

과제구분	기본연구	수행시기		전반기	
연구과제 및 세부과제		연구분야	수행기간	연구실	책임자
선인장·다육식물 품질향상기술 개발		화훼	'08~'12	농업기술원 선인장연구소	이정진
수출선인장 수확 후 환경조절 및 고품질유지 기술개발		화훼	'08~'10	농업기술원 선인장연구소	이정진
색인용어	수출선인장, 수확후, 환경조절, 품질유지				

ABSTRACT

This study was conducted to develop a new environmental control technique on postharvest for the high quality maintenance of the export cactus in dark shipping time of long period.

In shipping time, the temperature of the container inside was maintained with $19\pm 0.58^{\circ}\text{C}$, but humidity was $82\pm 13.3\%$, until top 96.5% came to be high. When passing the equatorial area between the Singapore and Suez canal, the humidity was of 90% or more. The humidity was somewhat decreased with moisture absorbents and dehumidification with charcoal application etc., but below 90% was been difficult. When *Gymnocalycium mihanovichii* var. *friedrichii* was cured at 35°C for 3 days, fresh weight loss rate and decay percentage were fewest and regeneration rate was high. Also, germicide treatment reduced decay rate compared with non-treatment.

Key words : Export cactus, Postharvest, Dehumidification, Germicide

1. 연구목표

우리나라 접목선인장은 전 세계 30여개 나라로 수출되고 있으며 주요 수출국은 네덜란드 등 유럽의 국가와 미국, 캐나다, 동남아시아 등이다. 그 중 제일 많이 수출을 하고 있는 나라는 네덜란드인데 2008년 기준으로 124만톤, 1,324천불로 전체 수출량의 59%를 차지하고 있다(KATI, 2008).

접목선인장 수출은 고비용의 항공 수송 대신 저비용의 선박 수송이 일반적이며, 선박 수송 시 가까운 일본이나 동남아수출은 3~4일 정도의 단기간이 요구되는 반면, 네덜란드로의 수출은 30일 이상의 기간이 소요되고 있다. 30일 이상의 암흑기간 동안 뿌리가 없는 상태에서 운송되기 때문에 체내의 수분 및 영양분의 손실, 병원균 발생에 의한 부패 등으로 인하여 상품성이 떨어질 뿐만 아니라 운송 후 현지 농장에서 재생률이 저하되는 등의 문제점을 안고 있다(Lee, 2002).

비모란(*Gymnocalycium mihanovichii* var. *friedrichii*)의 상품성 유지를 위한 수확 후 적정 저장 온도는 20℃, 습도는 60%이다(Choi 등, 2004, Lee 등, 2000). 그러나 실제 선박운송 기간 중 컨테이너 내부의 습도 변화에 대한 조사결과는 없으며 이 기간 중 발생하는 문제점에 대한 연구결과도 없다. 따라서 이 시험에서는 현재 운송시스템의 온습도 변화에 대한 기초 데이터 조사를 확보하고 수출선인장의 장기 암흑수송 중 발생하는 부패를 억제하고 고품질 유지를 위한 수확 후 처리기술을 개발하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

가. 선인장 수출 시 컨테이너 내부 온습도 환경 조사 및 분석

컨테이너 내부 및 선인장 박스 내부의 온습도 환경변화를 조사하기 위하여 2009년 1월 15일과 4월 9일 2차례에 걸쳐 네덜란드로 수출하는 선인장 컨테이너 내부에 소형 데이터로거를 컨테이너 안쪽 정면 상, 중, 하단 3곳과 박스 안쪽 상, 중, 하단 3곳에 부착하였다. 30일 동안 30분 간격으로 온도와 습도를 측정하였다.

나. 흡습제 및 제습처리 종류에 따른 컨테이너 내부 습도변화 및 병해발생을

항온이 가능한 컨테이너(Reefer container, 20ft)에서 아크릴박스(80×70×100cm)를 이용하여 시험구를 분리하여 시험하였으며, 실제 선박운송 조건과 같은 환경을 만들기 위하여 컨테이너 내부온도는 20℃, 환풍시스템은 75% 환기가 되게 설정하였다. 실제 컨테이너 내부 습도변화와 유사한 환경을 조성하기 위하여 적재 10일후부터 2주간만 가습하여 습도가 90%이상 되도록 하였다. 컨테이너 내부 및 포장박스내부의 온습도 변화를 조사하기 위하여 데이터 로거를 설치하였다.

적색 비모란을 재료로 사용하여 흡습제로는 활성알루미나, molecular sieve, 염화칼슘, 실리카겔을 사용하였다. 은나노 원액(은, 99%)과 숯 원액을 도포하여 건조시킨 포장 박스와 부직포를 속 포장재로 사용하여 제습효과를 조사하였다. 모의 운송시험 후 비모란의 구경, 구고, 병해, 색변화 등 품질변화와 재생력을 조사하였다.

다. 수출선인장의 선박수송시 부패억제를 위한 수확 후 큐어링 처리 효과

황색 비모란을 습도 60%, 광도 $2.743 \pm 0.1 \mu\text{mol}$, 온도 25°C 와 35°C 에서 각각 3일, 6일 동안 큐어링한 후 선박운송컨테이너 환경으로 조절한 항온항습기에 넣었다. 2009년 3월 25일부터 35일간 암흑처리하였으며, 15일 간격으로 생체중, 구경, 이산화탄소 발생량, 부패율을 측정하였다. 모의운송 시험 후 재생률과 부패율을 조사하였다.

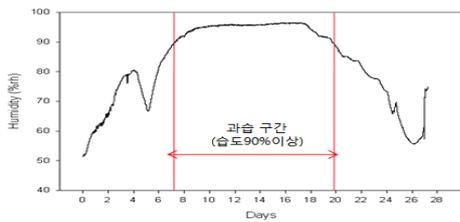
라. 운송기간 중 살균제의 적용 방법 및 효과성 검증

적색과 황색 비모란을 대상으로 1차 시험에서는 Prochloraz manganese complex(스포르곤)과 Difenoconazole(푸름이, 대조)의 처리효과를 조사하였으며 2차 시험에서는 Fenarimol(동부 웨나리) 유제, Fluazinam (모두랑) 액상수화제, Fludioxonil(사파이어) 액상수화제를 처리하였다. 살균제는 표준농도로 30분간 침지하였다가 1일동안 건조시킨 후 박스포장하였다. 온도 20°C , 습도 90%이상의 조건에서 모의 운송시험 후 비모란의 구경, 구고, 병해, 색변화 등 품질변화와 재생력을 조사하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 선인장 수출 컨테이너 내부 온습도 환경 조사 및 분석

2차례의 센서를 회수하여 데이터를 분석해본 결과 수출되는 30일 동안 온도는 $19 \pm 0.58^\circ\text{C}$ 로 잘 유지가 되는 반면 습도는 $82 \pm 13.3\%$ 로(그림 1) 최고 96.5%까지 높아졌다. 습도가 90%이상인 구간은 싱가포르에서 출발하여 수에즈 운하까지 적도 지역을 통과할 때였다(그림 1). 습도가 90%이상 되었을 경우 부패율 증가 등으로 상품성 저하에 미치는 영향이 매우 클 것으로 판단되었다.



<수송 항로(가로선), 과습구간(세로선)>

그림 1. 네덜란드 선박수송중 컨테이너 내부 습도 변화

나. 흡습제 및 제습처리 종류에 따른 컨테이너 내부 습도변화 및 병해발생율

활성알루미나, molecular sieve, 실리카겔 등 흡습제 처리와 숯도포 처리에서의 제습 효과를 조사한 결과, 과습구간에서 실리카겔 처리가 가장 효과적이었다. 그러나 컨테이너 내부의 습도를 원하는 만큼 낮추기 위해서는 다량의 흡습제를 사용하여야 하므로 습도조절을 위하여 흡습제를 사용하는 방법은 경제성이 없을 것으로 판단된다.

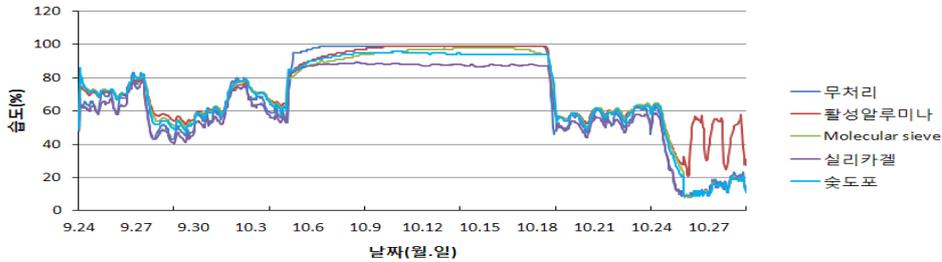


그림 2. 모의운송기간 중 흡습제 및 숯 도포 처리의 컨테이너 내부 습도변화

흡습제 및 숯 도포 처리간 병해발생율은 처리가 거의 없었으나 무처리에 비해 병해 발생이 다소 적었다.

표 1. 모의운송 시험 후 흡습제 및 숯 도포 처리의 병해 발생율 (단위 : %)

처리내용	적색			황색		
	접수반점병	줄기썩음병	계	접수반점병	줄기썩음병	계
무처리	0.3	1.4	1.7	1.9	0	1.9
활성알루미나	0.3	1.1	1.4	0	1.4	1.4
Molecular sieve	0	1.1	1.1	0.6	0	0.6
실리카겔	0.8	0.6	1.4	0	1.1	1.1
숯 도포	1.1	0.3	1.4	0	1.7	1.7

다. 수출선인장의 선박수송시 부패억제를 위한 수확 후 큐어링 처리 효과

운송기간이 길어질수록 생체중의 감소가 나타났으며, 대조군 비해 큐어링 처리한 것이 감소폭이 적었다. 대조군은 10%의 감소율을 보인 반면 25℃ 3일, 6일과 35℃ 6일 처리군은 6%의 감소, 35℃ 3일 처리군은 4%로 가장 적은 감소폭을 보였다(그림 3).

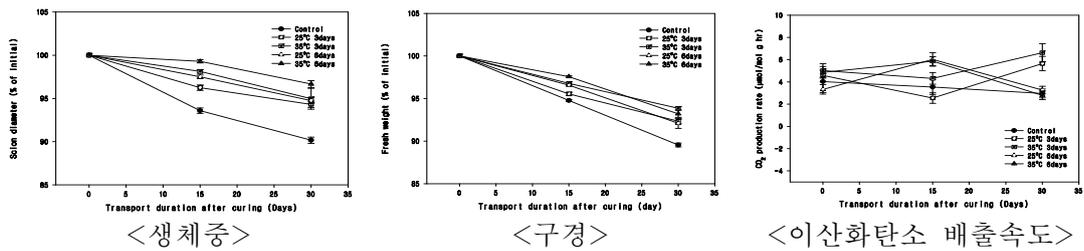


그림 3. 큐어링 처리 후 모의운송 중 생체중, 구경 및 이산화탄소의 배출속도의 변화

구경 역시 시간이 지날수록 감소하였으며 생체중과 비슷한 경향을 보였다. 25°C 큐어링 처리보다는 35°C에서 감소폭이 적었으며, 3일 처리에서 감소폭이 가장 적었으며 큐어링 처리 전 후 노화패턴에는 별 다른 차이가 없었다(그림 3). 큐어링 처리 후 모의운송 및 재생기간 중에도 부패되는 것이 없었으며 재생률은 35°C 6일 처리에서 97%로 가장 높았으며, 그 다음으로 35°C 3일 처리가 좋았다(표 2).

표 2. 큐어링 처리 후 온실에 정식 후 재생률과 부패율

처 리	재생률(%)	부패율(%)					
		0일		15일		30일	
		접수	대목	접수	대목	접수	대목
대 조	91.1	0	0	0	0	0	2.2
25°C 3일	91.1	0	0	0	0	0	0
25°C 6일	93.1	0	0	0	0	0	0
35°C 3일	95.5	0	0	0	0	0	0
35°C 6일	97.7	0	0	0	0	0	0

라. 박스포장 전 살균제 처리에 따른 운송 후 및 재식재 중 병해발생율

살균제 종류별 생육의 차이는 거의 없었으며 무처리에 비해 병발생이 거의 되지 않는 것으로 나타났다. 수출선인장은 대부분 수확하여 플라스틱 박스에 적재한 채 보관 하기 때문에 살포나 분의처리 방법은 수확 후 처리에는 부적당한 방법이었으며, 침지처리의 경우도 침지한 후 완전히 건조시키지 않으면 오히려 부패가 더 심해지는 경우가 발생하였다. 1차 시험에서 약혼이 남는 문제점을 해결하기 위하여 2차 시험에서는 웨나리 유제, 모두랑 액상수화제, 사과이어 액상수화제를 처리하였으나 유제 인 웨나리를 제외한 모두랑과 사과이어는 약혼이 남았다. 그러나 웨나리를 처리한 시험구에서는 병해가 거의 나타나지 않은 다른 처리에 비해 줄기썩음병이 적색 12%, 황색 23%로 높게 나타났다. 살균제를 수확 후 침지하는 방법은 어려운 점이 많으므로, 수확 3~5일전에 살균제를 살포하는 방법이 좋을 것으로 판단된다.

표 3. 살균제 종류별 병해 발생율

(단위 : %)

	적 색			황 색		
	집수반점병	줄기썩음병	계	집수반점병	줄기썩음병	계
무처리	0	0.3	0.3	0	1	1
푸름이	0	0.3	0.3	0	0	0
모두랑	0	0	0	0	0	0
사파이어	0	0	0	0	0	0
훼나리	0	12	12	0	23	23

4. 적 요

본 연구는 현재 운송시스템의 온습도 변화에 대한 기초 자료를 확보하고 수출선 인장의 장기 암흑수송 중 발생하는 부패를 억제하여 고품질 유지를 위한 수확 후 처리 기술을 개발하고자 수행되었다.

- 선인장 수출 시 컨테이너 내부 온습도 환경 조사 및 분석 결과 수출되는 30일 동안 온도는 $19\pm 0.58^{\circ}\text{C}$ 로 잘 유지가 되는 반면 습도는 $82\pm 13.3\%$ 로 최고 96.5%까지 높아졌다. 습도가 90%이상이 된 구간은 싱가포르에서 출발하여 수에즈 운하까지 적도 지역을 통과할 때였다.
- 흡습제 및 숯도포 등의 제습처리로 습도가 다소 감소되기는 하였으나 90%이하로 낮추는 데는 어려움이 있었고, 병해 발생에서는 처리별 차이가 없었다.
- 큐어링을 처리하는 것이 생체중, 구경의 감소율이 적었으며 재생율, 부패율 또한 큐어링 처리가 좋았다. 큐어링 처리 중에서는 35°C 3일 처리가 나머지 처리보다 생체중과 구경의 감소폭이 가장 적게 나타나 큐어링 처리를 위한 조건으로 적당하다.
- 살균제 종류별 비모란의 생육의 차이나 색도변화는 거의 없었으며, 살균제 처리가 무처리에 비해 병발생 억제효과가 있는 것으로 나타났다.

5. 인용문헌

- Choi, I.J., M.I. Jeong, J.Y. Jeong, and S.T. Choi. 2004. Establishment of optimum storage temperature for export transportation of *Gymnocalycium mihanovichii* var. *friedrichii* and *Chamaecereus silvestrii* f. *variegata*. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 45(6):370-373.
- Korea Agricultural Trade Information (KATI). 2008. Status of Cactus cultivation in Korea. Seoul, Korea.

Lee, J.S., S.J. Jeong, Y.S. Kim, S.M. Ro, S.C. Lee, S.G. Song, and C.G. Cho. 2003. Effect of Temperature in stationary room on grafting union formation and growth of *Gymnocalycium mihanovichii* var. *friedrichii*. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 21(SUPPL. II).

Lee, S.D., J.W. Lim, and K.C. Son. 1997. Effect of plug tray on the reduction of planting labor in grafted cacti cultivation. *J. Kor. Flower Res. Soc.* 6(2): 11-16.

Lee, S.D., S.M. Hong, Y.C. Park, J.W. Lim, and K.C. Son. 2000. Study on optimum post-harvests storage temperature for grafted cacti (*Gymnocalycium mihanovichii* var. *friedrichii* and *Chamaecereus silvestrii* f. *variegata*). *Kor. J. Hort. Sci. & Technol.* 18(2):220.

Park, S.W., J.R. Lee, S.H. Chi, and K.C. Koh. 1999. Effect of curing temperature and time on storability during common storage of onion. *Kor. J. Hort. Sci. & tech.* 17(2):225.

6. 연구결과 활용제목

- 수출용 접목선인장의 살균제 처리가 모의운송 기간 중 품질유지에 미치는 영향 ('11 한국원예학회 학술발표)
- 「수출선인장 수확후 관리기술 매뉴얼 개발」 연구과제의 기초자료 활용

7. 연구원 편성

세부과제	구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도
						'10
수출선인장 수확 후 환경조절 및 고품질유지 기술개발	책임자	농업기술원 선인장연구소	농업연구사	이정진	세부과제총괄	○
	공동연구자	"	농업연구사	정재운	과제수행	○
		"	"	"	박홍배	결과검토
		"	농업연구관	박인태	결과검토	○