

포도 품종간 송이 부위별 생리적 특성과 수확 후 냉각과 유통성 관계

민정호¹ · 임병선² · 최윤수¹ · 이경민¹ · 김달우¹ · 황용수^{1*}

¹충남대학교 농업생명과학대학 원예학과, ²국립원예특작과학원 원예작물부 과수과

Physiological properties of grape cluster portions between cultivars and the effect of postharvest cooling on the marketability

Jeong Ho Min¹, Byung Seon Lim², Yeon Soo Choi¹, Kyung Min Lee¹, Dal Woo Kim¹, Yong Soo Hwang^{1*}

¹Department of Horticultural Science, College of Agriculture and Life Science, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

²Fruit Research Div., National Institute of Horticultural & Herbal Science, RDA, Suwon 440-706, Korea

Received on 26 December 2011, revised on 12 January 2012, accepted on 23 March 2012

Abstract : Rapid loss of grape berry quality after harvest occurs due to poor postharvest management. Understanding physiological properties between cultivars is required to develop practical technologies to control fast quality deterioration of table grapes. Physiological characteristics of whole cluster, rachis and berries were examined to find their effects on postharvest behaviour of table grapes. ‘Tamnara’ showed high respiration rate and browning of rachis compared to ‘Campbell Early’. Weight loss of rachis of ‘Cheongsoo’ was highest of three cultivars. Berry decay in ‘Cheongsoo’ begins at the connection portion between peduncle and berry, and berry decay of ‘Cheongsoo’ was the most severe among three cultivars. Precooling at 0°C showed better results than cooling at 10°C regardless of cultivars but cooling effect decreased when simulated marketing period increased up to 10 days. Plastic film wrapping was effective on reducing decay in general but not at higher marketing temperature. For successful commercialization of newly developed grapes, the inhibition technology of rachis browning in ‘Tamnara’ is required and decay control in ‘Cheongsoo’ through establishment of cold chain system is recommended.

Key words : Firmness, Weight loss, Respiration, Rachis, Peduncle, Wrapping

I. 서론

‘탐나라’와 ‘청수’ 포도는 우리나라에서 육성한 품종으로 ‘탐나라’는 우리나라 주품종인 ‘캠벨얼리’를 대체할 수 있는 생과용으로 소개되었으며 ‘청수’는 씨가 거의 남지 않는 청포도로서 생과는 물론 포도주 생산에 적합한 품종이다 (Park 등, 2002). 그러나 ‘탐나라’의 경우 ‘캠벨얼리’에 비하여 탈립이 심한 경향이 있고 ‘청수’의 경우도 유통 중 탈립은 물론 재배환경에 따라 성숙기에 심하게 부패하기도 하여 조기에 수확하는 경우가 많다(재배농가대담). 수확한 포도에서 발생하는 중요한 부패 원인균으로 잿빛곰팡이 (*Botrytis cinerea*)가 널리 알려져 있고 이외에 푸른곰팡이

(*Penicillium expansum*) 등도 보고되었다(Luvis 등, unknown; Paulo 등, 2001). 과실자루는 구조적으로 송이 안쪽에 위치하고 있으므로 봉지를 씌워 재배하는 경우에는 농약의 침투가 어렵기 때문에 효과적인 화학적 방제가 불가능하다. 따라서 수확한 과실을 여름철 높은 온도에서 관리할 경우 이들 조직에 감염된 병원성 미생물은 빠르게 증식하여 과실을 쉽게 부패시킨다.

포도송이는 송이자루(rachis)와 송이자루와 과실을 연결하는 과실자루(peduncle), 그리고 각각의 과실을 이루는 포도알(berry)로 구성되며 과실자루와 포도알은 포도알자루(pedicle)로 연결되어 있다(Martínez-Téllez 등, 1994). 포도알과 달리 송이자루와 과실자루는 영양조직으로 과실 송이를 구성하는 중요한 기관이 포도알과는 수확 후 생리적 특성이 다르다(Nelson, 1985, Martínez-Téllez 등, 1994;

*Corresponding author: Tel: +82-42-812-5738

E-mail address: yshwang@cnu.ac.kr

Lichter 등, 2011). 즉, 포도송이 전체는 비호흡급등형 과실로 구분되며 호흡대사율도 낮지만 부위별 호흡속도에는 많은 차이를 보인다(Jang과 Lee, 2009). 포도알은 송이 전체를 대상으로 측정한 것과 유사하게 호흡 활성도가 낮지만 송이자루는 호흡속도가 매우 높고 건조도 빠르게 진행된다(Gardea 등, 2004). 송이자루의 건조속도는 수증기압차의 영향을 크게 받으며 수증기압차가 클수록 건조속도가 빠르고 갈변도 심하게 진행된다(Lichter 등, 2011). 따라서 건조 피해를 억제하기 위하여 천공성 또는 비천공성 필름 포장을 권장하고 있다(Jang과 Lee, 2009; Sandhya, 2010). 필름 포장은 건조 뿐 아니라 포장내부의 공기조성을 변화시켜 신선도 유지에 긍정적인 영향을 준다(Yang 등, 2007). 그러나 공기조성을 미리 결정하여 포장하는 active modified atmosphere packaging은 포장 후 기체 평형이 빠르게 일어나기 때문에 가스조절의 효과는 미흡하지만(Costa 등, 2011) 수증기 이동을 제한하여 건조를 방지하여 신선도를 유지시켜주는 것으로 생각된다.

건조와 탈립 또는 부패 사이에 직접적인 관련이 있는지는 명확하지 않지만 ‘청수’의 경우 성숙기에 접근하면서 심한 탈립과 더불어 과실이 부패하는데, 특히 노지 재배한 경우 강우가 지속되거나 과습한 일기가 계속되면 수확이 어려울 정도로 탈립과 부패가 발생하기도 한다(개인관찰).

여름철 고온기에 생산되는 포도는 수확 후 아주 짧은 기간에도 과실의 품질이 급격히 악화되는 경우가 종종 발생하는데 이러한 변패를 방지하기 위하여 포도 과실의 수확 후 처리로 강조되는 기술은 신속한 냉각(6시간 이내), 건조방지 및 살균(예, SO_2 훈증)에 의한 미생물 증식억제 처리이다(Luvis 등, 연도미상). 그러나 수확한 포도 과실의 예냉은 저온유통체계가 구축되어 있는 조건에서는 유리하지만 국내 포도 유통환경에서는 냉각한 포도를 저온수송망을 이용하여 체계적으로 유통시키기 어려운 경우가 많다. 또한 국내 유통환경에서는 수송거리가 짧고, 수확 후 판매까지 소요되는 기간도 짧아 적극적인 수확 후 처리를 하지 않고 있다. 그러나 고온기에는 적극적인 냉각이 아닐지라도 포장열(field heat)을 제거하는 수준의 냉각처리로도 수확한 포도의 품질관리에 유리할 수 있다(Martínez-Téllez 등, 1994).

국내에서 육성된 포도를 널리 보급하고 경쟁력을 강화하기 위해서는 안정적인 재배기술은 물론 수확 후 생리적 특성에 대한 이해를 높일 필요가 있다. 따라서 본 연구는 국내 육성 포도에서 과실의 부위별 생리적 차이를 조사하고 수

확 후 예냉과 유통온도에 따른 품질 변화를 분석하여 저온 유통체계가 구축되어 있지 못한 현실을 고려하여 보다 효과적인 수확 후 관리 기술을 개발하고자 수행하였다.

II. 재료 및 방법

1. 식물재료

‘캠벨얼리’ 품종은 대전광역시 유성구 소재 농가에서, ‘탐나라’는 충청남도 천안시 소재의 농가, 그리고 ‘청수’는 경기도 화성시 소재의 농가에서 각각 출하 성숙기에 도달한 과실 중 과방 크기와 성숙상태가 균일한 포도송이를 수확하여 당일 실험실로 수송한 다음 육안으로 살펴 결함이 있는 송이를 배제하고 실험에 이용하였다. 과실송이는 송이 전체로, 포도알은 포도알자루가 붙어있도록 예리한 실험용 가위로 포도알을 잘라 모았고 송이자루는 포도알을 제거한 부위를 모아 송이자루로 삼았다. 준비한 시료는 모두 송이자루 1 L, 포도알과 과실송이는 모두 3 L 플라스틱 용기에 담아 랩핑한 다음, 20℃ 챔버에 최대 15일까지 저장하였다.

2. 송이 부위별 생리적 변화 조사

무게감량은 저장 전 생체중을 기준으로 감량이 발생한 정도를 백분율로 나타내었는데 처리별로 반복 없이 통합하여 감량을 계산하였다. 과실 경도는 포도알을 임의로 반복당 10알을 취하여 분석대상으로 삼았는데 경도는 rheometer(CR-100D, Sun-Scientific, Tokyo, Japan)를 이용하였는데 직경 5 mm 평면팁을 장착하여 100 mm·min⁻¹ 속도로 깊이 5 mm까지 도달할 때까지 얻어진 최대 하중치를 경도로 삼았다.

호흡 및 에틸렌 측정은 밀폐용기(송이자루 0.3 L, 포도알 1 L, 송이 2 L)에 표본을 담고 2시간, 20℃에 방치하여 가스를 포집한 다음 각각 1 mL의 주사기로 가스표본을 취하여 GC(YL 6100 GC, 영린과학, 대한민국)로 분석하였다. CO₂는 TCD를, 에틸렌은 FID로 분석하였다.

과실자루의 갈변상태는 육안으로 관찰하여 갈변된 과실자루를 전체 과실자루에 대한 백분율로 나타내었다. 부패는 송이를 기준으로 전체 포도알 중 부패한 포도알의 비율을 산출하여 백분율로 표시하였다.

3. 냉각 및 포장

예냉 온도의 효과를 검토하기 위한 연구에서는 국내 유통조건을 고려하여 수확한 과실을 통상적인 유통조건과 유사하게 스티로폼 접시에 담아 랩핑하였고 각각 0°C, 10°C 조건에서 4시간 강제통풍식으로 냉각시켜 온도를 낮추었다. 과실 온도를 조절한 다음 10°C와 20°C 온도에서 모의유통조건을 부여하였다.

4. 통계처리

무계감량의 경우를 제외하고 모든 실험은 3반복으로 진행하였고 통계는 ANOVA 분석 후 Tukey-Kramer의 HSD 분석으로 유의성($p > 0.05$)을 검증하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 송이 부위별 생리적 특성 비교

포도송이 부위별 생리적 특성을 조사하기 위하여 포도송이, 송이자루 및 포도알을 분리하여 3품종의 감량을 조사한 결과(Fig. 1), 부위별로는 송이와 포도알의 감량은 ‘청수’를 제외하고는 15일간의 상온저장 중 0.8% 이하이었고 송이 전체 감량도 1.25% 이하이었는데 송이자루는 동일한 기간 동안 최대 16%의 감량을 보여주었다. 따라서 과실조직 중 감량이 크게 발생하는 기관은 영양기관인 송이자루인 것으로 나타났으며 이러한 결과는 Martínez-Téllez 등(1994) 등이 보고한 결과와 유사하였으나 감량의 발생 정도에는 다소 차이를 보였다. 또한 과실 외관에 가시적인 증상을 보이지 않는 1.2%의 감량에서도 탈립이 발생할 수 있는데 초기 무게를 기준으로 1.8% 감량이 발생하면 상품성에 영향을 미친다고 하였다(Martínez-Téllez 등, 2004). 그러나 본 연구에서는 과실을 공기 중에 직접 노출한 것이 아니라 랩핑하여 처리하였기 때문에 포장필름에 의하여 증산속도가 억제된 결과로 보인다(Sandya, 2010). 품종 간에는 송이와 송이자루 모두 ‘청수’에서 감량이 높았으며 ‘탐나라’가 그 다음이었고 ‘캠벨얼리’가 가장 낮았다. 포도알의 경우 ‘청수’ 품종은 유통 9일에 급격히 감량이 증가하였는데 이러한 원인은 과실이 부패하면서 과즙이 흘렀기 때문으로 추정된다.

송이 전체의 호흡률은 ‘탐나라’와 ‘캠벨얼리’의 경우 조사

기간 동안 비교적 일정하게 유지되었는데 ‘청수’는 저장기간이 증가할수록 점차 증가하는 경향이였다(Fig. 2). 포도알의 호흡도 대체로 이와 유사하였으나 ‘청수’의 호흡이 다른 품종에 비하여 뚜렷이 높은 경향이였다. 송이자루의 호흡은 세 품종 모두 송이전체 또는 포도알보다 월등히 높아 저장 6일을 기준으로 할 때 송이 전체의 호흡보다 ‘캠벨얼리’는 9배 이상, ‘탐나라’는 37배 이상, ‘청수’는 28배 이상 높았고 포도알과 비교할 경우에도 유사한 경향이어서 ‘탐나라’의 호흡 차이가 가장 컸고 다음이 ‘청수’, ‘캠벨얼리’ 순이었다. Martínez-Téllez 등(1994) 또한 포도송이 부위별 호흡조사에서 호흡률은 송이, 포도알, 송이자루 순으로 높다고 하였다. ‘청수’는 송이자루 뿐 아니라 포도알의 호흡도 높았다. ‘청수’ 품종에서 저장 9일에 호흡이 급격히 증가하였는데 이는 조직의 생리적 특성보다는 부패가 증가하였기 때문으로 추정되었다.

에틸렌 발생은 전반적으로 ‘청수’ 품종을 제외하고는 송이자루에서 포도알보다 높았으며 품종간 차이는 ‘탐나라’에서 다른 두 품종보다 다소 높았는데 저장 6일의 비교에서 차이가 더욱 뚜렷하였다(Fig. 3). 그러나 같은 조사일의 호

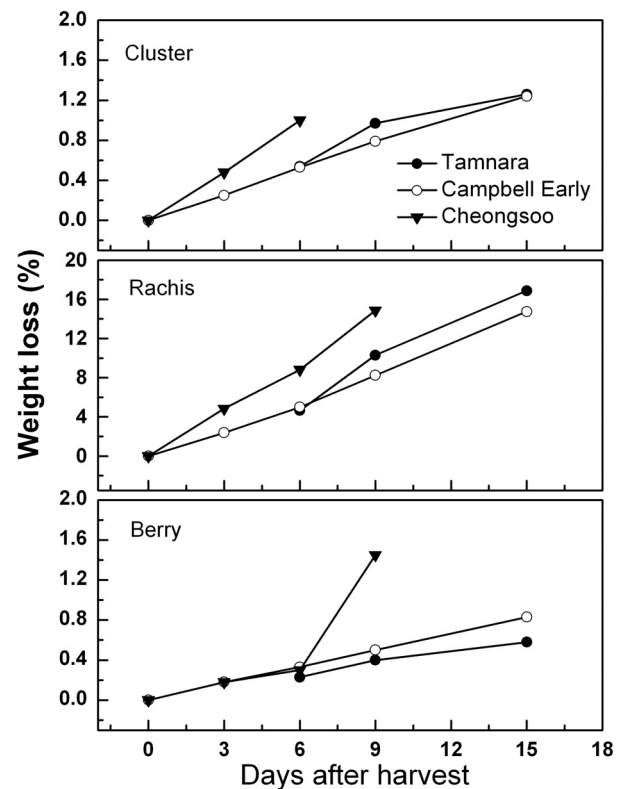


Fig. 1. Weight loss (%) changes between grape cluster portions of three grape cultivars at 20°C.

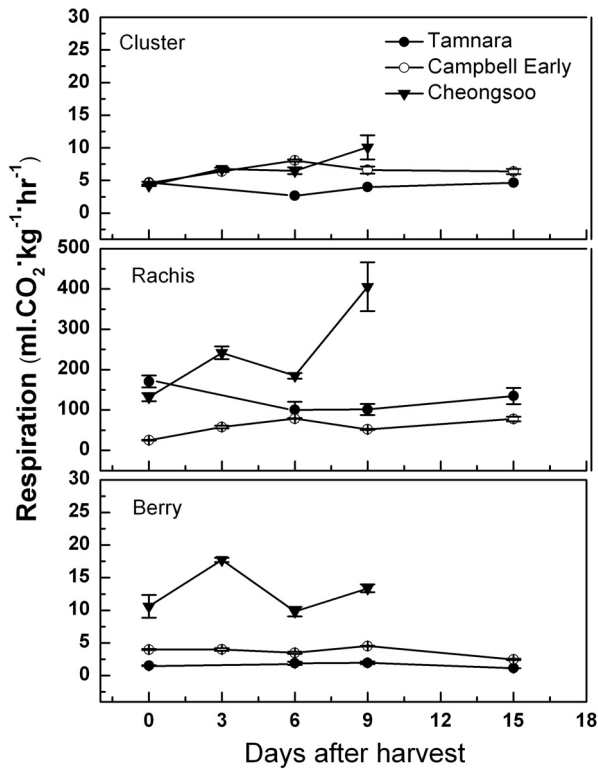


Fig. 2. Changes of respiration between grape cluster portions of three grape cultivars at 20°C.

흡률 증가는 뚜렷하지 않았다. ‘청수’의 경우에도 수확당일에는 다른 품종보다 송이 부위에 관계없이 에틸렌 발생량이 높았는데 그 이후에는 검출한계치 이하로 조사되어 호흡율과 다른 양상을 보여주었으며 호흡과 비교할 때(Fig. 1) 에틸렌 발생시기와 호흡이 증가하는 시기가 일치하지 않았다.

송이자루 갈변은 생식용 포도 유통에서 상품성을 저하시키는 큰 원인인데 이를 억제하기 위하여 다양한 수확후 처리기술이 응용되고 있다. 특히 필름 포장(Martinez-Romero 등, 2003; Sandhya, 2010; Costa 등, 2011), 신속한 냉각, 훈증 및 저온유통(Nelson, 1985) 등이 포함된다. 송이자루의 갈변은 줄기에서 먼 선단에서 시작되어 하단부(줄기방향)로 진행되어 줄기조직이 두꺼운 부위의 갈변이 늦게 진행되었다(Fig. 4). 갈변은 ‘탐나라’에서 가장 심하여 저장 6일에 ‘캠벨얼리’의 11.3%보다 약 4배 이상 높은 52.2%이었고 저장 15일에는 90%로 대조 품종인 ‘캠벨얼리’의 60.8%보다 현저히 높았다. 반면에 부패가 시작되는 저장 6일까지 ‘청수’는 갈변이 관찰되지 않았다. 송이자루의 갈변은 품종 간 차이가 있어 ‘Superior’와 ‘Thompson’ 품종의 비교에서 전자는 송이감량과 송이자루 건물중 사이에는

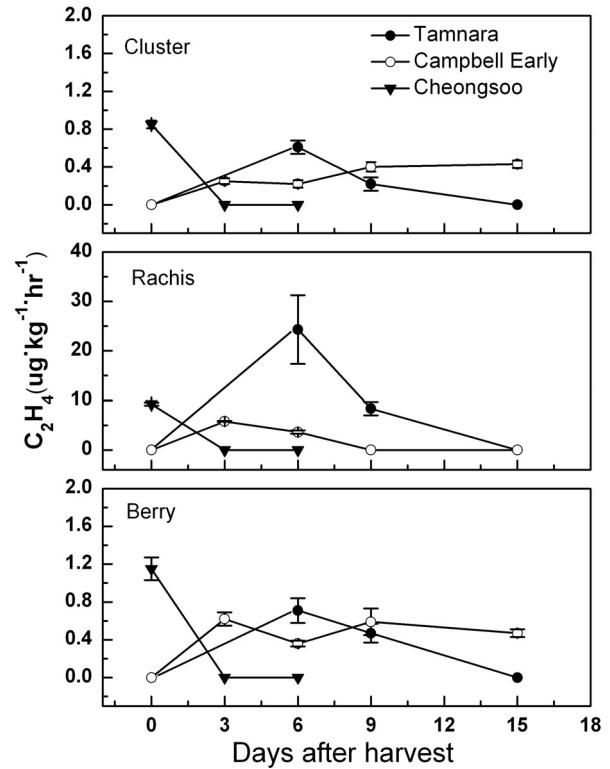


Fig. 3. Changes of ethylene evolution between grape cluster portions of three grape cultivars at 20°C.

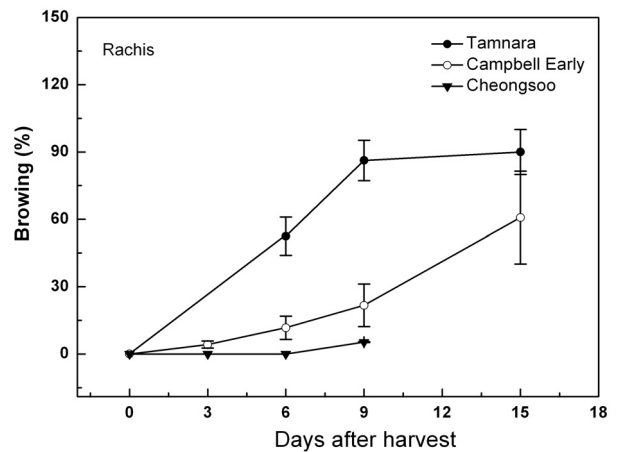


Fig. 4. Changes of rachis browning of three grape cultivars at 20°C.

관계가 적고 갈변도 발생하지만 후자는 송이자루 감량과 건물중 사이에 상관관계가 높고 또한 과실자루의 녹색이 11일간 유지되었는데 수증기압차가 적은 조건 그리고 20°C보다 10°C에서 이러한 변화가 적었다(Lichter 등, 2011). 품종 간 송이자루의 무게를 비교하였을 때 ‘청수’에서 가장 높아 5.2±0.2 g, ‘캠벨얼리’는 2.6±0.1 g, ‘탐나라’는 2.8±0.3 g이었으며 과실송이에 대한 송이자루의 무게비율을 비

교한 결과, ‘탐나라’는 0.92%, ‘캠벨얼리’는 0.82%로 유사하였으나 ‘청수’는 2.0%로 월등히 높았다. 송이자루는 전체 과실송이 biomass의 4%를 점유한다는 보고(Martínez-Téllez 등, 1994)와 많은 차이를 보였는데 이러한 차이는 송이다듬기를 실시하는 우리나라의 경우 송이 전체 크기를 조절하기 때문일 가능성이 있다. 송이자루의 감량 발생속도는 ‘청수’에서 가장 높았고 ‘탐나라’와 ‘캠벨얼리’는 유사한 수준이어서 갈변과 감량의 관계 또는 송이자루의 무게 사이에 뚜렷한 관계를 보여주지 않아 밝혀지지 않았다. ‘청수’는 녹황색 품종으로 적색 품종인 ‘탐나라’ 또는 ‘캠벨얼리’와는 생리적 특성이 차이가 있기 때문일 가능성도 배제할 수 없다(Lichter 등, 2011).

과실 부패는 ‘청수’에서 월등히 높아 저장 6일부터 포도송이는 물론 포도알을 분리하여 저장한 경우에도 관찰되었고 저장 9일에는 전체 송이의 35.6%, 포도알은 82.7%의 부패율을 보였다(Fig. 5). 그러나 ‘탐나라’와 ‘캠벨얼리’ 품종 간에는 큰 차이가 없었고 부패율도 현저히 낮아 저장 15일에도 송이의 경우 10% 이하이었다. 포도의 부패는 과실자루에서 시작되어 포도알로 확산되는데 과실이 SO₂와

같은 화학적 또는 물리적 스트레스를 받아 조직이 손상될 경우(Nelson, 1985; Zoffoli 등, 2008) 손상부위를 통하여 부패가 빠르게 확산된다. 특히 ‘청수’에서는 과실자루와 포도알이 결합된 부위의 조직이 손상을 받고 부패성 미생물은 손상을 받은 조직을 통하여 포도알을 감염시키는데 손상받은 조직으로부터 흘러나온 과즙이 미생물 증식의 에너지원으로 작용하기 때문에 원인균 이외에 다양한 미생물에 의한 2차 감염도 발생하는 것으로 추정된다(개인관찰). 즉, 전체송이를 포함한 경우보다 포도알을 분리하여 처리한 경우 부패율이 높았던 원인이 포도알 제거과정에서 과실자루가 물리적 손상을 받았고 또한 과실자루와 포도알의 접촉면에도 물리적 스트레스를 더욱 가하였기 때문으로 추정된다. 또한 부패한 조직이 건조한 상태로 균사가 성장하며 부패하는 경우와 과실자루가 결합한 부위의 포도알 조직이 갈변되고 파괴되며 무름병과 유사한 증상으로 부패하는 경우가 모두 발견되어 이러한 가능성을 제시하였다.

본 연구에서 비교한 세 품종의 생리적 특성을 종합적으로 비교할 때 ‘탐나라’는 송이자루의 갈변과 호흡이 대조품종인 ‘캠벨얼리’에 비하여 높았고 반면 청포도인 ‘청수’는 송이자루의 감량이 심하였고 아울러 부패도 월등히 높아 유통성이 떨어지는 원인으로 판단되었다. ‘청수’의 부패 원인은 명확하지 않지만 과실자루와 포도알이 결합한 부위의 조직이 물리, 화학적 스트레스에 취약하기 때문으로 추정되었다.

2. 수확 후 냉각과 유통 온도에 따른 포도알의 경도, 탈립, 부패 반응

고온기 수확하는 포도의 생산지 여건을 살펴보면 수확이후 출하까지 높은 온도환경에 방치되고 있어 포장열이 축적되어 과실온도가 상승하는 경우가 흔하다. 따라서 포도와 같은 부패성이 강한 작물은 수확 후 즉시 냉각하거나 포장열을 제거할 것을 권장하고 있다(Martínez-Téllez 등, 2004). 또한 고온에 노출될 경우 수증기압차가 높아 증산이 심하게 발생하므로(Lichter 등, 2011) 이를 방지하기 위해선 적절한 냉각과 증산을 억제하기 위한 플라스틱 필름 포장에 권장되므로(Costa 등, 2011) 국내 포도 유통의 현실을 고려하여 본 연구에서 조사대상으로 삼은 세 품종의 포도에 대하여 수송전 냉각온도, 포장처리 및 유통온도를 달리하여 포도알의 경도, 부패 및 탈립 상태를 살펴보았

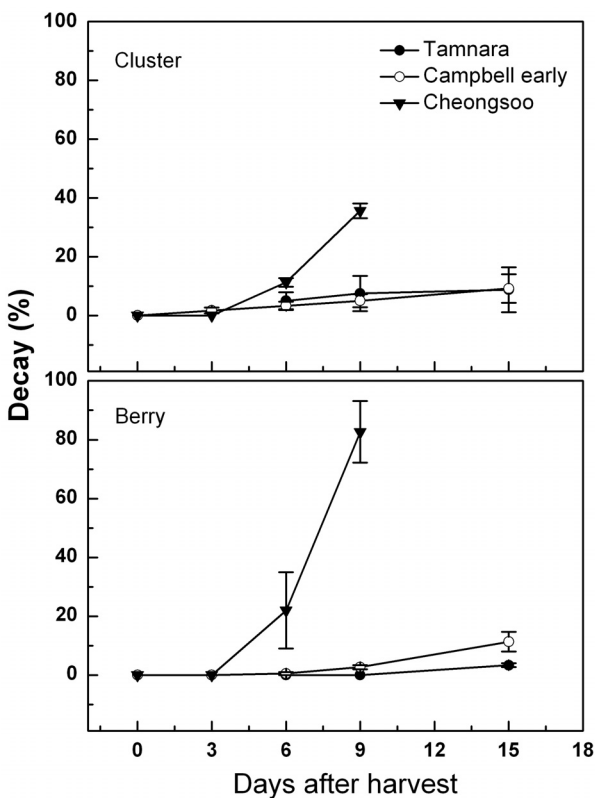


Fig. 5. Changes of decay between grape cluster portions of three grape cultivars at 20°C.

다(Table 1, 2, 3). 전반적인 경향을 살펴볼 때 모의 유통 5일까지는 0°C 예냉처리가 10°C보다 유리하였지만 모의유통 10일에서는 이러한 효과가 상쇄되었다. 특히 10°C 냉각 후 20°C 모의유통처리에서는 5일에서도 부패와 탈립이 증가하였다. 또한 랩핑처리는 부패를 다소 낮추며 특히 탈립을 감소시키는 경향이였다.

품종 간 차이를 비교하였을 때 ‘탐나라’ 품종의 경도는 0°C 냉각 처리에서 모의 유통기간 및 온도의 영향을 받아 냉각온도와 모의유통온도가 낮고 유통기간이 짧은 처리에서 유리하였다(Table 1). 그러나 전반적으로 모의유통온도 20°C에서 10°C보다 다소 탈립 발생 및 부패도 증가하였다. ‘캠벨얼리’의 경도는 냉각과 유통온도의 상호적 관계가 있어 0°C 냉각에서는 랩핑 처리의 효과가 두 유통온도 조건에서 모두 긍정적인 효과가 확인되었지만 20°C 유통조건에서는 랩핑 효과가 상쇄된 것으로 나타났다. 탈립은 전반적으로 ‘탐나라’보다 ‘캠벨얼리’에서 높았는데 특히 냉각 온도가 10°C이고 20°C 모의유통온도에서 유통기간에 관계없이 증가하여 무포장 처리에서는 약 46.7%의 포도알이 떨어졌

다(Table 2).

그러나 ‘청수’는 0°C 예냉 처리가 랩핑처리에 관계없이 10°C 냉각처리보다 유리하였지만 유통기간이 10일로 증가하면 이러한 차이가 뚜렷하지 않았다(Table 3). 10°C 예냉 처리에서는 모의유통온도 또는 랩핑에 관계없이 부패가 증가하였고 부패한 개체는 대부분 탈립되었다. 냉각온도가 낮고 유통기간이 5일인 경우 냉각으로 인한 미생물 생장 억제효과가 일정기간 지속되어 부패율이 낮았지만 냉각온도를 포장열을 제거할 수준인 10°C로 높게 하였을 경우에는 냉각의 효과가 나타나지 않았다. 특히 전술한 바와 같이 수확 후 관리 작업에서 물리적 손상이 있을 경우 손상부위에서 흘러나온 과즙 또는 냉각 후 수증기압차가 큰 상온에 둘 경우 발생하는 결로 등은 부패를 촉진시키는 결과를 유도할 것으로 예상된다. ‘청수’의 경우 부패한 포도알은 대부분 탈립되어 부패와 탈립사이에 관련이 있음을 보여주었다.

본 연구 결과를 종합적으로 살필 때, 신육성 포도 ‘탐나라’ 자루의 갈변을 억제하기 위한 수확 후 처리기술이 필요하고 ‘청수’는 빠른 부패를 억제하기 위한 적극적인 예냉

Table 1. Effect of pre-storage cooling and wrapping treatment on berry firmness, decay and abscission in ‘Tamnara’ grapes.

Cooling treatment ^z	Shelf-life (Days)	Film wrapping	Firmness (N)	Decay (%)	Abscission (%)
0°C (4 h) → 10°C	5	+	3.0	0.6	4.9
	10	-	3.2	0.0	1.4
0°C (4 h) → 20°C	5	+	3.0	1.3	3.7
	10	-	3.1	1.1	3.1
10°C (4 h) → 10°C	5	+	3.1	0.6	1.1
	10	-	3.0	0.5	4.1
10°C (4 h) → 20°C	5	+	3.3	3.1	4.2
	10	-	3.3	4.8	3.5
10°C (4 h) → 10°C	5	+	2.9	1.0	8.5
	10	-	3.1	0.0	18.3
10°C (4 h) → 20°C	5	+	2.8	6.4	15.4
	10	-	3.1	2.9	18.2
10°C (4 h) → 20°C	5	+	3.0	1.5	1.1
	10	-	3.2	0.6	6.8
10°C (4 h) → 20°C	5	+	3.2	5.2	8.0
	10	-	3.1	15.3	23.0
ANOVA ^y					
Treatment (A)			**	***	***
Shelf-life (B)			ns	***	***
Film wrapping (C)			ns	ns	**
A*B			ns	**	**
A*C			ns	***	ns
B*C			ns	ns	***
A*B*C			ns	*	ns

^zGrapes were cooled at 0 to 10°C for 4 hrs using cold chamber and then placed 10 to 20°C for 5 to 10 days as simulated retail condition.

^yANOVA was conducted by Tukey-Kramer’s HSD analysis ($p>0.05$).

Table 2. Effect of pre-storage cooling and wrapping treatment on berry firmness, decay and abscission in ‘Campbell Early’ grapes.

Cooling Treatment ^z	Shelf-life (Days)	Film wrapping	Firmness (N)	Decay (%)	Abscission (%)
0°C (4 h) → 10°C	5	+	4.1	0.5	1.4
		-	3.8	1.6	0.8
	10	+	3.9	0.2	1.0
		-	3.6	1.2	1.1
20°C	5	+	4.0	0.9	0.9
		-	3.8	3.0	1.5
	10	+	3.7	2.7	0.8
		-	3.7	1.4	0.6
10°C (4 h) → 10°C	5	+	4.5	0.7	2.0
		-	4.1	1.0	3.0
	10	+	3.7	2.2	26.2
		-	4.3	1.2	34.7
10°C (4 h) → 20°C	5	+	4.4	1.9	1.20
		-	4.5	2.3	0.3
	10	+	4.3	4.8	12.7
		-	4.1	6.6	45.4
ANOVA ^y					
Treatment (A)			***	***	**
Shelf-life (B)			***	***	***
Wrapping (C)			*	*	ns
A*B			ns	***	**
A*C			**	ns	ns
B*C			**	ns	ns
A*B*C			**	**	ns

Same as in table 1.

Table 3. Effect of pre-storage cooling and wrapping treatment on berry firmness, decay and abscission in ‘Cheongsoo’ grapes.

Cooling treatment ^z	Shelf-life (Days)	Film wrapping	Firmness (N)	Decay (%)	Abscission (%)
0°C (4 h) → 10°C	5	+	3.2	19.5	2.0
		-	3.2	18.8	1.1
	10	+	3.1	20.7	1.4
		-	3.1	28.9	0.4
0°C (4 h) → 20°C	5	+	3.1	17.0	0.5
		-	3.2	17.8	2.9
	10	+	3.0	19.8	0.4
		-	2.9	27.1	0.0
10°C (4 h) → 10°C	5	+	3.7	31.8	1.6
		-	3.3	30.9	1.4
	10	+	3.2	34.6	3.1
		-	3.2	69.7	0.2
10°C (4 h) → 20°C	5	+	3.9	30.2	5.8
		-	3.1	26.0	1.9
	10	+	3.5	53.6	0.2
		-	3.1	61.2	2.2
ANOVA ^y					
Treatment (A)			***	***	*
Shelf-life (B)			***	***	*
Film wrapping (C)			***	**	ns
A*B			ns	**	ns
A*C			***	**	ns
B*C			***	ns	ns
A*B*C			***	ns	**

^zGrapes were cooled at 0 to 10°C for 4 hrs using cold chamber and then placed 10 to 20°C for 5 to 10 days as simulated retail condition.^yANOVA was conducted by Tukey-Kramer's HSD analysis ($p>0.05$).

및 저온유통체계를 구축하여 활용하는 것이 필요하다. 수확 후 관리를 적극적으로 하지 못하는 국내 포도생산 현장에서는 필름으로 포장하여 출하하는 경우에는 반드시 냉각을 할 것을 권장한다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 연구비지원(2011)에 의하여 수행된 연구 결과의 일부임.

참고 문헌

- Costa C, Lucera A, Conte A, Mastromatteo M, Speranza B, Antonacci A, del Nobile MA. 2011. Effects of passive and active modified atmosphere packaging conditions on ready-to-eat table grape. *Journal of Food Engineering* 102: 115-121.
- Martínez-Télez MA, Baez M, Sánchez A, Baez R, Siller JH, González G, Gardea AA. 1994. Post-harvest weight loss of flame seedless clusters. pp. 203-206. In *Proceedings of the International Symposium on Table Grape Production*. June 28-29, Anaheim, California.
- Gardea AA, Carvallo T, Sastre B, Martínez-Télez MA, Yepiz-Plascencia GM, Diaz-Cinco M, Orozco JA. 2004. Table grape postharvest management and safety issues. (In) Dris R, Jain SM (Eds.). *Production Practices and Quality Assessment of Food Crops. Vol. III. Quality Handling and Evaluation*. pp. 307-320. Kluwer Academic Publishers. Netherlands.
- Jang S, Lee SK. 2009. Current research status of postharvest technology of grape. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 27: 511-520.
- Park KS, Jeong SB, Yun HK, Lee YS, Kim HR. 2002. Selection of grape cultivars in 21st century. pp. 69, 71. National Institute of Horticultural & Herbal Science.
- Lichter A, Kaplunov T, Zutahy Y, Daus A, Alchanatis V, Ostrovsky V, Lurie S. 2011. Physical and visual properties of grape rachis as affected by water vapor pressure deficit. *Postharvest Biology and Technology* 59: 25-33.
- Luvis DA, Shorey HH, Thompson JL, Gump BH, Knutson J. Unknown. Sulfur dioxide fumigation of table grapes. pp. 3-6. *Bulletin* 1932. University of California.
- Martínez-Romero D, Guillen F, Castillo S, Valero D, Serrano M. 2003. Modified atmosphere packaging maintains quality of table grapes. *J. of Food Science* 68: 1838-1843.
- Nelson KE. 1985. Harvesting and handling California table grapes for market. pp. 4-7. 1913. Agricultural Experiment Station. University of California.
- Paulo L, Crisosto CH, Garner D, Basinal LM, Smilanick JL, Zoffoli ZP. 2001. Minimum constant sulfur dioxide emission rate to control gray mold of cold stored table grapes. *Central Valley Postharvest Newsletter* 10: 2. Cooperative Extension. University of California.
- Sandhya. 2010. Modified atmosphere packaging of fresh produce: Current status and future needs. *LWT-Food Science and Technology* 43: 381-392.
- Yang YJ, Hwang YS, Park YM. 2007. Modified atmosphere packaging extends freshness of grapes ‘Campbell Early’ and ‘Kyoho’. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 25: 138-144.
- Zoffoli JP, Latorre BA, Naranjo P. 2008. Hairline, a postharvest cracking disorder in table grapes induced by sulfur dioxide. *Postharvest Biology and Technology* 47: 90-97.