hardness on lily(*Lilium* spp. 'Con Amore').

Among the treatments, the growth of the treatment of basal fertilizer on silicate complex was better than that of the other treatments.

On the shear test of stem hardness, the hardness on the treatment of basal fertilizer on silicate complex was higher than that on the other treatments and the control was the lowest. And on the puncture test of stem hardness, the pattern among the treatments was the same on the shear strength.

Mineral contents of leaf were higher than those of stem, and the contents of Ca and Si on the treatment of basal fertilizer on silicate complex were 1.07percent and 1.25percent, respectively, and these contents were higher than those of the other treatments.

1. 연구배경

백합은 국내 절화중 국화, 카네이션, 장미와 더불어 4대 주요 절화종의 하나이며, 구근 화훼 중에서는 단연 우위를 점하고 있다. 절화재배에 이용되는 계통은 틴나리, 오리엔탈나리, 나팔나리, 그리고 신나팔나리 등으로, 재배작형은 12월에서 1월에 출하하는 축성재배와 5월에서 6월에 출하하는 보통재배, 8월에서 9월에 출하하는 억제재배 등으로 구분하고 있는데(김 등, 1991), 최근에는 소비가 연중 평준화되어 가는 추세이고 소비경향도 고급화되어 가는 경향이다.

또한 수출농업이 활성화되면서 최대 절화 소비국이며 수입국인 일본 시장을 겨냥한 백합 절화재배가 늘어나고 있다. 일본의 연중 가격동향은 9월에서 10월에 본당 120엔에서 160엔의 높은 가격을 형성하고 또한 안정적이다. 따라서 이 시기에 상품 출하를 위한 억제재배와 보통재배 시 하우스 내부 고온에 의한 지상부 수분의 과다 소모, 야간 호흡량 증가에 의한 양분 소모, 과다한 상대습도 등에 의해서 엽소현상 등의 생리장해와 더불어 줄기의 경도가 약화되어 절화의 상품성이 떨어지는 문제점을 안고 있다.

원예작물에 있어서 재배적 방법에 의한 생리장해와 병 발생 감소 및 저항력 증진 등에 있어서 많은 효과가 인정되었는데, 그중 칼슘에 의한 품질향상에 대하여 많은 연구가 수행되었다. 칼슘은 식물체내에 60~70%가 존재하며 나머지로 세포질의 액포에 분포하여 세포질 농도를 조절하는 것으로 알려져 있고(Marschner, 1993), 세포벽 사이의 이중층에 펙틴과의 이중결합을 통해 세포벽을 강화시킴으로써 조직을 단단하게 하여 결국 세포벽의 노화 및 연화를 지연시켜 원예작물의 저장성을 연장시키는데 매우 효과적이라고 한다(Burns와 Pressey 1987 ; Faust와 Shear, 1972 ; Poovaiah, 1988). 또한 칼슘은 무기영양 원소중 가장 비이동성인 원소중의 하나로서, 식물체의 잎에 집중되어 있으며 sink로 이동된 칼슘은 다른 부위로 재이동이 거의 이루어지지 않는 원소이며(Bollard, 1966 ; Hill, 1980) 뿌리로부터의 흡수도 잘되지 않고(Moon, 1999), 수관에 의한 흡수는 체관부를 통하여 전류되지만 전류량은 미량으로 알려져 있다(Norton과 Witter, 1963).

원예작물에 이러한 특성과 기능을 갖는 칼슘의 함량을 높이기 위한 다양한 재배적 방법이 시도되었는데, 토양에 기비를 사용하는 방법 외에는 주로 생육기에 엽면시비하는 방법과 수확후 처리하는 방법이 있다(Park, 1999).

나리의 줄기 경도의 강화를 위한 연구는 최근에 일부 수행되어지고 있어서 오리엔탈나리의 상자 양액재배시 생육후기에는 양액을 공급하지 않고 배지내 수분 함량을 -40~-20kpa 수준으로 유지하면서 1~3일 간격으로 1회 관수만 함으로써 줄기경도를 강화시킬수 있었다(원연보고, 1998).

한편, 규소는 화분과 작물에서 많이 흡수되고, 특히 벼에서는 SiO_2 13~15%가 함유되어 있고 기타 채소류에서도 평균 1.22%의 함유율을 보이고 있다. 벼에서는 H_2SiO_3 와 $\text{Si}(\text{OH})_4$ 의 형태로 존재하여 용해도가 낮고 분해되지 않는 규산질의 형태로 침착되어 규화세포를 만

들어 세포벽의 구조적 강도를 증가시키는 역할 외에 잎의 표면 큐티쿨라 층의 아래에 규산 겔과 규산셀룰로스의 이중층을 형성하고 경엽을 조밀한 망으로 만들어 엽면에서의 증산작용을 조절하는 작용을 한다(三宅, 1982). 또한 원예작물에서도 유사한 결과가 있었는데, 오이의 양액재배 실험에서 1.84mM의 고농도 규소 처리구가 0.17mM의 저농도 규소를 함유한 대조구에 비하여 잎이 두꺼워지고 엽면적당 엽건물중이 증가하여 잎이 시드는 경향이 줄었으며 하엽이 계속 진한 녹색을 유지하고 수광태세가 좋았으며, 노화가 억제되어 단위면적당 엽록소 함량이 50% 정도 더 높았다고 하였다(Morgan, 1999). 박과작물 중 오이에서도 상위엽 중에 SiO₂로 4~5% 흡수 함유되어지면 흰가루병 저항성이 현저하게 좋아지는 것을 밝혔다.(三宅, 1982).

기존에 규소를 축적하지 않는 식물로 간주되었던 딸기를 이용하여 양액에 50ppm의 SiO₂를 공급하였을 때 대조구에 비해 과실수가 증가하여, 결국 딸기의 생육과 과실생산에 규소가 분명한 영향을 끼치고 딸기가 규소를 뿌리로부터 지상부로 자유로이 이동시킴을 밝혔다(Miyake와 Takahashi, 1986).

이상과 같이 칼슘은 대부분의 작물에서 기계적 강도를 높일 수 있는 중요한 원소이며, 또한 규소도 지금까지 알려진 것보다 훨씬 다양한 작물에서 그 효과가 인정되고 있으나, 기존의 연구에 있어서는 나리의 절화재배에 있어서 줄기를 경화시킬 수 있는 시비방법이 명확히 밝혀져 있지 않기 때문에 본 연구를 수행하였다.

2. 재료 및 방법

본 연구를 위해 사용한 공시 품종은 Oriental hybrids군의 콘 아모레(Con Amore)로 측지 개화성의 연분홍색 품종이고 종구 규격은 16~18cm의 크기로 네덜란드산 수입 종구를 사용하였다. 종구는 정식 전에 살충제 호리마트와 살균제 벤레이트 200배 액을 희석한 물에 60분간 침지 후 음건하여 사용하였다.

정식포장의 기비시용은 정식 15일 전에 300평당 요소 10kg, 용성인비 20kg, 염화加里 13kg을 사용하였고 토양살충제인 모캡을 전층 살포 후 깊이갈이를 하였고, 정식은 7월 25일 해안농업시험장내 1-1 내풍형 단동하우스에 1m 이랑에 60cm 고랑으로 18×20cm 간격으로 식재하였고, 정식후 차광망을 비닐하우스 외부에 설치하여 40% 차광을 실시하였다.

시험에 사용된 경화제별 성분함량은 규산질 비료 ((주)한화협회, 원예식물용)는 가용성 규산 25%, 석회 45%, 구용성 고토 2%이며, 칼카본수화제 (동호케미칼(주))는 초미립자 탄산칼슘이 주성분으로 Calcite 95%, 계면활성제 5%이고, 네오칼((주)대영)은 유기 킬레이트화되어 있는 칼슘제재로 유효성분은 유기산 칼슘 17%이었다.

경화제 처리 방법으로 규산질 비료는 정식전 토양에 10a당 300kg을 기비로 사용하였고 칼카본 수화제는 200배액, 네오칼은 800배액으로 소형 분무기를 사용하여 정식후 40, 60, 80일에 처리별로 엽면시비 하였다.

식물체의 무기성분 분석을 위한 시료는 각 처리 및 반복별로 10주씩 채취한 후 줄기와 잎을 분리하여 80℃에서 건조 후 분쇄(seive 0.5mm)한 것을 이용하였고, 식물체 양이온(K, Ca, Mg) 분석의 전 처리 과정은 건조 시료 0.5g을 Ternaly Soln으로 가열 분해후 여과(No. 6)한 여액을 이용하여 원자흡광분광광도계(AAS 2380, Perkin-Elmer, USA)로 422.7nm에서 측정하였다.

식물체 Si의 분석은 습식분해(H₂SO₄+H₂O₂)한 것을 여과(No. 6)한 후에 여지에 남은 잔사를 여지와 함께 650℃ 전기회화로에서 120분간 태운 후 남은 Si 함량을 평량하였고, 식물체 줄기 경도 및 압축강도는 경도계(Compac-100, Sunscientific Co.)로 줄기 상단 부위 10cm 위치에서 측정하였다. 시험구 배치는 난괴법 3반복으로 하였으며, 통계처리는 Duncan의 다중검정(SAS Institute Inc.)을 사용하였다.

3. 결과 및 고찰

백합의 줄기 경도 강화를 위한 경화제 처리에 따른 생육 상황을 살펴보면, 규산질 비료 기비 시용구가 초장이 길고 엽장이 증가하였으며 경경이 굵어졌으나, 엽폭과 엽수에 있어서는 차이가 없었다. 전체적인 생육 상황을 볼 때 규산질 기비 시용구의 생육이 가장 양호하였으며 칼카본수화제 엽면시비구와 네오칼 엽면시비구는 무처리와 비슷하였다(Table 1).

이는 규산질 비료의 무기 성분이 다른 처리구에 비해 다양하였으며 또한 기비 시용에 의한 시비효과가 엽면시비나 무처리에 비해 양호하였다고 사료된다.

Table 1. The effect of several hardening materials on the growth of lily (*Lilium* spp. 'Con- Amore').

Treatment	Plant height (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No. of leaves	Stem dia. (mm)
Silicate complex fertilizer	66.6 a ^z	10.6 a	2.9 a	60.5 a	7.8 a
Calcabon W.P. ^y	62.5 a	10.6 a	2.6 a	57.0 a	7.5 ab
Neo-Cal ^x	60.6 a	10.1 b	2.7 a	60.6 a	7.3 b
Control	62.4 a	10.5 ab	2.8 a	61.4 a	7.6 ab

^z Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

^y Foliar sprayer of calcium: 95percent calcite and 5percent surfactant

^x Foliar sprayer of calcium: 17percent chelate calcium

개화특성은 처리간에 큰 차이를 보이지는 않았으나, 화폭에 있어서 규산질 기비 시용구에
서 가장 양호하였으며, 화수에 있어서는 무처리에 비해 칼카본수화제 엽면시비 처리구가 감
소하는 경향을 보였으나 통계적 유의성은 없었다. 전체적으로 볼 때 규산질 기비 시용구에
서 통계적 유의성은 없었으나 화중, 화폭, 화수장 등에서 다소 양호하였으며 기타 처리구에
서는 일정한 경향이 없었다(Table 2). 이러한 개화특성의 결과는 외형적 생육과 같은 원인
에 기인한다고 판단된다. 또한 모든 처리구에서 개화시는 10월 8~9일, 개화소요일수는
73~74일로 동시에 개화하여 개화시기에는 경화제 처리가 영향을 주지 않은 것으로 판단되
었다.

Table 2. The effect of several hardening materials on the characteristics of flower in lily
(*Lilium* spp. 'Con Amore').

Treatment	No. of flowers	Flower fresh wt.(g)	Flower width (cm)	Spike length(cm)
Silicate complex fertilizer	5.7 a ^z	87.1 a	17.2 a	8.7 a
Calcabon W.P.	5.6 a	82.4 a	16.3 c	8.8 a
Neo-Cal	5.9 a	81.1 a	17.0 ab	8.2 a
Control	5.7 a	78.8 a	16.6 bc	8.4 a

^z Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

Table 2. Continued.

Treatment	Days after transplanting for flowering	Flowering date	Flowering period (days)
Silicate complex fertilizer	73	Oct. 8th	21
Calcabon W.P.	74	Oct. 9th	19
Neo-Cal	74	Oct. 9th	19
Control	73	Oct. 8th	20

경도는 규산질 기비 시용구가 5,254g으로 경화제 처리중 가장 양호하였으며, 칼카본수화제, 네오칼, 무처리 순이었다(Fig 1). 이는 식물체 줄기내에 Si와 Ca 함량이 높아서 줄기를 경화시켰기 때문으로 판단된다.

경화제 처리별 압축강도 또한 무처리 24,178g/cm², 네오칼 24,759g/cm², 칼카본수화제 26,485g/cm², 규산질 비료 27,777g/cm²으로 경도와 같은 경향이였다(Fig 2).

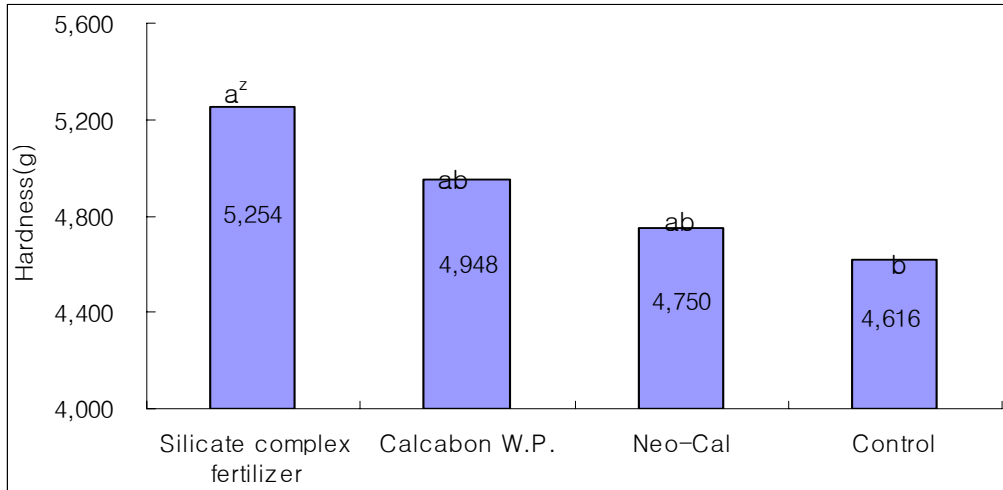


Fig 1. The effect of several hardening materials on the hardness in the stem of lily(*Lilium* spp. 'Con Amere').

^z Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

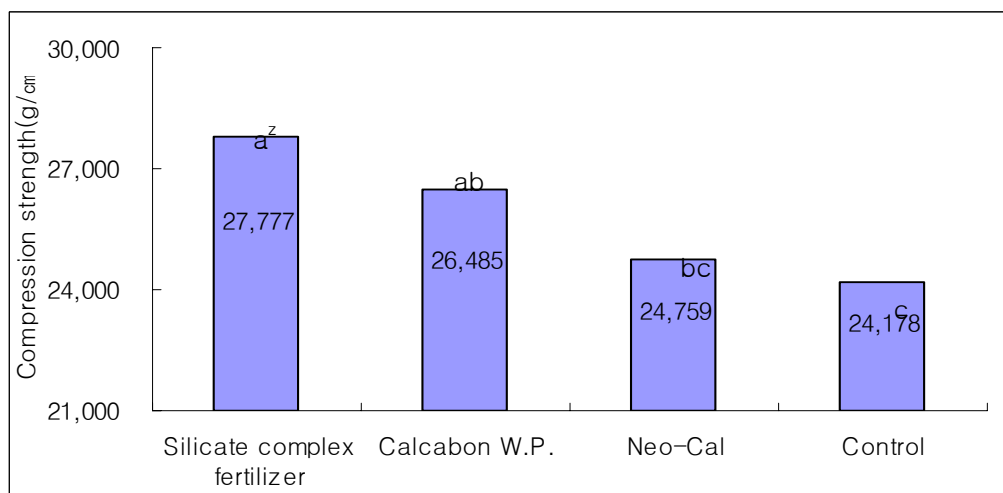


Fig 2. The effect of several hardening materials on the compression strength in the stem of lily(*Lilium* spp. 'Con Amere').

^z Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

식물체 분석 결과 식물체 부위별로는 모든 무기성분이 줄기보다는 잎에 많이 축적되었다 (Table 3). 이것은 칼슘은 잎에 집중되어 있고 체내에서 비교적 이동하기 어려운 특성 (Moon, 1999) 때문인 것으로 판단되고 식물체내의 Ca 함량은 잎에서는 규산질 기비 처리구가, 줄기에서는 네오칼 엽면시비구가 많았다.

K와 Mg 함량은 각 처리별로 일정한 경향이 없었으며, Si의 경우 식물체 전체의 평균 함량은 규산질 기비 시용구가 1.25%로 가장 높았으며 부위별로는 잎은 1.1~1.2% 사이로 비슷한 경향이었으나, 줄기에서는 규산질 기비 시용구가 1.4%로 가장 많았다.

결국 이러한 칼슘과 규소의 식물체내 함량 차이가 줄기의 경도와 압축강도를 높인 것으로 판단된다.

Table 3. The effects of several hardening materials on the mineral contents of lily (*Lilium* spp. 'Con- Amore').

(unit : %)

Treatment	Parts of plant	Ca	Mg	K	Si
Silicate complex fertilizer	Leaf	1.68	0.13	3.67	1.10
	Stem	0.46	0.08	2.43	1.40
	Average	1.07	0.11	3.05	1.25
Calcabon W.P.	Leaf	1.61	0.12	4.18	1.20
	Stem	0.46	0.03	2.40	0.90
	Average	1.04	0.08	3.29	1.05
Neo-Cal	Leaf	1.57	0.18	3.70	1.20
	Stem	0.50	0.05	2.61	0.40
	Average	1.04	0.12	3.16	0.80
Control	Leaf	1.53	0.17	3.94	1.10
	Stem	0.43	0.06	2.48	0.60
	Average	0.98	0.12	3.21	0.85

칼슘은 작물의 세포벽 사이의 이종층의 주성분인 pectin과의 이종결합을 통하여 세포벽을 강화시키고 이는 식물체를 견고하게 하는 역할을 하는 것으로 알려져 있으며 (Burns와 Pressey 1987 ; Faust와 Shear, 1972 ; Poovaiah, 1988) 규산도 이와 유사한 역할을 하는

것으로 알려져 있다(三宅, 1982).

결론적으로 본 시험 결과를 토대로 볼 때 특히 규산질 비료의 기비 시용이 백합의 체내 칼슘과 규산의 함량을 증가시켜 줄기를 보다 경화시킴으로써 줄기의 경도 및 압축강도를 증가시켰다고 여겨지며 상대적으로 엽면시비의 효과는 적었다고 판단된다. 그러므로 본 시험에서 백합의 토경재배시 줄기 경화를 위한 가장 효과적인 처리는 규산질 비료의 기비시용이라고 사료된다.

4. 적 요

본 시험은 백합(품종 '콘 아모르')의 억제 및 보통재배 작형에서 줄기의 경도를 높여 절화 품질을 향상시킬 수 있는 효과적인 경화제를 구명하고자 규산질 비료의 기비시용과 칼카본 수화제 및 네오칼의 엽면시비 처리를 실시하였으며 그 결과는 다음과 같다.

경화제 처리별 백합의 생육 상황은 규산질 기비 시용구가 다른 처리구에 비해 다소 양호하였다.

줄기의 경도는 규산질 비료 기비시용구가 5,254g으로 가장 높았으며 칼카본수화제 엽면시비구, 네오칼 엽면시비구, 무처리구 순이었다. 압축강도에 있어서도 규산질 비료 기비시용구가 27,777g/cm²로 가장 높았으며 줄기 경도와 같은 경향이었다.

식물체내의 무기성분 함량은 줄기보다 잎에 함량이 많았고 경화제 처리구별로는 규산질 비료 기비시용구가 경도에 영향을 주는 Ca 함량이 1.07%, Si 함량이 1.25%로 가장 많이 축적되어 있었다. 결론적으로 본 시험에서 가장 효과적인 줄기 경화제로는 규산질 비료의 기비 시용이라고 사료된다.

5. 인용문헌

- Bollard, E.G. and G.W. Butler. 1966. Mineral nutrition of plants. Ann. Rev. Plant Physiol. 17:77-122.
- Burns, J. K. and R. Ressey. 1987. Ca in cell walls of ripening tomato and peach. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112(5):783-787.
- Cheour, F., C. Willmot, J. Arul, Y. Desjardins, J. Makhoulouf, D. M. Charest, and A. Gosselin. 1990. Foliar application of calcium chloride delays postharvest ripening of strawberry. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 115:789-792.
- Faust, M. and C. B. Shear. 1972. The effect of calcium on respiration of apples. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97(4):437-439.
- Hill, J. 1980. The remobilization of nutrients from leaves. J. Plant Nutrition. 2:407-444.
- 정천순, 유근창, 용영록. 1998. 머스크 멜론의 CaCl₂ 엽면시비가 저장중 과실 품질에 미치는 영향. 한국원예학회지 39:170-174.

김영진, 임진희, 홍영표, 김강권, 최상태. 1991. 나리속 종간잡종에 관한 연구. 농시연보. 33(2):45-53.

Marschner, H. 1993. Mineral nutrition of higher plants(2nd ed). Academic Press. Florida.

三宅立青人, 高橋英一. 1982. キュウリの生育に對するケイ酸の影響. 日土肥 53: 15-29.

Moon, B. W. 1999. Effects of liquid calcium fertilizer for horticultural crops. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 17:381-385.

문병우, 임재욱, 신건철, 김영식. 1995. 고추의 무기성분 함량, 생장 및 배꼽썩음병에 미치는 칼슘화합물과 CaCO_3 의 효과. 한국원예학회지 36:304-308.

문병우, 최종승, 김기흥. 1999. 굴껍질로부터 추출한 칼슘화합물 처리가 사과의 생리장애와 병 발생 및 과실품질에 미치는 영향. 한국원예학회지 40: 41-44

문병우, 최종승, 김정국. 1998. 굴껍질로부터 추출한 칼슘화합물과 계면활성제 및 농약 혼용처리에 따른 사과 과실의 칼슘함량. 한국원예학회지 39:716-720.

Norton, R. A. and S. H. Witter. 1963. Foliar and root absorption and distribution of phosphorus and calcium in the strawberry. Proc. Amer. Soc. Hort. 82:277 ~ 286.

Park, S. W. 1999. Effects of Calcium on cell wall metabolism and riping of horticulture products. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 17:377 ~ 380.

Poovaiah, B. W. 1988. Molecular and cellular aspects of calcium action in plants. HortScience 23(2):267-270.

Poovaiah, B. W. 1986. Role of calcium in prolonging storage life of fruits and vegetables. Food Technol. 40:86-89.

농촌진흥청. 1992. 절화재배기술. pp. 121-171.

Youn, C. K. 2000. Effects of GA paste and calcium chloride on tree growth, fruit quality, and storability of 'Niiatake' pears. Kor. J. Hort. Sci. 41:517-522.

6. 연구결과 활용제목

하계 백합재배농가 줄기경도 강화를 위한 영농자료로 활용