

시설재배 ‘부지화’ M16 A계통의 ‘탱자’와 ‘스윙글 시트루멜로’ 대목과 과실 및 잎의 수분상태가 과실품질 차이에 미치는 영향

한상헌^{1*} · 강종훈²

¹국립 제주대학교 생물산업학부, ²제주특별자치도농업기술원

Effect of Water States of Fruit Vesicle and Leaf on Fruit Quality in ‘Trifoliolate’ Orange and ‘Swingle citrumelo’ Rootstock of ‘Shiranuhi’ [(*Citrus unshiu* × *C. sinensis*) × *C. reticulata*] Mandarin Hybrid, M16 A Line in Plastic Film House Cultivation

Sang-Heon Han^{1*} and Jong-Hoon Kang²

¹Faculty of Bioscience & Industry, Jeju National University, Jeju 690-750, Korea

²Jeju Special Self-Governing Province Agricultural Research and Extension Service, Jeju 697-828, Korea

Abstract. This experiment was conducted to investigate the effect of water states (water, osmotic potential and turgor pressure) of fruit vesicle and leaf on soluble solids and organic acid contents of fruits of ‘Shiranuhi’ mandarin hybrid, M16 A line during the fruit maturing season in plastic house cultivation. The ‘Shiranuhi’ grafted on ‘Swingle citrumelo’, strong strength of rootstock, produced fruit with lower soluble solids and organic acid content than ‘Trifoliolate’ orange rootstock. The fruits vesicle water potential and turgor pressure measured before dawn in ‘Swingle citrumelo’ were higher tendency than the ‘Trifoliolate’ orange, but osmotic potential values were lower than the ‘Trifoliolate’ orange. The changes of leaf water potential were very similar to the fruit. The results suggest that in the ‘Shiranuhi’ fruits grafted on two rootstocks changes of soluble solids and organic acid content of the fruit were influenced by the leaf water potential and the osmotic potential of the fruit vesicles, which might be caused by the difference of root distribution between two rootstocks.

Key words : fruit soluble solids, organic acid content, osmotic potential, turgor pressure, water potential

서 론

제주도의 연평균 기온은 15.3~16.2°C로 감귤 재배지 중 추운 지역에 해당되지만 하우스 재배가 일반화되면서 만감류인 ‘부지화’[Shiranuhi, (*Citrus unshiu* × *C. sinensis*) × *C. reticulata*], ‘청견’(Kiyomi, *C. unshiu* × *C. sinensis*), ‘진지향’[Tsunogaori, (*C. unshiu* × *C. sinensis*) × *C. unshiu*], 신만감류인 ‘감평’[Kanpei, (*C. unshiu* × *C. sinensis*) × *C. reticulata* × (*C. unshiu* × *C. sinensis*)] 등 추위에 약한 품종도 도입

되어 재배되고 있다. 이 중 ‘한라봉’으로 잘 알려진 ‘부지화’는 1990년 초부터 재배되기 시작하여 매년 재배면적과 생산량이 증가되고 있으며 2008년에는 전체 감귤 생산면적의 약 5.6%인 1,188.2ha에서 전체 감귤 생산량의 약 3.7%인 22,199 톤이 생산되었다(Citrus Marketing and Shipping Association, 2009).

‘부지화’는 일본 과수연구소 감귤부 구찌노쓰에서 1972년 청견에 폰칸을 교배해서 육성된 품종으로 가용성 고형물 함량이 보통 12.5~15.8°Brix로 다른 감귤품종보다 높고 폰칸향을 가지고 있다(Matsumoto, 2001). 또한 과경부가 돌출한 꼭지 깃을 가지고 있고 독특한 향기와 과육이 부드러우며 당도가 높아 소비자에게 인기가 높은 품종이다. 반면에 산 함량이 높아지

*Corresponding author: sangheon@jejunu.ac.kr
Received March 7, 2011; Revised August 22, 2011;
Accepted August 30, 2010

기 쉽고 수세저하 등으로 10a당 1t 전후의 아주 적은 양이 생산되는 과수원도 많이 볼 수가 있다. 특히 '부지화' 보급 초기에는 고접 중심으로 증식이 되어 고접 후 3~4년간은 비교적 수세가 양호해 적당한 수량과 고품질의 과실이 생산되었으나, 그 이후 점진적으로 수세가 저하해 고당도 이지만 감산이 불량한 과수원도 많이 나타났다(Kawase, 1999). 이러한 문제에 대응하기 위해 '스윙글 시트루멜로'와 '시쿠와샤' 등 강세대목에 대한 관심이 높아지고 있다(Takahara, 1999).

우리나라에서 '부지화' 재배에는 다른 대목 품종보다 비교적 왜성이고 내한성이 강한 '탱자'를 대목으로 이용해 왔다. 그러나 탱자 대목의 사용은 수세저하 등을 초래하여 과실품질을 저하시키기도 한다(Noda 등, 2001). '스윙글 시트루멜로'는 1907년 교배를 통해서 만들어졌는데 'Bahia' 오렌지에서 대체적으로 수량을 증진시키고(Silva 등, 1984), 당도는 높지만 산 함량 또한 높은 특성을 보였으며(Economides와 Gregoriou, 1993), T/R율이 낮았다(Shaked 등, 1992)는 보고도 있다. '스윙글 시트루멜로' 대목은 브라질의 오렌지재배에서 비교적 내건성이 강한 것이 알려졌다(Erismann, 2008). 한편, 감귤대목에 따른 온주밀감의 강세대목인 '스윙글 시트루멜로', 중간대목의 '탱자' 및 약세대목인 '비룡'에 따른 엽록소 형광특성에 대한 비교가 이루어진 바가 있다(Han, 2001a). 최근, 문(Moon 등, 2010)의 보고에 의하면 시설재배 '부지화'의 수체생장과 과실품질에 미치는 대목의 영향을 비교하였을 때 과즙의 가용성 고형물과 산 함량은 '탱자' 대목에서 높은 경향을 보였으며 '스윙글 시트루멜로'와 '시쿠와샤' 대목에서는 산 함량이 낮았다.

일본에서 노지 '부지화' 재배에서 투수성 필름으로 지표면을 약 70% 피복해 과실품질에 미치는 영향을 조사한 결과, '스윙글 시트루멜로' 대목이 '탱자' 대목보다 1월 수확기에 당도는 조금 낮았으나 산 함량의 감소는 아주 양호했으며 동트기 직전에 조사된 엽 수분포텐셜도 '스윙글 시트루멜로' 대목이 높았다(Inoue, 2006). 따라서 본 연구에서는 시설재배 조건에서 M16A계통 '부지화'의 2 가지 대목, '탱자' 또는 '스윙글 시트루멜로', 에 따른 잎의 수분포텐셜과 과실사양의 수분상태(수분 및 삼투포텐셜과 팽압) 변화가 성숙기 과실의 가용성고형물 및 산 함량에 미치는 영향을 조사했다.

재료 및 방법

1. 공시재료

공시재료로 서귀포시에 위치한 제주특별자치도 농업기술원 내 무가온재배 하우스에 재식된 8년생의 '탱자' 및 '스윙글 시트루멜로' 대목에 접목한 M16 A계통 '부지화'를 이용했다.

2. 과실의 비대 및 품질조사

생리적 낙과가 끝난 후 착과량 조절을 위한 열매숙기를 마친 후 과실비대가 이루어지고 있는 8월 1일에 대목 별 나무 하나 당 10과를 1반복으로 하여 5반복으로 하여 과실생육을 조사할 나무와 과실에 표지를 하고 1개월 간격으로 다음해 1월까지 과실의 종경 및 횡경을 조사하였다. 과실 품질은 8월 1일부터 다음해 1월까지 1개월 간격으로 나무 하나당 3과를 1반복으로 하여 5반복으로 15과를 채취하고 착즙을 한 다음, 가용성 고형물은 디지털 굴절당도계(Refractometer PR-101, 미국)로 측정하였으며 산 함량은 0.1N NaOH 적정법(Osaka Pref. Univer., 1981)으로 측정했다.

3. 과실의 수분상태(수분, 삼투포텐셜 및 팽압)와 엽 수분포텐셜 측정

과실 사양의 수분포텐셜은 과실 비대기(9~10월)와, 성숙기(11~1월)에 나무 하나당 1과를 1반복으로 하여 5반복의 과실을 새벽 4~6시(동트기직전)에 측정하였다. 과피를 분리한 후에 과육의 사양을 psychrometer sample chamber(C-52, Wescor, 미국)에 장착시키고 2시간 이상 평형을 시킨 후 노점 microvolt meter(HR-33T, Wescor, 미국)로 측정을 했으며, 측정된 microvolt 값을 압력단위인 MPa로 나타내기 위해 각 psychrometer sample chamber의 NaCl 용액에 대한 MPa 값과 microvolt 값의 상관관계식으로 추정했다.

수분포텐셜 측정이 끝난 사양에 대한 삼투포텐셜을 측정하기 위해 사양을 -20°C 냉동실에서 얼리고 해동시킨 후 다시 그 psychrometer sample chamber에 2시간 동안 평형 시킨 후에 노점 microvolt meter로 측정하고 MPa 값을 추정했다. 팽압은 수분포텐셜에서 삼투포텐셜 값을 뺀 값으로 추정했다.

엽수분포텐셜은 나무 하나 당 5장을 1반복으로 하여

5반복의 채취한 잎을 pressure chamber(PMS, 미국)에 장착시키고 엽병에서 수액이 올라올 때까지 질소가스로 압축시킨 값으로 측정했다.

4. 기온, 지온 변화 및 토양수분함량

기온센서(Air temperature sensor, HA-TH100, Hanssystems, 한국)를 수고 중간 높이에 설치했으며,

지온센서(Thermometer, HA-T200, Hanssystems, 한국)와 토양수분 함량센서(Soil Water(%) sensor, HA-ML2, 영국) 및 토양장력 센서(Tensiometer, HA-3021, Daiki rika, 일본)는 수관 아랫부분에서 20cm 깊이에 매설했다. 일중 하우스의 토양수분 함량 및 장력 변화를 1시간 간격으로 8월 1일부터 다음해 1월 30일까지 측정했다. 기온이 하강하기 시작하는 10월과

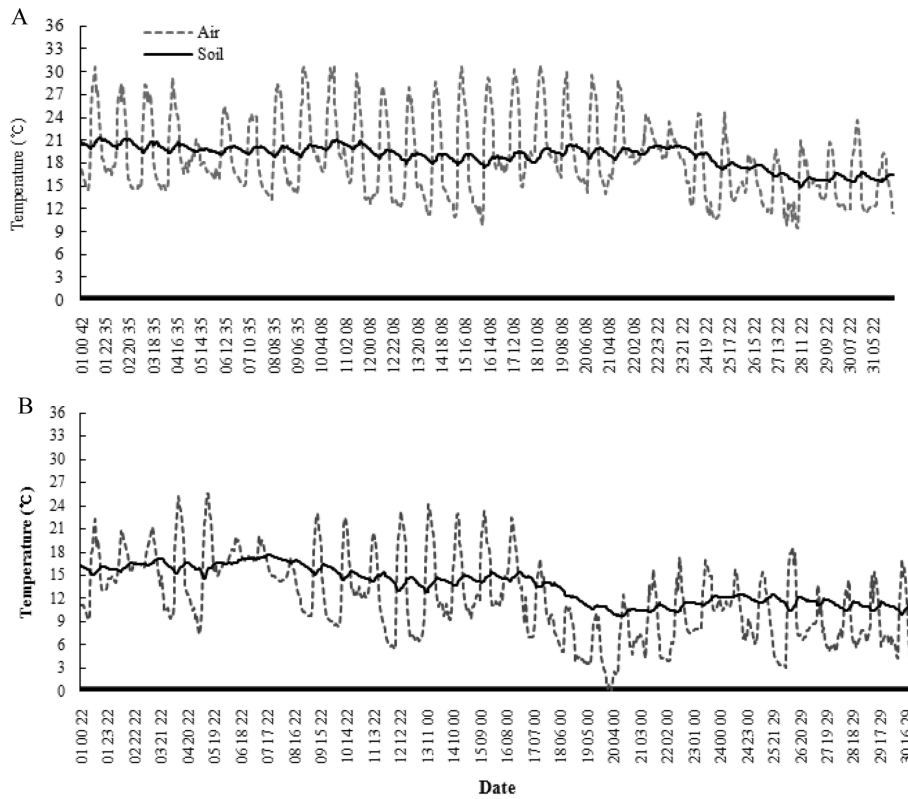


Fig. 1. Change of daily air and soil temperature in plastic film house cultivation on October (A) and November (B).

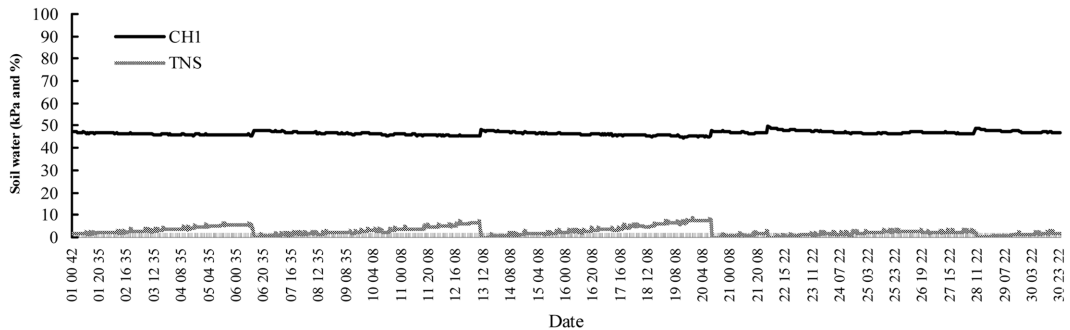


Fig. 2. Change of daily soil water content (CH1, %) and tension (TNS, kPa) in plastic film house cultivation on October.

시설재배 '부지화' M16 A계통의 '탱자'와 '스윙글 시트루멜로' 대목과 과실 및 잎의

11월에 하우스내의 기온 및 지온변화를 Fig. 1에 나타냈다. 또한, 하우스의 토양수분함량 및 장력상태는 Fig. 2과 같이 대표적인 10월 중 과습 조건인 48%와 약 0~5kPa로 유지시켰다.

결과 및 고찰

1. 과실비대의 변화

8월 1일부터 1월 1일까지 '부지화' 과실의 종경 및 횡경의 변화를 Fig. 3에 나타냈다. 10월까지의 생육속도가 왕성했으나 그 이후에 완만했다. '탱자' 및 '스윙글 시트루멜로' 대목에 따른 변화를 보면, 과실 종경

비대는 '탱자' 대목이 양호 했으나 과실 횡경비대는 11월 이후에 '스윙글 시트루멜로'가 양호했다.

2. 과실 가용성고형물과 산함량 변화

과실비대기인 9월과 10월 초순 및 성숙기인 11월 초순부터 다음해 1월까지 과실의 당도 및 적정 산 함량의 변화를 Fig. 4에 나타냈다. 11월 이후에 당도 상승은 빨라졌으나 산함량의 감소는 둔감했다. 대목에 따른 당도 및 산 함량 변화양상은 다르게 나타났다. '스윙글 시트루멜로' 대목에서 과실비대기부터 탱자보다 가용성고형물과 산 함량이 낮게 유지되어 그 경향은 1월까지 지속되었다.

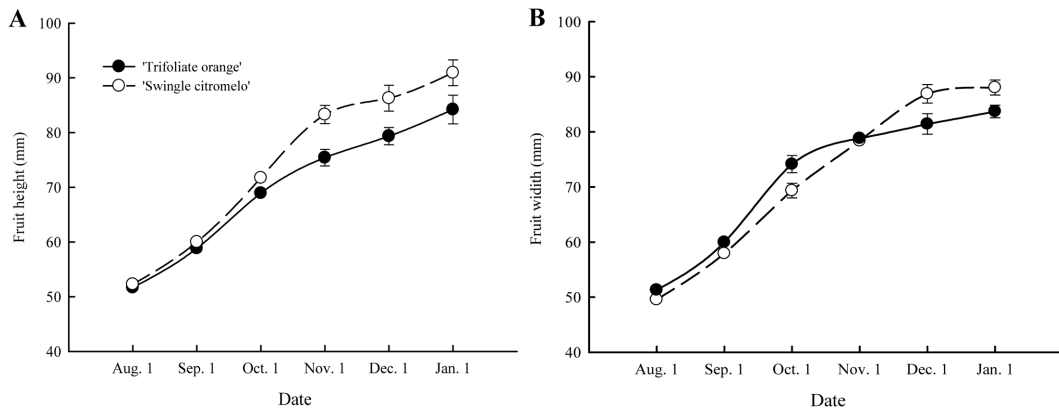


Fig. 3. Seasonal changes of height (A) and width (B) of fruits in 'Shiranuhi' mandarin hybrid, M16 A lines grafted on the two different rootstocks, 'Swingle citrumelo' and 'Trifoliata' in plastic film house cultivation. Vertical bars show standard errors (N = 5).

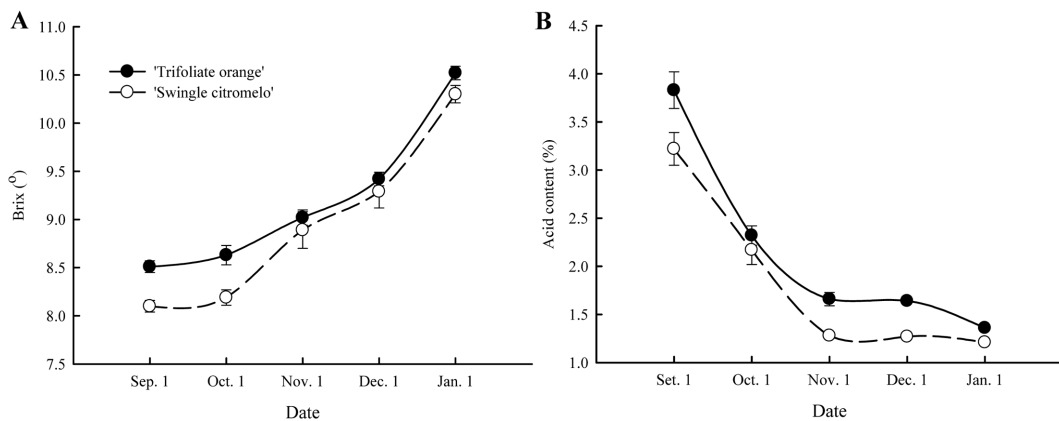


Fig. 4. Seasonal changes of soluble solids (A) and organic acid contents (B) of fruit 'Shiranuhi' mandarin hybrid, M16 A lines grafted on the two different rootstocks, 'Swingle citrumelo' and 'Trifoliata' in plastic film house cultivation. Vertical bars show standard errors (N = 5).

3. 과실 수분상태 및 엽 수분포텐셜 변화

과실사양의 수분상태와 엽수분포텐셜의 변화를 Fig. 5와 6에 나타냈다. 과실사양 수분상태의 변화를 보면,

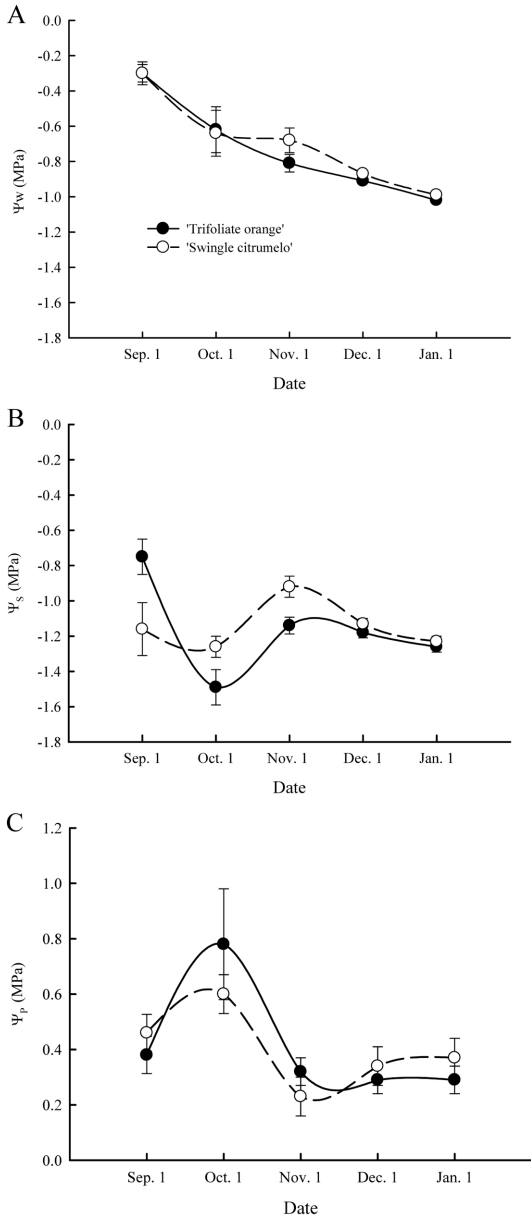


Fig. 5. Seasonal changes of water status (A; water potential, B; osmotic potential and C; turgor pressure) of fruit vesicles, measured before the dawn, Shianuhi' mandarin hybrid, M16 A lines grafted on the two different rootstocks, 'Swingle citrumelo' and 'Trifoliate' in plastic film house cultivation. Vertical bars show standard errors (N = 5).

수분포텐셜은 과실이 성숙함에 따라서 낮은 경향을 보였으나 삼투포텐셜은 9월 이후에 낮았다가 다시 11월에 높아졌다가 그 이후에 낮은 포텐셜을 보였다. 팽압은 9월에 낮은 값을 보였으나 10월에 들어 가장 높았으나 그 이후에 약 0.3~0.4MPa로 일정한 값을 나타냈다. 대목간에 차이를 보면, 수분 및 삼투포텐셜은 '스윙글 시트루멜로' 대목이 '탱자' 보다 높은 포텐셜을 나타냈으나 팽압은 11월까지의 '탱자' 대목에서 높고 12월부터는 '스윙글 시트루멜로' 대목에서 높게 나타났다.

엽수분포텐셜의 변화를 Fig. 6에 나타냈는데 10월 이후에 약 -0.9MPa 이하로 떨어졌다. 수확시기에 가까운 1월에는 나무가 수분스트레스를 받기 시작하는 -1.0MPa까지 감소했으며 대목간에 차이는 10월부터 차이가 있었는데 '탱자' 대목이 '스윙글 시트루멜로' 보다 낮은 값을 나타냈다.

'부지화'는 세근의 고사와 여름과 가을의 건조가 과실의 산 함량을 높아지게 하는 것으로 알려져 있다. 특히, 수세가 약해서 세근의 고사가 현저한 나무 또는 여름과 가을에 건조해서 수분스트레스를 받은 나무의 과실은 가용성 고형물은 높아지지만 10월 이후에 산 함량 감소가 아주 완만하게 이루어져 다음해 3월이 되어도 1.5% 이상의 산 함량이 높은 과실이 생산된다. 이처럼 과실의 산이 강한 산미를 느끼게 해서 맛이 나빠지게 된다(Kawase, 1999). 일본에서는 세근량 확

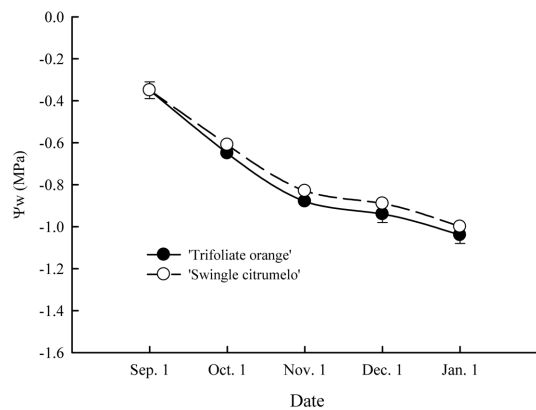


Fig. 6. Seasonal changes of water potential of leaves measured before the dawn, Shianuhi' mandarin hybrid, M16 A lines grafted on the two different rootstocks, 'Swingle citrumelo' and 'Trifoliate' in plastic film house cultivation. Vertical bars show standard errors (N = 5).

보를 위해 토양 개량제 및 시비방법을 개선할 수 있는 방법들이 강구되고 있다(Sugiyama 등, 2003). 또한 일본 과수연구소 감귤부 오키즈에서는 바이러스와 바이로이드를 무독화하거나 스텝피팅병(CTV)의 약독주를 접종한 '부지화' M16 A계통을 1995년 7월부터 감귤 주산지 현의 시험연구기관에 보급하였다(Kawase, 1999). 이 M16A계통은 수세가 왕성해서 과실의 산함량 감소가 양호하므로 일반 '부지화' 보다 재배관리가 보다 용이해서 고품질 과실생산이 가능하며 또한 다수확 가능성도 높다(Takahara, 2004).

본 연구에서는 비가림 하우스에 재식된 M16 A계통 '부지화'에 대한 '탱자' 및 '스윙글 시트루멜로' 대목이 과실 성숙기의 과실의 품질에 미치는 영향을 알아보기 위해 과실 사양의 수분상태 및 엽수분포텐셜 변화가 과실 성숙기의 품질에 미치는 영향을 조사했다. 대목의 종류가 일반 '부지화' 수체생장 및 과실품질에 미치는 영향을 조사하였을 때 과실의 가용성고형물은 '탱자' 대목이 '스윙글 시트루멜로' 대목에서 보다 높게 나타났으며 산 함량은 '탱자' 대목보다 '스윙글 시트루멜로' 대목에서 낮았다고 보고된 바 있다(Moon 등, 2010). 본 실험에서는 접수를 M16 A 계통 부지화를 이용했지만 대목에 따른 과실의 가용성 고형물과 산 함량에 대한 결과는 유사하게 나타났다.

대목에 따른 수체의 수분상태를 엽수분포텐셜의 변화로 추정해 보았을 때, 9월부터 조사된 토양수분함량은 변화가 없었는데, Fig. 1에 나타난 바와 같이 11월부터 지온이 약 15°C 이하로 하강하면서 뿌리의 수분 흡수량 저하로 점차적으로 낮아지는 경향을 보여주었으며 특히, '스윙글 시트루멜로' 대목이 '탱자' 대목보다 높았다. 일본에서 노지 '부지화'의 대목을 달리하여 투수성 필름으로 지표면의 약 70%를 피복해 재배한 후 과실품질에 미치는 영향을 조사한 결과, '스윙글 시트루멜로' 대목이 '탱자' 대목보다 3월 수확기에 과실 가용성고형물은 조금 낮았으나 산 함량의 감소는 아주 양호했으며 7월부터 11월까지 조사된 동트기직전의 엽수분포텐셜도 '스윙글 시트루멜로' 대목이 높았다(Inoue, 2006). 또한 브라질의 오렌지재배에서도 '스윙글 시트루멜로' 대목이 뿌리분포가 많아서 비교적 내건성에 강한 것으로 보고된 바 있다(Erismann, 2008). 이와 같이 본 실험에서 얻어진 엽 수분포텐셜의 변화 양상은 '스윙글 시트루멜로' 대목이 '탱자' 대목보다

강세대목으로 내건성이 강하기 때문에 나타난 것으로 사료되었다.

수체의 수분상태 정도가 과실 가용성 고형물 및 산 함량에 미치는 영향을 알아보기 위하여 과실사양의 수분상태의 변화로 조사하였다. '부지화'에 있어서 수분상태와 과실 품질의 연관성에 대한 연구가 이루어진 바 없다. 온주밀감에서는 Yakushiji 등(1996)이 타이백 피복재배에 있어서 과실 가용성 고형물의 상승에 대한 과실 양상의 수분상태 변화를 보고한 바 있다. 본 실험에서 수분포텐셜은 과실이 성숙함에 따라 그 포텐셜 값이 낮게 나타났으며, 11월에 있어 대목에 따른 수분포텐셜의 차이가 현저 했는데 엽 수분포텐셜과 마찬가지로 '탱자' 대목이 '스윙글 시트루멜로' 대목 보다 낮은 경향을 보였다. 본 실험에서 가용성 고형물의 축적과 산함량 감소에 따른 수확기의 삼투 포텐셜은 타이백 피복재배 온주밀감의 중간수준인 -1.3MPa이 되었으며, 수분포텐셜은 온주밀감 수준인 -1.0MPa까지 떨어졌다. '부지화'의 수분포텐셜은 온주밀감과 유사한 수준까지 떨어졌는데, 이는 지온감소와 과실성숙에 따라 뿌리의 수분 흡수 능력이 저하되었기 때문이라고 사료된다. 팽압은 온주밀감 보다 높아 '탱자' 대목인 경우 0.38~0.76MPa이었다. 특히, '탱자' 대목이 '스윙글 시트루멜로' 대목보다 과실의 가용성 고형물과 산 함량이 많아서 낮은 삼투포텐셜을 형성했다. 결국, '탱자' 대목은 '스윙글 시트루멜로' 보다 수분포텐셜이 낮았지만 삼투포텐셜이 보다 더 낮은 값을 형성하면서 '스윙글 시트루멜로' 대목과 비슷한 팽압이 유지된 것으로 사료된다.

이상의 결과, '탱자' 또는 '스윙글 시트루멜로' 대목에 접목한 '부지화'의 잎 수분 상태에 따른 과실 사양의 삼투포텐셜 변화에 의해 과실의 가용성 고형물과 산 함량에 차이가 나타날 수 있음을 확인하였으며, '부지화'의 대목에 따른 수분상태와 과실 품질의 차이는 대목의 뿌리 분포의 차이에 기인한 것으로 사료된다.

적 요

본 연구에서는 M16 A계통 '부지화'를 강세대목인 대목 '스윙글 시트루멜로' 또는 보통대목인 '탱자'에 접목하여 무가온 하우스에서 재배한 잎과 과실 사양의

수분상태 변화 및 과실 성숙기의 과실 가용성 고형물과 산 함량변화를 조사했다. 강세대목인 ‘스윙글 시트루멜로’와 보통대목인 ‘탱자’에 접목한 M16 A계통 ‘부지화’의 대목에 따라 과실의 품질은 영향을 받는데, ‘스윙글 시트루멜로’ 대목은 ‘탱자’ 대목보다 과실 가용성 고형물과 산함량이 낮았다. 동트기 직전에 측정된 과실사양의 수분포텐셜 및 팽압은 ‘스윙글 시트루멜로’ 대목이 ‘탱자’ 대목보다 조금 높은 경향을 보였으나, 삼투 포텐셜의 값은 ‘탱자’ 대목이 ‘스윙글 시트루멜로’ 대목보다 낮았다. 과실사양과 같은 시간대에 측정된 엽수분포텐셜 값의 변화도 과실사양의 삼투포텐셜 변화와 유사한 경향을 보여주었다. 이상의 결과로 보아, M16 A계통 ‘부지화’에 있어 두 개의 대목에 따라 잎의 수분 상태와 과실사양의 삼투포텐셜 차이가 있었으며, 이러한 차이로 인하여 과실 가용성 고형물과 산 함량에 차이가 나타나는 것으로 판단되며, 대목에 따른 수분 상태와 과실 품질의 차이는 대목의 뿌리분포가 영향을 미쳤기 때문인 것으로 사료된다.

주제어 : 과실 가용성 고형물, 산 함량, 삼투포텐셜, 수분포텐셜, 팽압

사 사

이 논문은 농촌진흥청 특화작목산학협력단 사업 지역연구개발 과제의 지원에 의해 수행된 것임.

인 용 문 헌

- Citrus Marketing and Shipping Association. 2009. Analysis of distribution of citrus harvested in 2008. p. 1-22. Jeju Special Self Governing Province, Citrus Marketing and Shipping Association, Jeju, Korea. (In Korean).
- Inoue, H., F. Fujiwara, E. Fujii, and T. Kondo. 2006. Effect of different rootstock on water stress and fruit quality of ‘Shiranuhi’. J. Japan. Soc. Horti. Sci. 75 (Suppl. 2):446. (In Japanese).
- Economides, C.V. and C. Gregoriou. 1993. Growth, yield, and fruit quality of nucellar frost ‘Marsh’ grapefruit on fifteen rootstocks in cyprus. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 118:326-329.
- Erisman, N.M., E.C. Machado, and M.L.S.A. Tucci. 2008. Photosynthetic limitation by CO₂ diffusion in drought stressed orange leaves on three rootstocks. Photosynth. Res. 96:163-172.
- Kawase, K. 1999. Cultivation of Dekopon. Rural Cult. Assn., Tokyo, Japan. (In Japanese).
- Han, S.H. 2001. Comparison of chlorophyll fluorescence of three citrus rootstocks and Satsuma mandarin grafted on them. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 19:149-152.
- Matsumoto, R. 2001. ‘Shiranuhi’ a late-maturing citrus cultivar. Bull. Natl. Inst. Fruit Tree Sci. 35:115-120.
- Moon, Y.E., C.M. Kim, K.S. Kim, S.H. Yun, J.H. Park, H.J. An, D.H. Lee, and D.K. Moon. 2010. Effect of rootstock on the tree growth and fruit quality of ‘Shiranuhi’ mandarin hybrid in plastic film house. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 28:65-69. (In Korean).
- Noda, K., H. Okuda, T. Kihara, I. Iwagaki, and K. Kawase. 2001. Effect of rootstocks on tree growth and fruit quality in very early ripening Satsuma mandarin ‘Yamakawa’. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 70:78-82.
- Osaga Pref. Univer., Agri. Lab. Hort. Sci. 1981. Manual of experimentation and practice for horticulture science. Yokendo, Tokyo, Japan. p. 163. (In Japanese).
- Shaked, A., A. Goell, and M. Chamu. 1992. Scion-rootstock relationships in young container-grown ‘Shamouti’ orange and ‘Minneola’ tangelo trees. Proc. Int. Soc. Citriculture 304-306.
- Silva, L.M., J. Cordova, O.S. Passos, A.P. Cunha Sobrinho, and J.U.B. Silva. 1984. Influence of rootstocks upon the growth and yield of bahia orange [C. sinensis (L) OSB.] under conditions of northeastern Brazil. Proc. Int. Soc. Citriculture 1:53.
- Sugiyama, Y., Y. Emoto, K. Sugiyama, and A. Ooshiro. 2003. Effect of inorganic amendments and rate of nitrogen fertilizer application on fine root growth and quality of ‘Shiranuhi’. J. Japan. Soc. Horti. Sci. 72 (Suppl. 1): 118. (In Japanese).
- Takahara, T. 1999. Conforming fruit production techniques of Citrus ‘Shiranuhi’ characteristics and rootstock selection of ‘Shiranuhi’ (Dekopon) Agri. Hort. 54:138-141. (In Japanese).
- Takahara, T. 2004. Strength reinforcement and quality improvement as virus free of viroid kinds in ‘Shiranuhi’ a late-maturing citrus cultivar. (In Japanese). Agri. and Hort. 78:1102-1108. (In Japanese).
- Yakushiji, H., H. Nonami, S. Ono, N. Takagi, and Y. Hashimoto. 1996. Sugar accumulation enhanced by osmoregulation in satsuma mandarin fruit. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 121:446-472.