

## 모의운송시 접목선인장의 품종별 품질변화

윤정한<sup>1</sup> · 송중은<sup>1</sup> · 변혜진<sup>1</sup> · 박주현<sup>1</sup> · 김영호<sup>2</sup> · 손기철<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>건국대학교 환경과학전공, <sup>2</sup>서울대학교 농생명공학부

### Qualitative Changes in Grafted Cactus Cultivars during Simulated Transportation

Jung Han Yoon<sup>1</sup>, Jong Eun Song<sup>1</sup>, Hye Jin Byoun<sup>1</sup>, Ju Hyun Park<sup>1</sup>, Young Ho Kim<sup>2</sup>, and Ki Cheol Son<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Environmental Science, Konkuk University, Seoul 143-701, Korea

<sup>2</sup>Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University, Seoul 151-192, Korea

**Abstract.** This experiment was conducted to study the qualitative changes of grafted cactus after harvest and to examine the decomposition characteristics of pathogenic fungi which occurs or grows during the simulated shipping period. Plant materials with four varieties of *Gymnocalycium mihanovichii* var. *friedrichii* including, ‘Hukwang’, ‘Huhong’, ‘Hwangwol’, ‘Yeunhwa’ and two varieties of *Chamaecereus silvestrii* f. *variegata* such as ‘Goldcrown’ and ‘Yellowcrown’ were used. During the simulated shipping period, the fresh-weight, bulb diameter, carbon dioxide emission rate, and decomposition rate were observed. The regeneration rate and decomposition rate were observed for the grafted cactuses that were placed in a greenhouse environment with a temperature of  $28 \pm 12^\circ\text{C}$  and humidity of  $36 \pm 15.3\%$  after 40 days of simulated shipping. There were reductions in the fresh-weight and bulb diameter in every variety as time passed while the carbon dioxide emission rate showed no meaningful difference by each variety. Furthermore, the decomposition rate in the scion was higher than in the stock. According to the analysis of pathogenic fungi by decomposition characteristics, *Alternaria* sp., *Cladosporium* sp., *Colletotrichum* sp., *Fusarium* sp., *Penicillium* sp. in *G. mihanovichii* var. *friedrichii* were found and *Alternaria* sp., *Bipolaris* sp., *Cladosporium* sp. in *C. silvestrii* f. *variegata* were identified. Therefore, to maintain and improve the quality of grafted cactus, it is necessary to analyze the factors of decomposition from the time of harvest until the point of export and develop a process technology to minimize the decomposition rate.

**Additional key words:** CO<sub>2</sub> productions, fresh-weight, quality, rot rate, simulated transportation

### 서 언

접목선인장은 목단옥(*Gymnocalycium mihanovichii*)을 삼각주(*Hylocereus trigonus*) 대목에 접목시켜 상업적으로 재배되고 있는 분화식물 중 하나로(Choi et al., 2008a; Jeong et al., 2002) 양란, 백합, 장미, 국화 등과 함께 대표적으로 수출되고 있다(KATI, 2009). 1970년대후반부터 접목선인장이 재배되기 시작하여 다양한 구색과 품종 육성 및 우수한 재배 기술력으로 네덜란드(52%), 미국(14%), 캐나다(9.8%), 일본(2.4%), 호주(1.9%) 등 전 세계 20여 개국으로 수출되고 있으며, 세계 접목선인장 유통 시장의 70% 이상을 차지하고 있다(KAFTC, 2009).

우리나라 접목선인장의 주요 수출 품목으로는 빨강, 분홍, 노랑, 주황 등의 다채로운 색의 비모란(*Gymnocalycium mihanovichii* var. *friedrichii*)이 80%를 차지하고 황색의 산취(*Chamaecereus silvestrii* f. *variegata*)와 소정(*Notocactus scope*)이 20%를 차지하고 있다(KAFTC, 2009). 과거에는 빨강 계통이 전체 접목선인장 수출의 70%를 차지할 만큼 선호되었으나(Lee, 2002), 현재는 수입 국가마다 선호하는 품종과 소비자의 기호가 변화되어 녹색, 노랑, 분홍색 등으로 다양하게 수출되고 있다(Song et al., 2009).

우리나라 접목선인장의 수출은 항공운송과 선박운송으로 나뉘는데 항공운송인 경우 2-3일이면 수입국가에 도착하여 상품성에 영향을 미치지 않지만, 운송비가 비싸고 경제적

\*Corresponding author: kcson@konkuk.ac.kr

※ Received 23 June 2011; Accepted 7 September 2011. 본 연구는 선인장수출연구사업단 연구사업의 지원에 의해 수행되었음(2008-2009)

## 재료 및 방법

### 실험 재료

본 실험에 사용된 식물 재료는 접목선인장(Large size: 자구의 직경 5cm, 삼각주의 길이 14cm) 비모란(*Gymnocalycium mihanovichii* var. *friedrichii*)과 산취(*Chamaecereus silvestrii* f. *variegata*)로 경기도 일산의 재배지에서 수확 후 음건 처리한 것을 구입하여 건국대학교 실험실에서 수행하였다. 비모란의 품종은 후광 'Hukwang(yellow)', 후홍 'Huhong(red)', 황월 'Hwangwol(orange)', 연화 'Yeunhwa(pink)' 4가지 품종을 선정하였으며, 산취는 품종 골드크라운 'Goldcrown'과 옐로우크라운 'Yellowcrown' 2가지 품종을 선정하였다(Fig. 1).

### 모의 운송 환경

선박 수출 시 냉장컨테이너의 모의운송환경을 설정하기 위해 식물생육상(두리과학, DF-95G-1485)의 환경을 온도 18℃, 습도 60%, 암 상태로 설정하였다. 농가에서 뿌리를 절단하여 일주일간 음건처리(온도 18-25℃, 습도 55%)한 비모란 4가지 품종과 산취 2가지 품종을 수출용 운송 박스와 동일한 재질로 된 모의운송용 박스(27 × 18 × 15cm)에 품종 별로 15주씩 세 박스에 넣어, 총 18박스를 포장하였다. 모의운송 처리기간은 2009년 1월 15일 - 2009년 2월 25일 까지 총 40일간 수행하였다.

### 측정 항목

모의운송 중 비모란 4가지 품종과 산취 2가지 품종의 품질변화를 조사하기 위해 품종 별로 생체중, 비모란의 구의 직경(scion diameter), 산취의 구의 높이(scion height), CO<sub>2</sub> 발생량과 부패율을 10일 간격으로 모두 측정하였다. 또한 모의운송 40일 후에는 부패된 개체를 제외한 모든 품종('후광' 14주, '후홍' 27주, '연화' 29주, '황월' 25주, '골드크라운' 16주, '옐로우크라운' 16주)을 온실에 정식하여 28일 후 부패율과 재생물을 조사하였다. 비모란 구경의 경우 구의

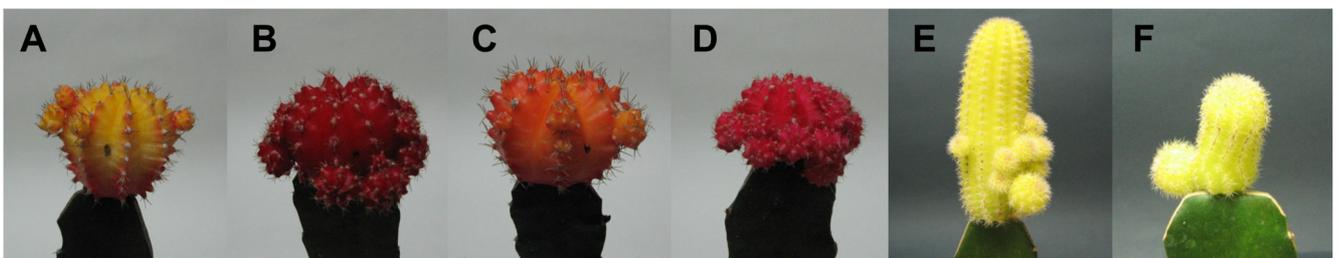


Fig. 1. Grafted cactus cultivars used in this experiment. A, *G. mihanovichii* 'Hukwang' (yellow); B, *G. mihanovichii* 'Huhong' (red); C, *G. mihanovichii* 'Hwangwol' (orange); D, *G. mihanovichii* 'Yeunhwa' (pink); E, *C. silvestrii* 'Goldcrown'; F, *C. silvestrii* 'Yellowcrown'.

## 결과 및 고찰

상단을 위에서 내려다 보게 하여 가로와 세로의 구의 직경을 측정하였으며, 산취는 접수의 측면을 정면으로 향하게 하여 세로의 길이인 구고를 측정하였다. CO<sub>2</sub> 발생량은 암 상태의 방에서 플라스틱 용기에 접목선인장을 넣은 후 1분 동안 공기를 주입시켜 밀폐하여 1시간 후 실험실(상온, 800lux)에서 GC(Shimadzu GC, Japan)를 이용하여, 품종별로 10개씩 랜덤으로 선발하여 측정하였다(Choi et al., 2004). 부패율은 품종 별로 육안으로 보아 자구 부분이 썩어 반점이 생기거나 삼각주 부분에 부패 현상이 직접 나타난 것을 모두 합하여 조사하였다. 모의운송 후 재생물은 배양토(피트모스:펄라이트 = 7:3)에 비모란, 산취 품종 모두 32공(8 × 4)의 plugtray에 정식하여(Lee et al., 1997; Song et al., 2007) 28일 후 흙을 제거한 후 뿌리의 재생물을 조사하였다. 온실의 환경은 평균온도 28 ± 12°C, 평균 습도 36 ± 15.3%로 야간 온도가 15°C 이하로 내려가지 않도록 가온하여 관리하였다(Jeong et al., 2002; Nam et al., 2009).

### 부패균의 분리 및 동정

부패증상이 보이는 접목선인장을 흐르는 증류수로 깨끗하게 세척한 후 멸균된 칼을 이용하여 이병부위와 건전부위의 경계조직을 떼어내어 2 × 2 mm<sup>2</sup>로 절단한 후 조직 절편을 70% 에탄올과 1% 차아염소산용액에 각각 1분간 담궈 표면 소독하고 멸균수로 2회 세척한 후 멸균한 여과지에 올려 놓아 물기를 제거하였다. 이러한 접목선인장 조직절편은 곰팡이 분리를 위해 0.1% lactic acid가 포함된 potato dextrose agar(PDA)에 올려놓고 28°C에서 2-3일 간 놓아둔 후 각각의 절편에서 자라나오는 곰팡이 균사를 새로운 PDA에 옮겨 28°C 조건에서 배양하였다. 분리된 병원균의 동정을 위해서는 곰팡이의 경우 포자가 충분히 형성될 때까지 배양 후 균사와 포자가 포함된 배양균의 조각을 slide glass 위에 올려 놓고 광학현미경으로 관찰하였으며, 포자의 모양과 포자형성의 특성을 기준으로 속(*genus*)까지 분류 동정하였다(Kim et al., 2000).

### 실험설계 및 분석

실험구 배치는 비모란과 산취의 품종 별로 난괴법 3반복으로 하였다. 생체중과 구경의 경우 초기 중량 기준으로 감소량을 백분율로 나타내었으며, 부패율과 재생물은 부패된 수량을 전체 수량으로 나누어 백분율로 나타냈다. 생체중과 구경에 대한 통계분석은 SAS version 9.1(SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)을 이용하여 Duncan의 다중검정방법으로 유의성( $P < 0.05$ )을 검정하였다.

### 품종 별 생체중과 구경의 변화

비모란(*Gymnocalycium mihanovichii* var. *friedrichii*)의 모든 품종에서 모의운송 40일 동안 시간이 지남에 따라 생체중이 감소되는 것으로 나타났다(Fig. 2). 비모란의 생체중 중 가장 큰 감소율을 보인 ‘후홍(Huhong)’은 17.7%, 그 다음으로 ‘황월(Hwangwol)’ 17.2%, ‘연화(Yeunhwa)’ 16.6%, ‘후광(Hukwang)’ 16.5%의 순으로 감소를 보였지만, 품종간의 유의한 차이는 나타나지 않았다(Fig. 2). 산취(*Chamaecereus silvestrii* f. *variegata*) 역시 모의운송시 시간이 지남에 따라 생체중이 점차 감소하여 ‘골드크라운(Goldcrown)’은 14.5%, ‘옐로우크라운(Yellowcrown)’은 13%로 두 품종 간의 유의한 차이가 나타났다(Fig. 2).

비모란의 구경의 경우에도 모의운송 40일 동안 감소되는 경향을 보였는데, ‘황월’ 14.5%, ‘후홍’ 14%, ‘후광’ 11.8%, ‘연화’ 4.9%로 ‘연화’의 접수 직경 감소폭이 가장 적었으며, 품종간에 유의한 차이가 나타났다(Fig. 3). 산취의 구고를 측정할 결과 모의운송 동안 ‘옐로우크라운’ 품종의 경우에 모의운송 초기부터 급격히 감소하여 40일 후에는 23%의 감소를 나타냈으며, ‘골드크라운’은 4.4%의 감소를 보였다(Fig. 4). 현재 산취 품종의 경우 도장과 식물체가 물러지는 현상이 발생하기 때문에 선박운송이 아닌 항공운송으로 이루어지고 있다(Choi et al., 2005, 2008b). 본 실험에서 18°C의 조건의 40일 동안 모의운송을 실시한 결과 두 품종 모두 도장현상은 일어나지 않았지만, 물러지는 현상이 나타났다. 이러한 이유는 같은 작물이라고 해도 품종 간의 종류와 재배 환경, 시기에 따라 품질저하 요인에 차이가 있기 때문이라 판단되며(Chyng et al., 2005; Yang et al., 2007), 산취의 물러지는 현상은 에틸렌 발생과 외부적인 힘에 눌리는 현상

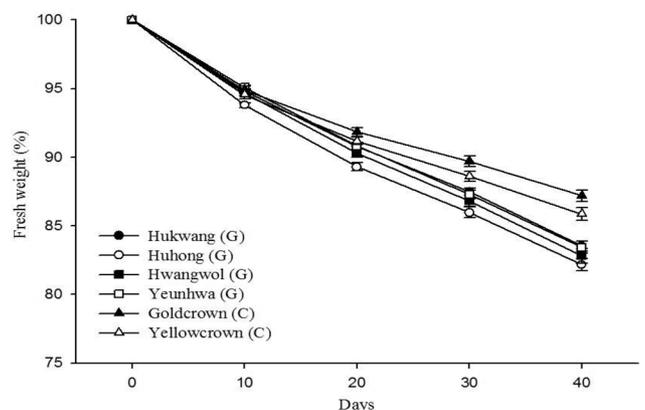


Fig. 2. Changes in fresh weight of *G. mihanovichii* var. *friedrichii* and *C. silvestrii* f. *variegata* during the simulated transportation.

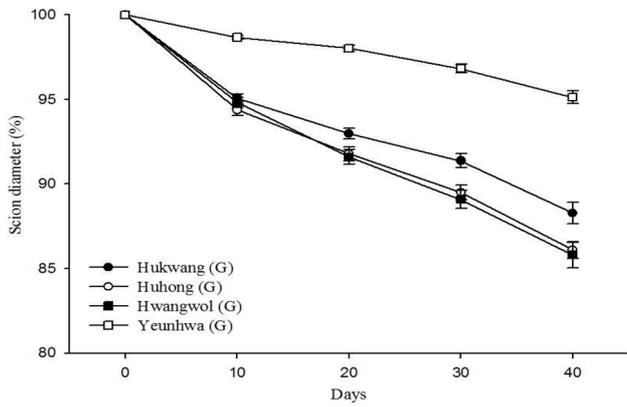


Fig. 3. Changes in scion diameters of *G. mihanovichii* var. *friedrichii* during the simulated transportation.

으로 구고의 변화량과 관련이 있을 것이라고 판단된다(Choi et al., 2005). 수확 후 증산에 의한 수분손실은 작물의 무게를 감소시키고 외형적 변화 뿐만 아니라 내적인 품질에 영향을 미친다고 보고된바 있다(Faust and Shear, 1971; Hardenberg et al., 1968). 따라서 비모란과 산취의 같은 품종이라도 모의운송 중 수분 및 영양분의 손실(Bulle et al., 2000; Hardenberg et al., 1968)에 의한 생체중과 구경의 변화는 상품성에 영향을 미칠 것으로 판단되며, 이에 따라 수확 후 전처리를 실시하여 체내 수분을 최대한 억제시킬 수 있는 연구가 필요하다.

### 품종 별 수확 후 CO<sub>2</sub> 발생량

접목선인장의 품종 별로 수확 후 모의운송 기간까지 생리적 변화를 알아보기 위해 측정된 CO<sub>2</sub> 발생량은 초기 당시 많은 발생량을 보였지만, 모의 운송 중 시간이 지남에 따라 점차 그 차이가 줄어들어 운송이 끝나는 40일 기간까지 유의적 차이가 나타나지 않았다(Fig. 5). 실험 시작 당일에 CO<sub>2</sub> 발생량 차이를 보인 이유는 재배지에서 음건 처리한 것을 바로 가져와 빛이 있는 상태(주간)에서 측정하였기 때문이었으며(Lee et al., 2003a), 이후 모의운송 환경이 만들어졌을 때는 암 상태(야간)가 조성되어 생체 내 광합성 및 대사과정이 줄어들기 때문이라 판단된다(Lee et al., 2003b). Lee et al.(2003a)에 의하면 선인장 종에 따라 주야간의 CO<sub>2</sub> 방출 및 흡수 패턴에 차이가 있으며, 광합성의 CO<sub>2</sub> 흡수 속도와 증산 속도의 차이에 따라 non-CAM형, weak-CAM형, full-CAM형, 그리고 super-CAM형으로 분류하였는데 우리나라에서 수출하는 비모란과 산취는 full-CAM형에 속한다(Neales and Hew, 1975). 본 실험에 사용된 비모란과 산취 품종은 full-CAM형으로서 암기 초기부터 CO<sub>2</sub>의 흡수가 서서히 증가하여 암기 말기에 최대를 나타낸다(Neales and Hew, 1975). 일반적인 선인장은 암기동안 기공의 열림을 통해 CO<sub>2</sub> 흡수가 일어나고, 동시에 증산작용이 일어난다. 이

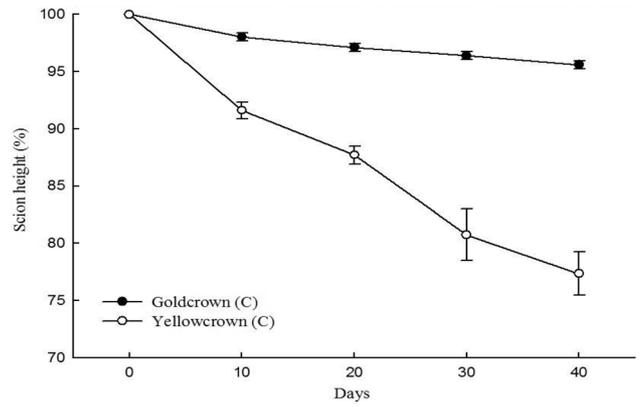


Fig. 4. Changes in scion height of *C. silvestrii* f. *variegata* during the simulated transportation.

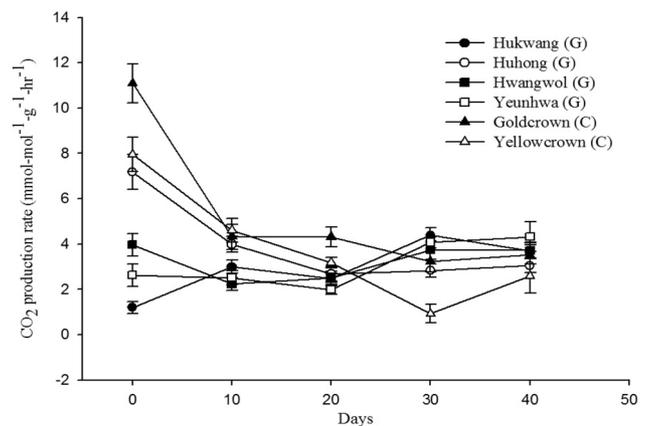


Fig. 5. Changes in CO<sub>2</sub> productions of *G. mihanovichii* var. *friedrichii* and *C. silvestrii* f. *variegata* during the simulated transportation.

러한 CO<sub>2</sub> 흡수량과 증산작용은 암기간 동안의 상대습도, 온도변화에 따른 것이 아니라 선인장의 엽육세포 내 기공 열림과 관계가 있기 때문에 본 실험에 사용된 비모란과 산취의 품종 간의 CO<sub>2</sub>의 생리패턴에는 차이가 없을 것이라 판단되며, 수출 시 상대습도, 온도변화에 따른 접목선인장의 품질변화는 적을 것으로 판단된다.

### 모의운송기간 중 부패율 조사

모의운송기간 중 품질변화에 영향을 미치는 부패율을 조사하기 위하여 접수와 삼각주 두 부분을 각각 측정했다. 모의운송 40일 후 품종 별로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다(Table 1). 비모란의 경우 '후광'이 68.8%로 접수 부분에서 가장 높은 부패율을 나타냈으며, '황월' 42.2%, '연화' 35.3%, '후홍' 26.6%로 '후홍'이 접수의 부패율이 가장 적은 것으로 조사됐다. 산취 또한 모의운송 시 시간이 지남에 따라 부패율이 높아지는 것으로 나타났는데, '골드크라운'과 '엘로우크라운'의 접수 부분에서 62.1%의 부패가 조사됐

**Table 1.** Rot rates of *G. mihanovichii* var. *friedrichii* and *C. silvestrii* f. *variegata* cultivars during the simulated transportation.

Cultivars	Grafted part		
	Scion	Stock <sup>z</sup>	
<i>G. mihanovichii</i> var. <i>friedrichii</i>	Hukwang	68.8 a <sup>y</sup>	35.6 a
	Huhong	26.6 c	40.0 a
	Hwangwol	44.4 b	40.0 a
	Yeunhwa	35.5 bc	28.8 b
<i>C. silvestrii</i> f. <i>variegata</i>	Goldcrown	64.4 a	40.0 a
	Yellowcrown	64.4 a	24.4 b

<sup>z</sup>*Hyllocereus trigonus*.

<sup>y</sup>Mean separation within column by Duncan's multiple range test at  $P = 0.05$ .

**Table 2.** Survival and rot rate of *G. mihanovichii* var. *friedrichii* and *C. silvestrii* f. *variegata* in a greenhouse condition after the simulated transportation.

Cultivars	Survival rate (%)	Rot rate (%)	
<i>G. mihanovichii</i> var. <i>friedrichii</i>	Hukwang	71.0 b <sup>z</sup>	2.2 c
	Huhong	75.5 b	6.6 b
	Hwangwol	44.4 c	2.2 c
	Yeunhwa	40.4 c	20.0 a
<i>C. silvestrii</i> f. <i>variegata</i>	Goldcrown	86.6 a	0.0 c
	Yellowcrown	73.3 b	0.0 c

<sup>z</sup>Mean separation within column by Duncan's multiple range test at  $P = 0.05$ .

다. 비모란의 삼각주 부분에서는 ‘후홍’과 ‘황월’이 40%로 가장 많은 부패를 보였으며, ‘후광’ 35.6%, ‘연화’ 35.5%를 보였으며, 산취에서는 ‘골드크라운’이 40%, ‘옐로우크라운’이 24.4%를 보였다(Table 1). 접목선인장의 부패 양상은 접수에 검은 반점을 나타내는 것들이 있었으며, 삼각주 부분에서도 접수와 비슷한 양상을 보였다(data not shown). 또한 접수 부분의 부패율이 삼각주 부분보다 높은 것으로 나타났지만 이는 실험 측정시 물리적 충격에 의해 자구가 떨어지는 곳에서 경미한 부패가 일어나는 등 외부적 요인의 영향을 받았다고 판단된다.

#### 모의운송 후 재생률과 부패율 조사

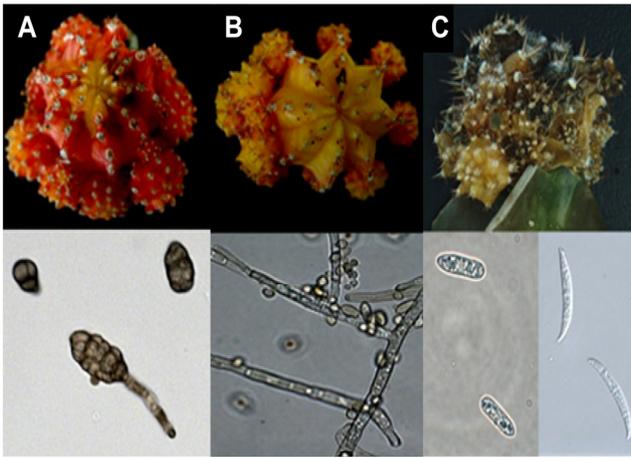
모의운송 40일 후 수입상대국의 농가에서 사용하는 것과 동일한 배합의 배양토(피트모스:펄라이트 = 7:3)에 비모란, 산취 품종을 32공(8 × 4)의 Plugtray에 모의운송 중 부패된 개체를 제외한 나머지를 정식하여 28일 동안 재생률과 부패율을 조사해본 결과 재생률과 부패율에서 품종 간의 유의한 차이가 나타났다(Table 2). 비모란의 재생률은 ‘후홍’ 75.5%과 ‘후광’ 71%의 재생률이 높았으며, ‘연화’ 44.4%, ‘황월’ 40.4%로 나타났다. 산취의 경우 ‘골드크라운’이 86.6%, ‘옐로우크라운’ 73.3%로 ‘골드크라운’이 좀 더 재생률이 높았다(Table 2). 온실에 식재 후 접목선인장의 부패율에서는 ‘황월’ 20%의 경우 다른 품종보다 정식했을 경우 부패율이

심각한 것으로 나타났으며, ‘후홍’ 6.6%, ‘후광’과 ‘연화’는 2.2%를 나타냈다. 산취의 경우 두 품종 모두 부패가 없는 것으로 조사되었다(Table 2).

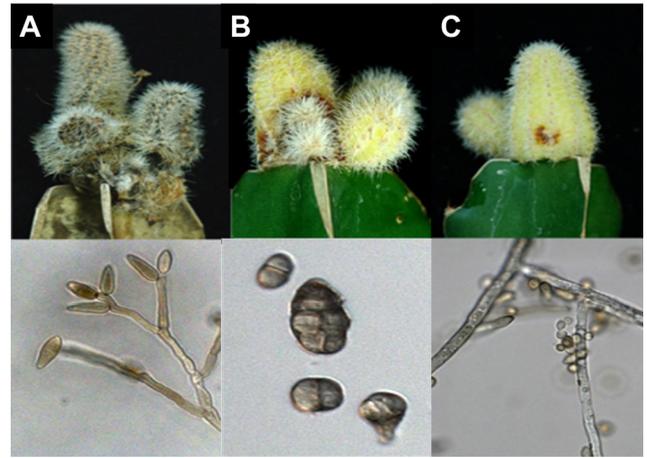
뿌리의 발육은 품종 별로 차이는 있지만 지온이 뿌리의 발육에 가장 큰 영향을 미친다고 보고되었고(Gregory, 1986), 이러한 근권부 온도는 작물의 수분 흡수와 광합성에 민감하게 반응하여 뿌리 생장에 영향을 미친다고 하였다(Janes and McAvoy, 1982, 1983). 본 실험에서는 모의운송 후 근권부의 성장만으로 품질을 측정하고자 하였으며, 품종 간의 차이점은 실험하지 못하였다. 하지만 후속 연구로서 품종별 근권부의 적정 온도를 실험하여 적용한다면, 모의운송 후 재생률은 크게 증가할 것이라고 판단된다.

#### 품종별 부패균 조사

부패에 따른 부패균을 조사한 결과 비모란 4가지 품종 중에 모의운송 중 부패율이 가장 심하였던 ‘후광’의 경우 *Cladosporium* sp., *Penicillium* sp., *Fusarium* sp., *Colletotrichum* sp., ‘황월’의 경우 *Alternaria* sp.가 검출되었다(Fig. 6). ‘후홍’과 ‘연화’의 경우는 부패병반에서 아무런 부패균이 검출되지 않았는데, 이것은 경미한 부패가 특정 부패균에 의해서 발생하는 것이 아니라 외부 환경적 요인에 의한 생리장해로 판단된다. 이러한 검출된 곰팡이 중에서 *Alternaria* sp., *Cladosporium* sp., *Penicillium* sp.를 제외하고는 재배



**Fig. 6.** Rot symptoms shown on *G. mihanovichii* var. *friedrichii* cultivars. A, cv. Hukwang; B and C, cv. Hukwang and fungi isolated from the rots (A: *Alternaria* sp., B: *Cladosporium* sp., C: *Colletotrichum* sp., and *Fusarium* sp.).



**Fig. 7.** Rot symptoms shown on *C. silvestrii* f. *variegata* cultivars. A, cv. Goldcrown; B and C, cv. Yellowcrown during the simulated transportation and fungi isolated from the rots (A: *Bipolaris* sp., B: *Alternaria* sp., C: *Cladosporium* sp.).

시에도 줄기썩음병을 일으키는 것으로 알려져 있으며(Hyun et al., 1998; Kim et al., 2000), 수확시 이러한 줄기썩음병을 유발하는 부패균이 잠복되어 있다가 모의운송 중에 발병된 것으로 판단된다. 한편 *Cladosporium* sp., *Alternaria* sp., *Penicillium* sp.는 재배시 발병하는 부패균으로는 알려져 있지 않지만, 본 실험에서 부패 병징에서 분리된 것은 모의운송환경이 이러한 균들의 생육과 활동에 적절한 조건이 되었기 때문이라고 판단된다(Kays and Paull, 2004). 산취의 경우 ‘골드크라운’에서는 *Bipolaris* sp.가 발견되었고 ‘엘로우크라운’은 *Cladosporium* sp.와 *Alternaria* sp.가 발견되어 비모란에서 분리된 부패균의 종류와 유사함을 알 수 있었다(Fig. 7). 산취에서 분리된 부패균 중에서 *Bipolaris* sp.는 병원성이 강한 것으로 알려져 있다(Chang et al., 1998). 그러나 본 연구에서는 재배 시에 나타나는 부패 정도와 관계없이 모두 심하게 부패 증상을 유발하였는데 이는 비모란과 마찬가지로 모의운송 중 환경이 산취에게도 같은 영향을 주어 병에 대한 저항력이 저하되고 부패균의 생육과 활성화에 좋은 환경 조건이 조성되었기 때문이라 판단된다(Hyun et al., 2001).

이와 같이 점목선인장에 발생하여 피해를 주는 곰팡이병으로 *Bipolaris cactivora*에 의한 줄기썩음병(Hyun et al., 2001)과 *Fusarium oxysporum*에 의한 줄기썩음병(Hyun et al., 1998)이 대표적으로 나타나며, 이러한 병원균들은 도관장애에 의한 시들음병, 모잘록병, 관부와 뿌리썩음병을 일으키며(Burgess et al., 1994), 지하부 줄기 아랫부분에 작은 반점과 썩음을 나타내고 줄기서부터 자구까지 전이시킨다(Hyun et al., 1998). 반면 *Cladosporium* sp., *Alternaria* sp., *Penicillium* sp.과 같은 곰팡이는 재배시 특별한 병징을 나타내지는 않지

만 본 실험에서와 같이 모의운송 환경에서 발견됨에 따라 병징에 대한 연구가 추가적으로 필요하다고 판단된다. 이처럼 우리나라 점목선인장은 수출이 대부분이기 때문에 이처럼 줄기나 자구에 아주 작은 반점만 있어도 수출이 불가능하거나 운송 중 부패를 발생시켜 재배농가에 큰 경제적 손실을 초래하게 된다(Hyun et al., 1998). 따라서 재배시 발병되는 부패균과 수출운송 중 나타나는 부패균을 방제하기 위해서는 수확부터 수출 단계에 걸쳐 여러가지 방제에 대한 연구와 정확한 부패균 동정 등에 관한 연구가 필요하다고 판단된다.

연구 결과를 종합해 보면, 점목선인장의 모의운송 40일 동안 암 상태에서 비모란과 산취 품종 간의 CO<sub>2</sub> 발생량의 차이는 나타나지 않았다(Fig. 5). 또한 생체중과 구경도 품종 간의 차이를 보이지 않아(Figs. 2, 3, and 4), 운송 환경에 의해 크게 영향을 받지 않은 것으로 판단된다. 하지만 운송시 부패균의 발생은 점목선인장의 품질을 저하시키는 중요한 요인이 되는 것으로 판단된다(Table 1). 이에 따라 품질이 가장 좋은 비모란 품종은 ‘연화’, ‘후홍’, ‘황월’, ‘후광’ 순이었으며, ‘후광’의 경우 부패율이 다른 품종보다 심하여 재배시부터 관리를 해주어 부패균 발생을 최소화 시켜야 한다고 판단된다(Table 1). 산취의 경우 ‘엘로우크라운’ 품종의 부패율이 ‘골드크라운’보다 적었으므로, ‘엘로우크라운’의 품질이 좋다는 것을 알 수 있다(Table 1). 모든 품종에서 삼각주보다 접수 부분인 자구에서 높은 부패율을 보여 재배시부터 수확 후 운송까지 접수 부분에 대한 효과적인 처리 방법이 추가적으로 연구되어야 한다. 또한 모의운송 중 발생된 점목선인장의 부패균은 대부분이 재배시 잠복되어 있던 균들이며(Chang et al., 1998; Hyun et al., 1998; Kim et

al., 2000), 모의운송 환경이 부패균의 생육과 활동에 적절한 조건이 조성되어 발병하는 것으로 판단된다(Hyun et al., 2001). 원예작물의 운송 중 품질 변화는 외부적 요인과 내부적 요인의 다양한 인자들이 관여하는 종합적인 현상으로 그 원인을 찾아내고 결론을 내리기가 쉽지 않다(Hardenberg et al., 1968). 결국, 수확 후 부터 수입 상대국까지 운송 중 품질 변화를 최소화하기 위해서는 품목별로 외부적 요인을 중심으로 적정 온도와 습도를 규명하는 것이 중요하다고 판단된다(Park et al., 1999). 따라서 접목선인장의 수출운송 시 품질을 유지시키기 위해서는 수확 후부터 수출 시까지 음건 처리 및 저장단계에 따라 단계적 부패 발생요인 분석 및 운송 중 부패를 최소화시키기 위한 효과적인 처리방법이 필요하다고 판단된다.

## 초 록

본 실험은 접목선인장의 품질변화를 조사하고, 선박운송 중 발생하는 부패균에 대하여 조사하고자 실시하였다. 식물 재료로 비모란의 ‘후광’, ‘후홍’, ‘연화’, ‘황월’의 네 품종을, 산취의 ‘골드크라운’, ‘엘로우크라운’를 사용하였으며, 모의 운송기간 중 생체중, 구경, CO<sub>2</sub> 발생량, 부패율을 측정하였다. 모의운송 40일 후에는 접목선인장을 온실 환경(평균온도 28 ± 12°C, 평균습도 36 ± 15.3%)하에 두고 28일간 재생률과 부패율을 조사하였다. 모든 품종에서 시간이 지남에 따라 생체중과 구경이 감소되는 것으로 나타났으며, CO<sub>2</sub> 발생량은 품종간 유의한 차이를 보이지 않았다. 접수 부분이 삼각주 부분 보다 부패율이 높은 것으로 조사되었으며, 부패에 따른 부패균을 분석한 결과, 비모란에서는 *Alternaria* sp., *Cladosporium* sp., *Colletotrichum* sp., *Fusarium* sp., *Penicillium* sp. 등이 조사되었으며, 산취에서도 *Alternaria* sp., *Bipolaris* sp., *Cladosporium* sp. 등이 조사되었다. 따라서 접목선인장의 품질을 유지 및 향상시키기 위해서는 수확 후 부터 수출까지 부패발생 요인을 분석하고, 부패율을 최소화시키기 위한 처리기술 개발이 필요하다고 판단된다.

**추가 주요어 :** 이산화탄소 발생량, 생체중, 품질, 부패율, 모의운송

## 인용문헌

Bulle, A.E., G. Slootweg, and C.V. Noordegraaf. 2000. Effects of vibration during transport on the quality of pot plants. *Acta Hort.* 518:193-199.  
Burgess, L.W., B.A. Summerell, S. Bullock, K.P. Gott, and D.

Backhaus. 1994. Laboratory manual for Fusarium Research. University of Sydney and Botanic Gardens. Sydney. p. 133.  
Chang, M., I.H. Hyun, and Y.H. Lee. 1998. Bipolaris stem rot of cactus caused by *Bipolaris cactivora* (Petra) Alcorn. *Korean J. Plant Pathol.* 14:661-663.  
Choi, I.J., C.H. Lee, and J.H. Cho. 2008a. Effect of CPPU, TDZ, and BAP on tubercle proliferation of *Chamaecereus silvestrii* f. *variegata*. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 26:124-128.  
Choi, I.J., M.I. Jeong, C.H. Lee, J.Y. Kim, and S.T. Choi. 2005. Influence of 1-methylcyclopropene and silver thiosulfate on quality of grafted cactus, *Chamaecereus silvestrii* f. *variegata* ‘HongWol’ for export. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 46:64-68.  
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.* 45:370-373.  
Choi, I.J., M.I. Jeong, and M.S. Kim. 2008b. Effect of CCC and Diniconazole on the growth retarding of grafted cactus. *J. Kor. Flower Res. J.* 16:234-238.  
Chyng, D.S., Y.P. Hong, and H.M. Kang. 2005. Effects of modified atmosphere film packaging application and controlled atmosphere storage on changes of quality characteristics in ‘Hongro’ and ‘Gamhong’ apples. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 24:48-55.  
Faust, M. and C.J. North. 1971. The effect of periods of anaerobiosis on the storage of apples. *J. Hort. Sci.* 46:221-231.  
Gregory, P.J. 1986. Response to temperature in a stand of pearl millet (*Pennisetum tyhodes* S and H) : VIII. Root growth. *J. Exp. Bot.* 37:379-388.  
Hardenberg, R.E., A.E. Watada, and C.Y. Wang. 1968. The commercial storage of fruits, vegetables, florist and nursery stocks. *USDA Agriculture Handbook No. 66.* p. 1-7.  
Hyun, I.H., S.D. Lee, B.C. Hwang, K.I. Ko, H.S. Chung, and B.K. Kim. 2001. Occurrence of stem rot caused by *Bipolaris cactivora* on different species of cactus and its pathogenicity. *Res. Plant Dis.* 7:56-59.  
Hyun, I.H., S.D. Lee, Y.H. Lee, and N.Y. Heo. 1998. Mycological characteristics and pathogenicity of *Fusarium oxysporum* Schlecht. emend. Snyder and Hans. Causing stem rot of cactus. *Korean J. Plant Pathol.* 14:436-466.  
Janes, H.W. and R. McAvoy. 1982. Effect of root zone heating on growth of poinsettia. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 107:525-530.  
Janes, H.W. and R. McAvoy. 1983. Deleterious effects of cool air temperature reserved by root-zone warming in poinsettia. *HortScience* 18:363-364.  
Jeong, M.I., B.N. Chung, and J.Y. Kim. 2002. Effect of root-zone temperature on the growth and quality of *Gymnocalycium mihanovichii* in winter season growing. *Flower Res. J.* 10:55-60.  
Kays, J.S. and E.R. Paull. 2004. *Postharvest Biology* Exon Press, Athens, GA. USA.  
Kim, J.H., Y.H. Joen, S.G. Kim, and Y.H. Kim. 2007. First report on bacterial soft rot of graft-cactus *Chamaecereus silvestrii* caused by *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* in Korea. *Plant Pathol. J.* 23:314-317.  
Kim, S.K. and B.J. Ahn. 2003. Effects of graft stock plants and growth regulator treatment on tubercle proliferation in

- Gymnocalycium mihanovichii* var. *friedrichii* Werd. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 21:407-411.
- Kim, Y.H., O.K. Jun, M.J. Sung, J.S. Shin, J.H. Kim, and M.I. Jeoung. 2000. Occurrence of colletotrichum stem rot caused by *Glomerella cingulate* on graft-cactus in Korea. Plant Pathol. J. 16:242-245.
- Korea Agricultural Trade Information (KATI). 2009. Export performance of cactus in Korea. KATI, Seoul, Korea.
- Korea Agro-Fisheries Trade Corporation (KAFTC). 2009. A exportation and importation trend of food, agriculture, forestry, and fisheries. KAFIC, Seoul, Korea. p. 50-51.
- Korea Meteorological Administration (KMA). 2009. Meteorological observation. KMA, Seoul, Korea.
- 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. Flower Res. J. 6:11-16.
- Lee, S.D., S.I. Jung, M.J. Kim, S.H. Kim, P.G. Kim, S.J. Kim, and K.C. Son. 2003a. Effects of light intensity, photoperiod, and night temperature on diurnal CO<sub>2</sub> exchange rate in cacti. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 44:774-779.
- Lee, S.D., S.I. Jung, S.H. Kim, M.J. Kim, Y.J. Kim, N.K. Nam, and K.C. Son. 2003b. Comparison of diurnal CO<sub>2</sub> exchange patterns in various cacti by using CO<sub>2</sub> exchange analysis system for whole plants. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 44:767-773.
- Lee, S.G. 2002. The present of cactus production and exports. Flower Res. J. 11:103-113.
- Nam, S.Y., C.H. Soh, S.M. Park, C.H. Cho, and I.T. Park. 2009. Effect of temperature on winter growth in grafted cactus (*Chamecereus silvestrii*) 'Hee-Mang'. Flower Res. J. 17:141-145.
- Neales, T.F. and C.S. Hew. 1975. Two type of carbon fixation in tropical orchids. Planta. 123:303-306.
- Rural Development Administration (RDA). 2003. The effect of research group for horticultural crops export. RDA, Suwon, Korea. p. 261-276.
- Son, K.C., S.D. Lee, J.H. Son, and J.W. Lim. 1998. Effect of DIF (difference between day and night temperature) on the growth and development of grafted cacti. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 20:63-69.
- Song, C.Y., D.H. Ahn, Y.S. Kim, I.T. Park, and C.H. Cho. 2009. Export market trends of grafted cacti. Flower Res. J. 17:62-66.
- Song, C.Y., S.D. Lee, I.T. Park, and C.H. Cho. 2007. Effect of media and planting depth on growth of cacti and succulents in a pot. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 25:429-435.
- Yang, E.M., K.W. Park, and H.M. Kang. 2007. Comparison of storability of fresh parsley grown in different seasons in MA storage. Journal Bio-Environ. Control 16:67-71.
- Yoon, J.H. 2011. Manipulation of postharvest environment to improve the quality of grafted cactus for export. Master's Diss., Konkuk Univ., Seoul, Korea.
- Yun, H.S., J.K. Kwon, H. Jeong, H.D. Lee, and Y.K. Kim. 2008. Design of heat and fluid flow in cold container using CFD simulation. J. Biosystems Eng. 33:369-403.