

모의운송시 개화단계, 운송온도 및 진동이 칼랑코에의 품질에 미치는 영향

권윤정 · 박신애 · 변혜진 · 손기철*

건국대학교 원예과학과

Effects of Flowering Stage, Temperature, and Vibration Treatments during Simulated Transport on the Postproduction Quality of Potted *Kalanchoe blossfeldiana*

Youn Jung Kwon, Shin Ae Park, Hye Jin Byoun, and Ki-Cheol Son*

Department of Horticultural Science, Konkuk University, Seoul 143-701, Korea

*corresponding author

ABSTRACT The influences of flowering stage, transport temperature, and vibration during simulated transport on the postproduction quality of *Kalanchoe blossfeldiana* 'Altar' were studied. For this study, potted plants with 5% or 50% flowering rate were used. After they were sleeved and boxed, each box was stored in the chamber set in the transport temperature of 12°C or 18°C, dark condition during 5 days for the simulation of real export. During simulated transport, vibration was given to boxes with the strength of 1 g (50 Hz) for 12 hrs per day. According to the results, there were no differences in postproduction quality between treatments as affected by the presence or absence of vibration during simulated transport, but there were differences according to flowering stage and transport temperature. Potted plants transported with 50% flowering rate showed a little bit of wilting phenomena in a few flowers immediately after transportation, but was two times high in flowering rate during postproduction period as compared plant transported with 5% flowering rate. On the other hand, potted plants transported with 5% flowering rate bloomed 10-20% immediately after transportation, showed wilting phenomena in 2 weeks later, and prolonged their longevity about 2 weeks over plants transported with 50% flowering rate. As plants were transported at 18°C instead of 12°C, flower longevity was shortened even though flowering rate increased. Conclusively, it has been shown that there was no injury symptom in *Kalanchoe* due to vibration during transport, and both flowering stage and transport temperature must be considered together for obtaining the best quality of postproduction.

Additional key words: flowering rate, longevity, export

서 언

현재 분화의 수출입은 대부분 선박을 통해 이루어지고 있으며, 운송도중의 환경은 경매단계 뿐만아니라 소비자 단계에서의 분화 품질유지에도 결정적인 영향을 미치게 된다(Bulle 등, 2000; Cushman 등, 1994). 운송중 식물은 광, 습도, 온도, 진동과 같은 스트레스가 문제가 되는데(Bulle 등, 2000), 특히 운송중의 저광도와 고온은 식물의 수명 및 품질 저하에 결정적인 요인으로 꽃과 잎의 탈리를 가져온다(Decouteaum과 Craker, 1983; Rystedt, 1982a, 1982b; Vaughan과 Bate, 1977). 또한, 분화식물은 관엽식물에 비해 온도에 민감하며, 운송시 저온을 요구한다(Sterling과 Molenaar, 1986).

운송온도는 분화의 잎과 꽃의 품질 및 수명을 결정하는 생리적 과정에 영향을 미치며(Cushman 등, 1994), 식물에 따라 요구되는 운송온도도 다르다. 또한 운송 중의 진동, 충격 등에 의한 기계적인 스트레스도 분화의 품질을 저하시키는데, 외부의 기계적인 스트레스가 증가될수록 내·외생 에틸렌이 증가되고(Hiraki와 Ota, 1975; Sacalis, 1978; Saltveit와 Larson, 1981), 식물체의 물리적인 손상으로 품질이 저하된다(Lidster와 Tung, 1979).

한편, 개화상태는 소비자가 식물을 구매할 때 중요한 품질평가요소가 되므로 식물의 출하시기에 대한 분명한 규정이 있어야 한다. 품목에 따라서도 개화생리나 외부환경에 대한 반응이 다를 뿐만아니라 소비자가 요구하는 단계가 다르다. 특히, 수출의 경우에는 암

* Received for publication 7 August 2003. Accepted for publication 19 September 2003. This study was supported by the HTDP (High-technology development project) for Agriculture and Forestry, Ministry of Agriculture and Forestry, Republic of Korea.

상태의 운송기간이 있기 때문에 정교한 환경제어 기술이 필요함에도 불구하고, 우리나라에서는 아직 소비자가 요구하는 개화단계를 맞추기 위한 출하시 개화단계에 대한 구체적인 연구는 미흡한 실정이다.

칼랑코에(*Kalanchoe blossfeldiana*)는 다양한 화색과 품종을 가지고 있는 분화식물로(Leonard와 Nell, 1998), 개화기간이 길고 관리상의 특별한 어려움이 없어 소비자들에게 인기가 있다(Marousky와 Harbaugh, 1979). 현재 일본내에서 칼랑코에는 40-50%정도의 개화상태로 유통되고 있으나, 일본수출을 위한 출하시 개화단계 및 운송환경에 대한 기술적 노하우의 부족으로 어려움을 겪고 있는 실정이다.

따라서, 본 실험은 칼랑코에 수출을 전제로한 모의운송시 개화정도, 운송온도, 그리고 진동처리 유무가 개화와 품질에 미치는 영향을 조사하기 위해서 실시되었다.

재료 및 방법

실험에 사용된 식물재료는 10cm 화분의 *Kalanchoe blossfeldiana* 'Altar'로 2002년 11월에 경기도 농가에서 출하직전 상태의 것을 사용하였다. 출하단계에 따른 출하 후 품질을 평가하기 위해 5%와 50% 개화상태인 두 단계로 식물재료를 나누었으며(Fig. 1), 모의운송 3일전 농가에서 200mL씩 두상관수를 실시하였다.

모의운송 전날 포장하였으며, 분마다 비닐 슬리브를 씌운 후 500×400×350cm 크기의 골판지 박스에 20개씩 담았다. 식물을 박스포장 한 후 곧바로 실험실로 운송되었으며, 환경조절 생육상(두리과학, DF-95G-1485)에서 설정된 12℃ 혹은 18℃의 운송온도로 각각 5일간 암상태로 모의 운송하였다. 운송 중 진동처리는 진동발생기(MT-VTU10, 세원기연)를 생육상내 설치하여, 50Hz, 1g의 세기로 상하좌우의 반복형태로 하루에 12시간씩 5일간 주었다. 진동의 세기는 한국산업규격으로 정해진 포장화물의 일반적인 진동조건을 적용하였다(KS A 1026, 1995). 한편, 처리구는 개화단계별 5%(B)와 50%(F), 운송중 온도별 12℃(12)와 18℃(18), 그리고 진동 유

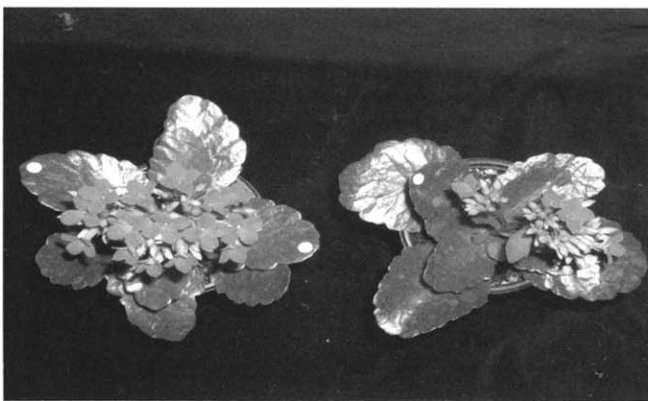


Fig. 1. Visual appearance of 5% flowering (left) and 50% of flowering (right) in *kalanchoe blossfeldiana* 'Altar'.

(V), 무(없음)를 조합하여 총 8처리 하였다.

5일간 운송 후 박스포장을 풀고 칼랑코에를 평균광량이 30 μ mol·m⁻²·s⁻¹이고, 온도가 평균 24℃인 실내환경하에 배치하였으며, 필요한 측정과 관찰을 주기적으로 실시하였다. 이때 관수는 일주일에 한번 두상관수를 실시하였다.

시험구는 처리당 개체당 3반복 하였으며, 초장, 식물폭, 엽록소 함량, 화아수, 화수를 일주일에 한번 주기적으로 측정하였다. 초장은 지체부에서 화서부분까지 수직으로 측정하였고, 엽록소함량은 SPAD-502(Minolta, Japan)를 사용하여 완전히 전개된 잎 3매를 선택하여 한 개체 당 9번씩 측정하였다.

결과 및 고찰

화수, 화아수 및 총화수: 5% 개화상태로 운송된 분화(B)의 화아수는 모든 처리구에서 운송 후 감소하는 것으로 나타났고, B12와 BV12가 다른 처리구에 비해 3주까지는 높았으나 그 후부터는 진동 처리가 없는 분화(B12 및 B18)에 비해 급격히 감소하였다(Fig. 2). 반면, 50% 개화상태로 운송된 분화(F)의 화아수는 운송 후 1주 정도는 그대로 유지되었으나, 그후부터는 모든 처리구에서 감소하였으며, 처리간에 차이는 나타나지 않았다. 5%와 50% 개화 상태로 운송된 개체분의 화아수 차이는 거의 2배 정도 차이가 있었다(Fig. 2).

개화수는 개화상태나 진동처리에 관계없이 온도의 영향을 받는 것으로 나타났다. 즉, 개화상태(B 혹은 F)에 관계없이 운송중 18℃ 처리구에서 개화가 촉진되었다. 그러나, B단계의 경우는 18℃ 처리구는 3주째 개화수가 가장 많았던 반면, 12℃ 처리구에서는 4주째가 가장 많았다. 한편, F단계에서는 동일한 패턴이었으나, 1주 정도 빠른 것으로 나타났다.

총화수를 살펴 볼 때, B단계의 경우는 약 65개의 총화수 중 거의 30개가 개화하였지만, F단계의 경우는 약 60개의 총화수 중에서 50개 이상이 개화된 것으로 나타났다(Fig. 2). 또한, 총화수는 운송직후 진동처리한 처리구에서 오히려 증가되는 것으로 나타났다. 결국, 개화단계별 개화된 꽃수, 화아수, 총화수의 경향을 볼 때 운송중 진동은 칼랑코에의 생육 및 품질에 큰 문제가 되지 않은 것으로 판단된다.

초장과 식물폭: 칼랑코에의 초장 및 식물폭을 살펴 보면, 출하후에도 1-3cm 정도 자라는 것으로 나타났으며, 그 민감도는 개화단계와 온도에 따라 다른 것으로 나타났다(Fig. 3). B처리 분화의 초장은 처리간의 차이가 거의 나타나지 않았지만, F단계 분화의 초장은 운송직후 F12와 FV12에서 급격히 감소되었다가 소비자 단계 1주째에 다시 증가되었으며, 처리간의 차이는 나타나지 않았다(Fig. 3).

한편, F단계 개화주는 운송직후 낮은 온도(12℃)에서는 초장이 감소된 반면 식물폭은 증가되었고, 높은 온도(18℃)에서는 식물초장은 그대로인 반면 식물폭은 감소된 것으로 나타났다. 이러한 사실은 생육단계에 따른 온도에 대한 민감도 차이가 있는 것을 의미하며, 개화가 진행될수록 온도에 민감해 진다는 것을 의미한다. 결국, F단계

분화의 운송직후 식물초장과 식물꼭의 동시적 변화는 온도에 대한 식물체의 형태적 반응이라고 판단되어진다.

엽록소 함량: 개화단계나 출하상태에 관계없이 모든 처리구에서 운송직후에는 엽록소 함량이 감소하였으나, 그 후부터는 다시 증가하는 경향을 나타내었다(Fig. 3). 이러한 사실은 5일간의 모의 운송도중의 암상태가 엽록소 분해를 일으켰으나, 그 후의 광상태가 엽록소 합성을 촉진시켰다는 것을 의미한다.

꽃 위조와 분화품질: 전체적으로 볼 때, FV18을 제외하고는 두 개화단계(B와 F) 모두 온도가 높은 처리구일수록 시간이 경과함에

따라 위조율이 더 높았고, 또한 진동처리에 비해 진동무처리구에서 위조율이 높아, 위조율에도 온도의 영향이 컸으며, 운송도중의 진동은 큰 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났다(Fig. 4).

B단계 분화의 경우, 소비자 단계 2주 후부터 약 10%정도의 위조를 나타내어, 3주 후에는 20%이상의 위조현상을 나타내었다. 한편, F단계 분화의 경우는 운송직후부터 위조현상을 나타내었고, 2주 후에는 모든 처리구에서 높은 위조율을 나타내었다.

본 실험의 결과에 따르면, 운송시 개화율에 있어 처리간 차이가 나타났는데, 5% 개화상태로 운송된 분화(B)는 총화수가 약 65개

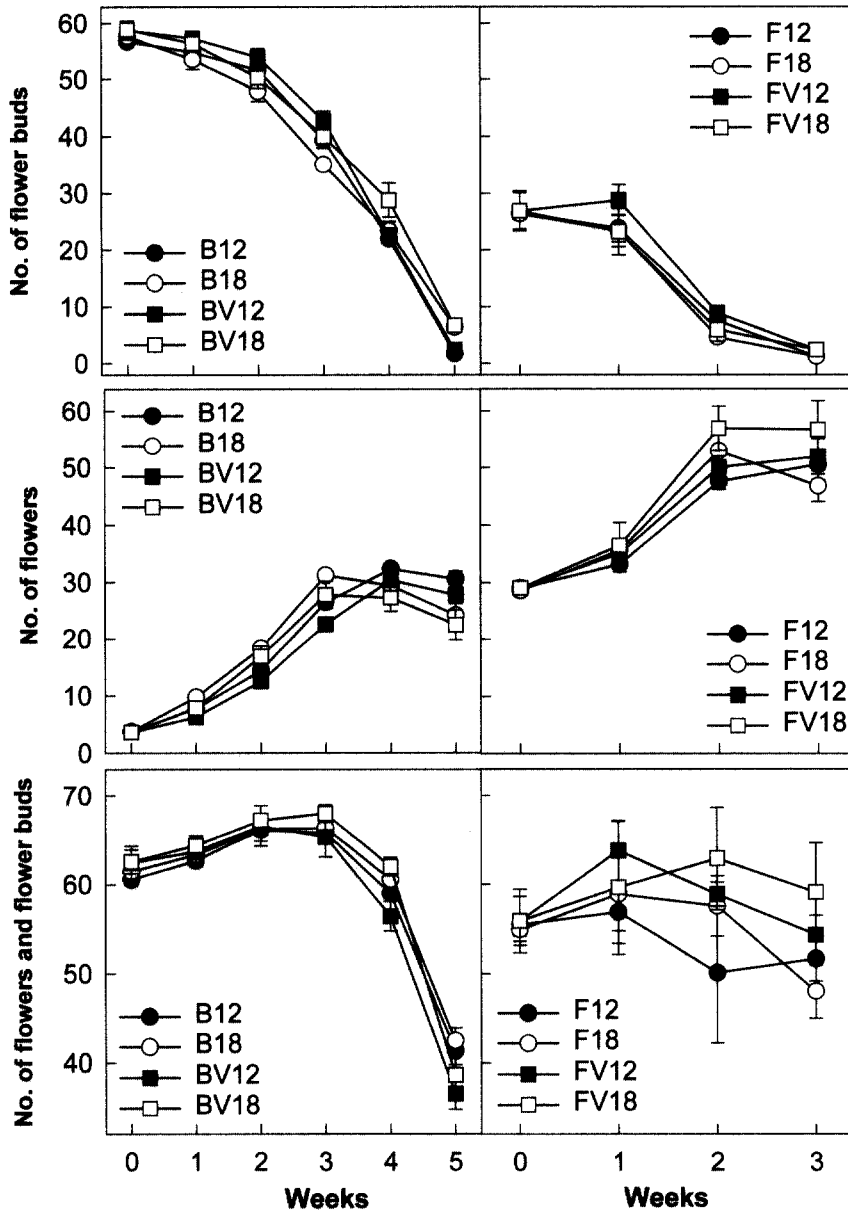


Fig. 2. Effects of flowering stage, temperature, and vibration treatments during simulated exportation on the no. of buds, no. of flowers, and total no. of flowers and flower buds of *kalanchoe blossfeldiana* 'Altar' (0 Week: 3 days before packing, 1 Week: the time of unpacking after simulated transportation, B: bud stage with 5% flowering rate, F: flower stage with 50% flowering rate, V: vibration treatment with the strength of 1g (50Hz) for 12hrs per day, 12: 12°C, 18: 18°C).

중에 개화가 30개 정도 밖에 되지 못했다. 반면에 50% 개화상태로 운송된 분화(F)는 총화수가 약 60개 중에 개화가 50개 이상 된 것으로 나타났다(Fig. 2). 이러한 결과는 운송기간 동안의 환경이 식물의 개화에 결정적인 영향을 미치는 시기이며, 이 기간 동안의 압기는 식물의 개화에 부정적인 영향을 미친다는 것을 보여 주었다. 예로써, 이 시기에 꽃봉오리의 개화를 위해 엄청난 량의 탄수화물이 앞으로부터 sink인 화기로 이동되어 질 것이다. F단계 분화의 경우는 이미 압기 이전에 상당량의 탄수화물 전이가 일어난 상태이지만, B단계 분화의 경우는 탄수화물의 전이가 필요할 때 압기를 맞이하기 때문에 개화에 상당한 타격을 받게 될 것이다. 한편, 화기당 유전적으로 결정되어진 수명은 일정하기 때문에 F단계 분화의 경우

위조율은 B단계 분화에 비해 빨리 나타났다(Fig. 4).

개화단계에 따른 운송온도의 차이를 살펴보면, 개화단계에 관계 없이 12°C 운송에 비해 18°C 운송에서 운송직후 개화가 더 증가되지만, 꽃수명은 더 짧아진 것으로 나타났다(Fig. 2). 운송온도가 높으면 단시간에 개화를 촉진시킬 수 있는 장점이 있지만 그만큼 노화가 빨리 진행되는 단점이 있으므로, 개화촉진을 위해 무작정 운송 온도를 높이는 것은 좋지 않다고 생각된다.

수송중 진동이 식물의 개화 및 품질에 미치는 영향의 결과를 살펴보면, 칼라코에의 경우 예상밖으로 진동의 영향을 전혀 받지 않는 것으로 나타났다. 이러한 현상은 개화단계에 따른 총화수(Fig. 2), 위조율(Fig. 4)에서 동일하였다. Auer와 McConnel(1984)의 실험에

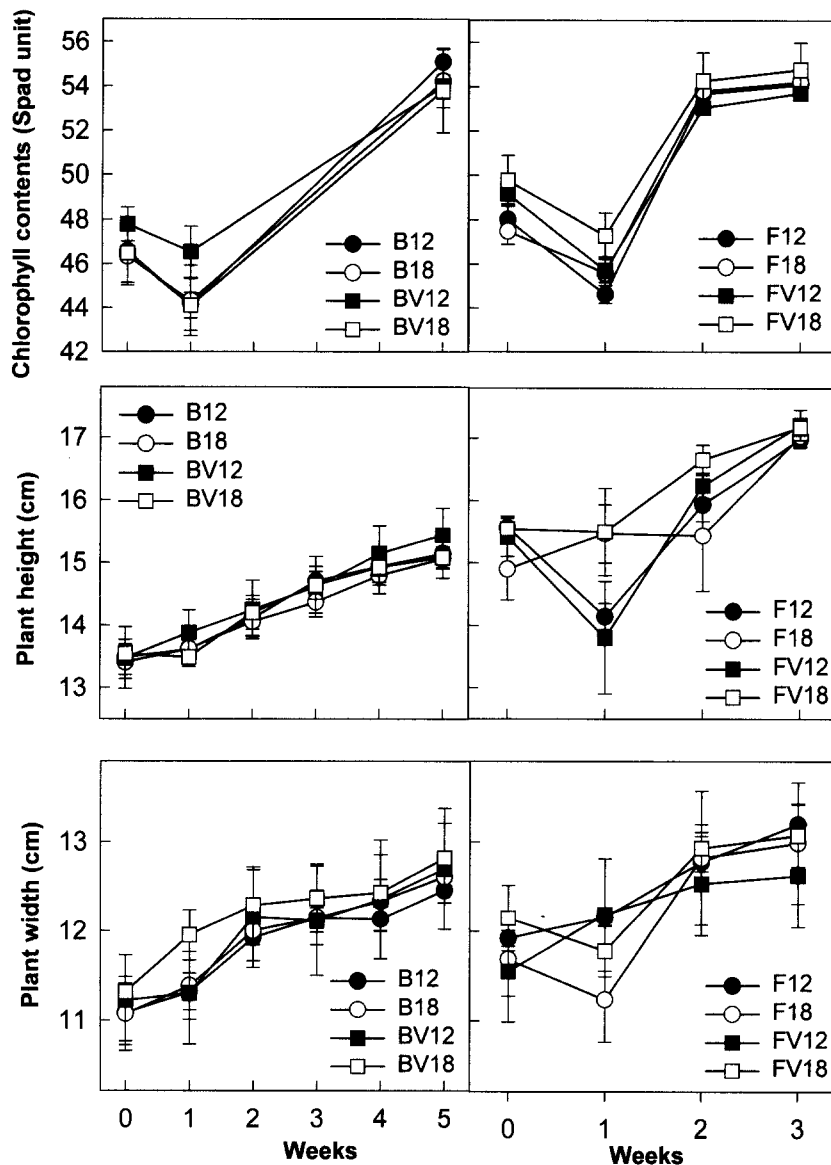


Fig. 3. Effects of flowering stage, temperature, and vibration treatments during simulated exportation on the chlorophyll contents, plant height, and plant width of *kalanchoe blossfeldiana* 'Altar' (0 Week: 3 days before packing, 1 Week: the time of unpacking after simulated transportation, B: bud stage with 5% flowering rate, F: flower stage with 50% flowering rate, V: vibration treatment with the strength of 1g (50Hz) for 12hrs per day, 12: 12°C, 18: 18°C).

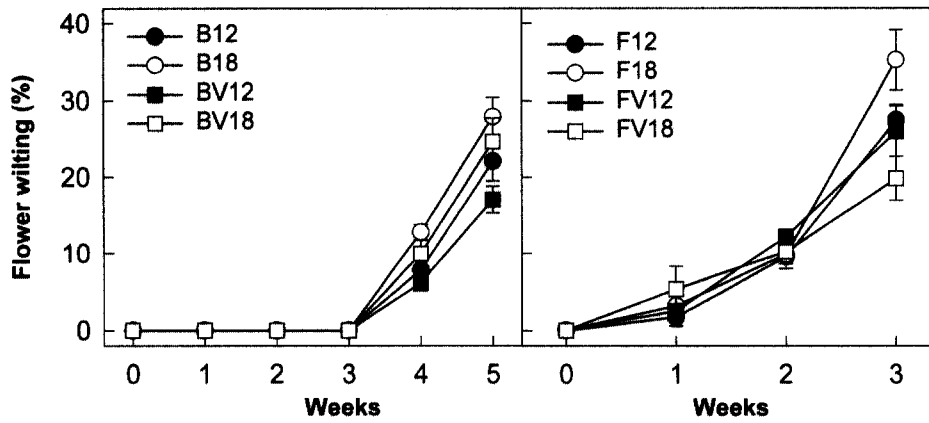


Fig. 4. Effects of flowering stage, temperature, and vibration treatments during simulated transportation on the flower wilting of *Kalanchoe blossfeldiana* 'Altar' (0 Week: 3days before packing, 1 Week: the time of unpacking after simulated transportation, B: bud stage with 5% flowering rate, F: flower stage with 50% flowering rate, V: vibration treatment with the strength of 1g (50Hz) for 12hrs per day, 12: 12°C, 18: 18°C).

서는 베고니아 'Medora'에 6일간 계속하여 4.1Hz, 0.02g 세기로 진동을 처리하였을 때 잎의 탈리가 증가되는 것으로 조사되었다. 한편, 칼랑코에 'Red Mirjam'에 도로운송국제표준(ASTM 4728, 1987)의 150%, 100%, 50% 진동으로 각각 8시간씩 혹은 50% 진동으로 1, 2, 3일간 처리한 결과는 품종에 따라 그 결과가 상이하였다(Bulle 등, 2000). 한편, 본 실험에 실행한 진동은 5일 동안 12h 씩 50Hz, 1g 처리 한 것으로, 베고니아 실험(Auer와 McConnel, 1984; Bulle, 2000)이나, 칼랑코에(Bulle, 2000)에서 행해졌던 진동의 세기보다 컸음에도 불구하고, 칼랑코에의 품질에 영향을 미치지 못한 것으로 나타났다. 한편, *Ficus carica*는 진동세기가 증가할수록 에틸렌의 발생이 증가되는 것으로 나타났다(Linchun 등, 1995). 따라서, 위의 문제는 품종에 따라 진동스트레스에 대한 민감성의 차이에 기인된 것일 수도 있고, 아니면 진동의 세기 및 기간에 따른 식물체내 에틸렌 발생량이나 패턴의 차이에 기인된 것이 아닌가 사료되며, 차후 보다 구체적인 실험이 필요하다고 판단된다.

Calamondin(Citrus)(Ben-Jaacov 등, 1984)와 *Hibiscus*(Gibbs 등, 1989) 분화뿐만 아니라 *Begonia x hiemalis*와 *Kalanchoe blossfeldiana*의 경우 암상태에 두면 1주후부터 분화수명이 매우 단축되고, 화수가 증가하지 않으며, 낙화수와 낙엽수가 증가되어 품질이 저하되었다(Kwon, 2003). 한편, 본 실험에서는 암상태로 인한 특별한 피해 증상은 나타나지 않았으나 엽록소 함량은 운송직후 급격히 감소한 후 다시 증가하는 것으로 나타났다(Fig. 3).

이러한 실험 결과를 종합적으로 살펴보면, 5일동안의 암상태에서의 진동처리는 칼랑코에 꽃과 잎에 피해를 주지 않아 진동과 품질에 관련이 없는 것으로 판단된다. 반면, 운송시 분화의 개화단계와 운송온도가 칼랑코에 품질과 수명을 결정하는 중요한 요인이 되는 것으로 나타났다. 따라서, 실제 수출시 개화단계에 따라 수송온도를 달리하는 것이 분화품질을 유지하는데 가장 효과적인 방법일 것으로 판단된다. 예를 들면, 5% 개화단계의 분화를 수송할때는 운송직후 온도처리에 따라 5-10% 정도만 개화되었으므로 봉오리 단

계의 수출시에는 운송온도를 높여 주는 것이 좋다고 판단된다. 그러나, 50% 개화한 분화의 경우는 이미 약 50% 이상 개화되었기 때문에 가능한 한 온도를 낮추어 개화율을 낮추고 분화수명이 연장되도록 하는 것이 좋을 것이다. 한편, 운송시 개화가 지나치면 물리적인 피해에 더 민감하기 때문에(Bulle 등, 2000), 약 30-35% 정도 개화된 분화를 수출하는 것이 운송후 소비자 기호도 및 품질유지면에서 좋을 것으로 판단된다.

초 록

수출시 개화정도과 운송온도, 그리고 진동처리의 유무가 칼랑코에의 품질에 미치는 영향을 조사하기 위해서 모의 운송실험을 수행하였다. 출하시 5%와 50% 개화된 분화를 사용하였으며, 슬리빙과 박스포장 후 12°C 또는 18°C의 운송온도로 각각 5일간 암상태로 모의 운송하였다. 운송 중 진동처리는 1g, 50Hz 세기로 하루 12시간씩 처리하였다. 분화품질의 경우, 진동 유무에 따른 처리간 차이는 없었으나, 개화단계 및 운송온도에 따른 차이는 나타났다. 50% 개화단계에서 운송된 분화는 운송직후부터 위조현상이 나타났지만, 5% 개화 분화주에 비해 운송 후 개화율이 2배정도 높았다. 반면에 5% 개화단계에 출하된 분화는 운송 1주후 10-20% 정도 개화되었고, 2주 후부터 위조현상이 나타났으며, 분화수명이 50% 개화주에 비해 2주 정도 연장되었다. 한편, 운송온도가 12°C에 비해 18°C에서는 개화율은 높지만, 꽃의 수명은 짧아졌다. 연구결과를 종합해 볼 때, 칼랑코에 수출시 진동피해는 없는 것으로 판단되며, 최상의 품질유지를 위해서는 수출시 개화단계와 운송온도를 함께 고려하는 것이 가장 좋은 것으로 나타났다.

추가 주요어 : 개화율, 수명, 수출

인용문헌

- American Society for Testing and Materials 1987. ASTM D 4728-87. Standard test method for random vibration testing of shipping containers. Annual Book of ASTM Standards, Philadelphia.
- Auer, C.A. and D.B. McConnell. 1984. Simulated transit vibration and silver thiosulfate applications affect ethylene production and leaf abscission of begonia and schefflera. *HortScience* 19:517-519.
- Ben-Jaacov, J., B. Steinitz, and Y. Tendler. 1984. Dark storage of calamondin. *HortScience* 19:263-164.
- Bulle, A.A.E., G. Slootweg, and C. Vonk Noordegraaf. 2000. Effects of vibration during transport on the quality of pot plants. *Acta Hort.* 518:193-199.
- Cushman, L.C., H.B. Pemberton, and J.W. Kelly. 1994. Cultivar, flower stage, silver thiosulfate, and BA interactions affect performance of potted miniature rose. *HortScience* 29:805-808.
- Decouteaum D.R. and L.E. Craker. 1983. Abscission: Quantification of light control. *Plant Physiol.* 73:450-451.
- Gibbs, M.M., T.M. Blessington, J.A. Price, and Y.T. Wang. 1989. Dark-storage temperature and duration influences flowering and quality retention of Hibiscus. *HortScience* 24:646-647.
- Hiraki. Y. and Y. Ota. 1975. The relationship between growth inhibition and ethylene production by mechanical stimulation in *Lilium longiflorum*. *Plant and Cell Physiol.* 16:185-189.
- Korean Industrial Standards. 1995. KS A 1026. Packaged freights-general rules of testing. Korea.
- Kwon, Y.J. 2003. Effects of interior light and temperature on the quality of potted flowering plant of *Begonia* × *hiemalis* and *Kalanchoe blossfeldiana*. MS Diss., Konkuk. Univ., Seoul.
- Leonard, R.T. and T.A. Nell. 1998. Effects of production and postproduction factors on longevity and quality of *Kalanchoe*. *Acta Hort.* 518:121-124.
- Lidster, P.D. and M.A. Tung. 1979. Identification of deformation parameters and fruit response to mechanical damage in sweet cherry. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 104:808-814.
- Linchun, M., T. Ying, Y. Xi, and Y. Zhen. 1995. Respiration rate, ethylene production, and cellular leakage of fig fruit following vibrational stress. *HortScience* 30:145.
- Marousky, F.J. and B.K. Harbaugh. 1979. Ethylene-induced floret sleepiness in *Kalanchoe blossfeldiana* poelln. *HortScience* 14:505-507.
- Rystedt, J. 1982a. Effects of high and low temperature on the subsequent keeping quality of *Hibiscus rosasinensis* and *Begonia* 'Nixe'. *Tidsskr. Planteavl.* 86:31-36.
- Rystedt, J. 1982b. Effects of dark storage on the subsequent keeping quality of *Hibiscus rosasinensis* and *Begonia* 'Nixe'. *Tidsskr. Planteavl.* 86:37-46.
- Sacalis. J.N. 1978. Ethylene evolution by petioles of sleeved poinsettia plants. *HortScience* 13:594-596.
- Saltveit. M.E. and R.A. Larson. 1981. Reducing leaf epinasty in mechanically stressed poinsettia plants. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 106:156-159.
- Sterling, B. and P. Molenaar. 1986. The influence of time and temperature during simulated shipment on the quality of pot plants. *Acta Hort.* 181:429-435.
- Vaughan, A.K.F. and G.C. Bate. 1977. Changes in the levels of ethylene, abscisic-acid-like substances and total non-structural carbohydrate in young cotton bolls in relation to abscission induced by a dark period. *Rhodesian J. Agr. Res.* 15:51-63.