RESEARCH ARTICLE https://doi.org/10.7235/HORT.20240010

포도 '진옥'과 '캠벨얼리'의 착립수준과 과립간 밀착이 과실품질에 미치는 영향

최영민[1] · 정성민[2] · 최동근[3*]

[1]전북특별자치도농업기술원 약용자원연구소, [2]국립원예특작과학원 인삼특작부, [3]전북대학교 원예학과

Effect of Fruit Set Levels and Contact between Berries on Fruit Quality in 'Jinok' and 'Campbell Early' Grapes

Young Min Choi[1], Sung Min Jung[2], and Dong Geun Choi[3*]

[1]Medicinal Resource Research Institute, Jeonbuk-do Agricultural Research & Extension Services, Namwon 55720, Korea
[2]Department of Herbal Crop Research, National Institute of Horticultural & Herbal Science, Eumseong 27709, Korea
[3]Department of Horticulture Science, Chonbuk National University, Jeonju 54896, Korea

*Corresponding author: choidg61@jbnu.ac.kr

Received: September 12, 2023
Revised: November 8, 2023
Accepted: November 9, 2023

OPEN ACCESS

HORTICULTURAL SCIENCE and TECHNOLOGY
42(1):117-126, 2024
URL: http://www.hst-j.org

pISSN : 1226-8763
eISSN : 2465-8588

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Copyright©2024 Korean Society for Horticultural Science.

본 논문은 농촌진흥청 연구사업(과제번호: PJ0109 0707)의 지원에 의해 이루어진 것임.

Abstract

This study was carried out to compare fruit quality outcomes according to berry set levels, and to analyze the relationships among epicuticular wax, skin cell development, texture characteristics, and cracking sensitivity due to contact with neighboring berries under a condition of excessive-berry set per cluster of 'Jinok' and 'Campbell Early' grapes. A berry thinning treatment of both cultivars reduced the numbers of berries per cluster to 45, 60, 75, and 90 at 20 days after full bloom. With regard to the fruit quality characteristics, the number of berries, the berry density, and the cluster weight all showed increases with higher berry set levels, but the 75 and 90 berry thinning levels showed lower soluble solid contents and higher acidity than the 45 and 60 berry treatments. Significant berry cracking occurred in the 75 and 90 berry treatments in both cultivars, though its occurrence was significantly lower in the 'Jinok' than the 'Campbell Early' grape. A 'platelet' shape of epicuticular wax was observed on the non-contact side of the berries, but the contact sides of neighboring berries were poorly developed. The epidermal cells (outer and sub-epidermal) of the contact sides of neighboring berries were pressed down by internal and external growth pressure more than they were in normal berries (non-contact), showing a long oval shape with a long length and width. On the contact sides of neighboring berries of the 'Jinok' and 'Campbell Early' grapes, berry hardness was reduced by 23.9% and 36.5%, respectively, compared to non-contact berries.

Additional key words: berry hardness, berry thinning, cracking, epicuticular wax, epidermal cell, *Vitis labruscana*

서 언

수십~수백개의 소화로 구성된 포도가 상품성을 갖기 위해서는 품종에 따라 적정 착립량을 유지하는 것이 중요한 재배기술에 속한다(Park et al., 2010). 포도의 송이다듬기 정도는 품종특성, 재배방법, 생산물의 이용목적 등에 따라 달라질 수는 있으나 주요 생식용 품종에서 고품질을 유지하기 위한 적정 착립수준(지경 또는 알솎기 작업을 통한)은 품종별로 제시되어 있고 관행적으로 재배관리가 이루어지고 있는 상황이다(Jung et al., 2010; Park et al., 2010; Kim et al., 2015). 따라서 고품질 포도를 생산하기 위해서는 적정 착과량을 유지해야 하며(Ozer et al., 2012), 이를 위해 화학적·기계적·수동적인 방법으로 눈(bud), 꽃(flower), 과립(berry), 지경(pedicel), 과방(cluster) 등을 제거하는 방법들이 이용되고 있다(Bound et al., 2013). 이중 가장 일반적인 방법은 지경솎기와 알솎기 작업을 병행한 수동적인 방법이다.

단위 재배면적당 적정 착과량과 과방당 착립수는 포도 과실의 품질을 결정하는 중요한 요인임에도 일부 재배자들 중에는 생산물의 가격과 직결되는 요인인 과중을 증가시키기 위해 소극적인 적립작업이 이루어지고 있으며 이는 과다착립에 의한 생리장해 발생으로 이어지는 경우가 빈번하다(Ozer et al., 2012). 특히 과다한 착립은 과립 근처의 공기 유동을 억제하여 병에 대한 감수성을 증가시키고(McCarthy, 1997), 급격한 수분 흡수 등은 서로 밀착된 과립간 내·외적 압력이 가해져 열과가 발생할 수도 있다(Considine and Brown, 1981; Clarke et al., 2010).

포도 '진옥'은 '캠벨얼리'를 대체하기 위해 국내에서 2004년 육성된 품종으로 '캠벨얼리'와 매우 유사한 특성을 가진 것으로 보고(Yun et al., 2008)된 바 있으나, 아직까지 과방당 착립량에 따른 품종특성에 대한 연구가 전무한 상황이다. 특히 '캠벨얼리'의 경우 주산단지에서는 수확기 기상과 생육조건 등에 따라 일시에 열과가 발생하는 경우가 종종 보고되고 있으며, 심할 경우 외관이 불량한 것은 물론 과즙이 흘러내려 곰팡이에 의한 감염 등으로 상품성이 떨어지게 된다(Meneguzzo et al., 2008).

따라서 본 연구는 포도 생식용 품종인 '진옥'과 '캠벨얼리'의 적정 착립량을 구명하고, 과다착립에 의해 열과 발생의 원인이 되는 과피의 해부·물리학적 특성변화에 대해 조사함으로써 생리장해를 경감시킬 수 있는 재배적 대책에 대해 제안하고자 실시하였다.

재료 및 방법

실험재료

실험은 전라북도 남원시 수지면 소재(35°19'52"N, 127°21'42"E, 해발고도 81m) 8년생 포도 과원(비가림 시설)에서 수행하였다. 재식거리 2 × 2m로 식재된 포도 '진옥'과 '캠벨얼리' 중 병해충 피해가 없고 생육량이 유사한 수준의 시험수를 품종별 4주씩 선정한 후 시험수 1주에 모든 처리를 임의배치하여 4반복으로 처리하였다. 또한 식물보호제 및 일반 재배관리 등은 표준영농재배법(RDA, 2016)에 준하여 관리하였다.

적립처리 및 결실관리

적립처리는 착립이 확인되는 만개 후 20일경 과방 내 과립의 수를 45, 60, 75, 90립으로 조절하였다. 이 때 과방의 선정은 과방의 길이가 15 – 20cm의 균일한 과방을 선정하였고, 신초당 과방의 수는 평균 1.5개로 조절하였다. 처리가 완료된 과방은 곧바로 백색봉지를 씌워 관리하였다.

과실비대 및 열과 발생 조사

과립비대 조사는 만개 후 20 – 90일까지 10일 간격으로 총 8회에 걸쳐 모든 과방의 최하단에 위치한 2개의 과립을 대상으로 과립경 기준 종경과 횡경을 측정하였다.

과립비대 조사와 동일한 시기에 품종과 적립처리별 열과된 과립의 수를 계수하였으며, 열과가 발생한 과방의 비율과 과방당 열과립률로 산출하였다. 이 때 열과가 발생한 과방의 비율은 1개 이상의 과립이 열과된 과방을 계수하여 전체 처리 개수에 대한 백분율로 산출하였고, 과방당 열과립률은 과방 내 열과된 과립의 수를 전체 과립수에 대한 백분율로 산출하였다.

과실품질 조사

과실품질 조사를 위해 두 품종의 적립처리된 모든 과실을 만개 후 90일에 일시에 채취하였다. 과중은 디지털 전자저울(PB602-S, Mettler Toledo Inc., Germany)을 이용하여 모든 과방을 측정하였고, 각 과방의 과립수를 계수한 후, 과방중을 과립수로 나눈 값을 평균 과립중으로 산출하였다. 과립밀도는 각 처리의 과방당 과립수를 평균 과방장으로 나누어 과방 1cm당 과립수로 산출하였으며, Hunter a값은 색차계(CR-10, Konica Minolta Sensing Inc., Japan)를 이용하여 모든 과방 내에서 착색 정도가 평균적인 2개의 과립을 선정하여 측정하였다. 가용성 고형물 함량은 각 처리의 모든 과방에서 3개의 과립을 무작위로 채취하여 6반복으로 디지털 굴절당도계(PR-101 α, Atago Co. Ltd., Japan)로 측정하였으며, 산함량은 과즙과 증류수를 10:100mL로 희석하고 0.1N NaOH를 pH가 8.1이 될 때까지 적정(Easyplus titration, Mettler Toledo Inc., Germany)한 후 tartaric acid의 상당량으로 환산하였다.

해부학적 특성 조사

품종별 과립간 밀착된 부위의 과피 세포를 검경하고자, 만개 후 70일 경 과실을 채취하였고, 과립간 밀착으로 짓눌린 부위와 밀착되지 않은 정상 부위를 구분하여 Park(1995)의 2중고정법을 이용하였다. 고정된 샘플은 에탄올 시리즈(40 – 100%)로 탈수한 후 ethanol과 propylene oxide가 1:1로 혼합된 용액에 15분간 침지하여 propylene oxide로 유리화하였고, 최종적으로 epon에 매몰하기 위하여 propylene oxide:epon = 2:1, 1:1로 섞은 용액에 각각 60분간 처리한 후 순수한 epon에 침지하여 상온에서 하룻밤을 경과하였다. 다음날 epon의 1.5 – 1.8%에 해당하는 DMP30[2, 4, 6-tri (dimetylaminomethyl) phenol]을 첨가한 용액에 시료 절편과 함께 silicon mold에 넣어 60°C에서 4일간 경화시켜 epon block을 제작하였다. 이후 epon block은 ultramicrotome(Ultracut UCT, Leica Co., Germany)을 이용하여 1μm 두께의 절편체를 채취하였고 PAS(periodic acid-schiff)방법으로 염색한 후 광학현미경(BX51, Olympus Co., Japan)으로 검경하여 외표피세포(outer epidermal cell)와 아표피세포(sub-epidermal cell)의 크기, 외표피에서 아표피 6개 층까지의 두께를 조사하였다.

과피 표면의 과분(epicuticular wax) 특성 조사도 동일한 시기에 채취하여 전북대학교 공동실험실습관(CURF, Center for University-Wide Research Facilities at Chonbuk National University)의 FE-SEM(Field emission scanning electron microscope)을 사용하였다. 약 0.2 – 0.5cm^{2}의 크기로 분리한 과피 표면조직을 sample plate 위에 carbon tape로 고정한 후, beam 1.00kV의 저전압, 10 × 10^{-6}mbar 이상의 진공상태에서 2,000, 10,000배율로 과분이 손상되기 전 빠르게 검경하였다.

Texture parameters 측정

두 품종의 과다착립에 의해 밀착된(짓눌린) 과립과 밀착되지 않은 정상 과립의 물리적 특성을 비교하고자, 만개 후 70일경에 과실을 채취하였다. 측정은 texture analyzer(TA/XT@, Stable Micro System Ltd., Haslemerd, UK)를 이용하여 return to start 방식과 strain target mode(25%)로 설정하고, P/36R probe를 사용하였다(Segade et al., 2013). 측정부위는 과피를 제거하지 않은 상태에서 10반복으로 하여 경도(hardness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 검성(gumminess), 씹힘성(chewiness), 탄성(resilience) 등 과립의 물리적 특성을 측정하였다.

통계분석

조사된 데이터는 Sigmaplot(Sigmaplot 14.0, Systat Inc., USA) software를 이용하여 통계분석과 그래프를 작성하였다.

결과 및 고찰

포도 '진옥'과 '캠벨얼리'의 착립수준별 만개 후 일수에 따른 과립 비대 특성을 조사한 결과(Fig. 1), 두 품종 모두 종경과 횡경은 만개 후 30일까지 급격한 비대 이후 완만한 경향을 보였는데, 이는 과립세포의 분열과 생장(Coombe, 1992), 포도 과실의 생장 곡선(Coombe, 1992; McCcarthy, 1997)과 관계된 보고들과 유사하였다. 또한 만개 후 20 – 50일까지는 적립처리간 큰 차이를 보이지 않았으나 60일 이후부터는 후기 비대에 의해 과방당 과립수가 적은 45, 60립 처리구가 75, 90립 처리구에 비해 커진 경향을 확인할 수 있었다.

수확기(만개 후 90일경) 과실품질을 조사한 결과(Table 1 and Fig. 2), 두 품종 모두 송이당 착립수준이 증가할수록 과립중은 감소하였고, 과립 수와 과립밀도, 과방중은 증가하는 경향이었다. 특히 착립수준이 높을수록(과립수가 많을수록) 가용성 고형물 함량은 낮고, 산함량은 높은 경향을 나타냈는데, 착과량이 늘어날수록 당도가 낮아지고(Guidoni et al., 2002) 산함량이 높아진다(Matsumoto et al., 2007)는 보고와 일치하였다. 이와 같은 결과는 포도 '진옥'의 75, 90립 처리구에서 45, 60립처리구에 비해 hunter a값이 증가하는 경향을 보여 숙기가 지연(Jung et al., 2014)된 것으로 추정되었다. 포도 '진옥'과 '캠벨얼리' 두

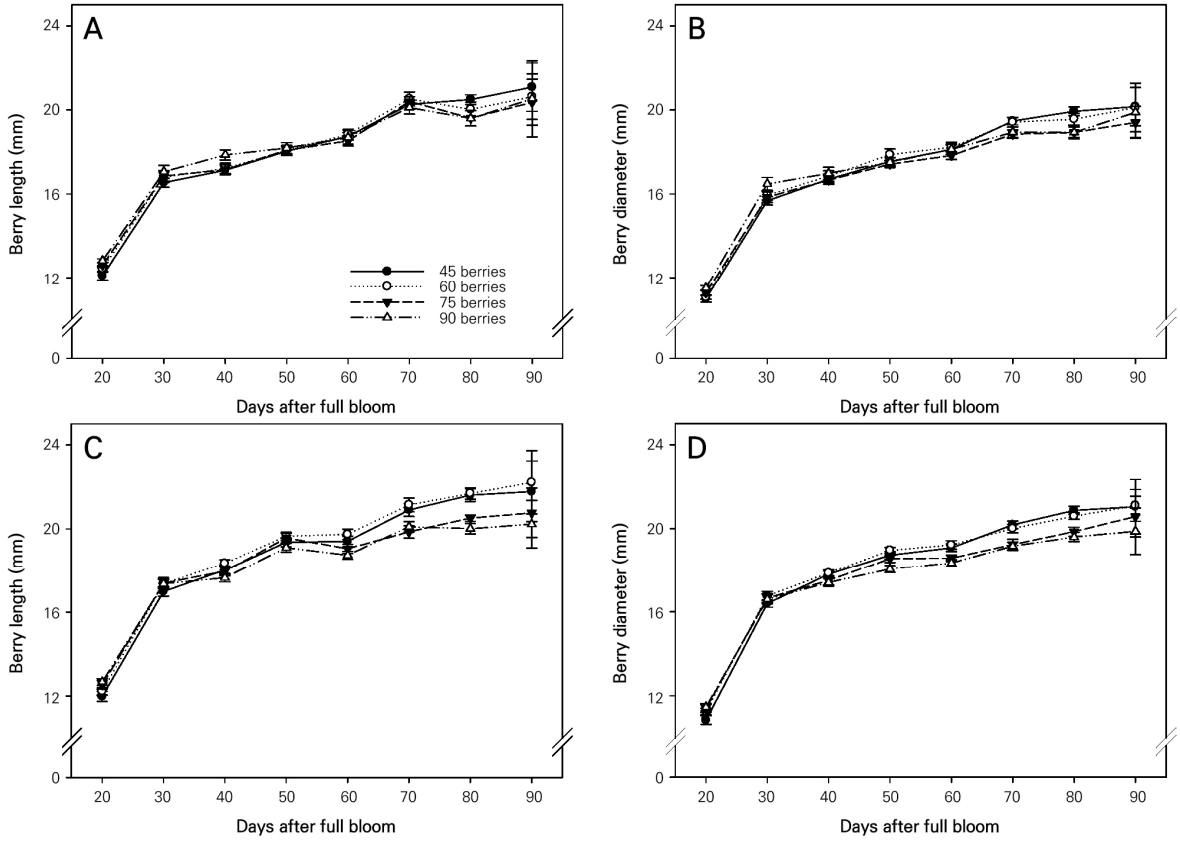

Fig. 1. Changes in berry length (A, C) and diameter (B, D) during the growth stage of 'Jinok' (A, B) and 'Campbell Early' (C, D) grapes as influenced by the various berry set levels used here, i.e., 45, 60, 75, and 90 berries per cluster. Vertical bars represent the standard error of the means (n = 20). The legend shows the number of berries per cluster.

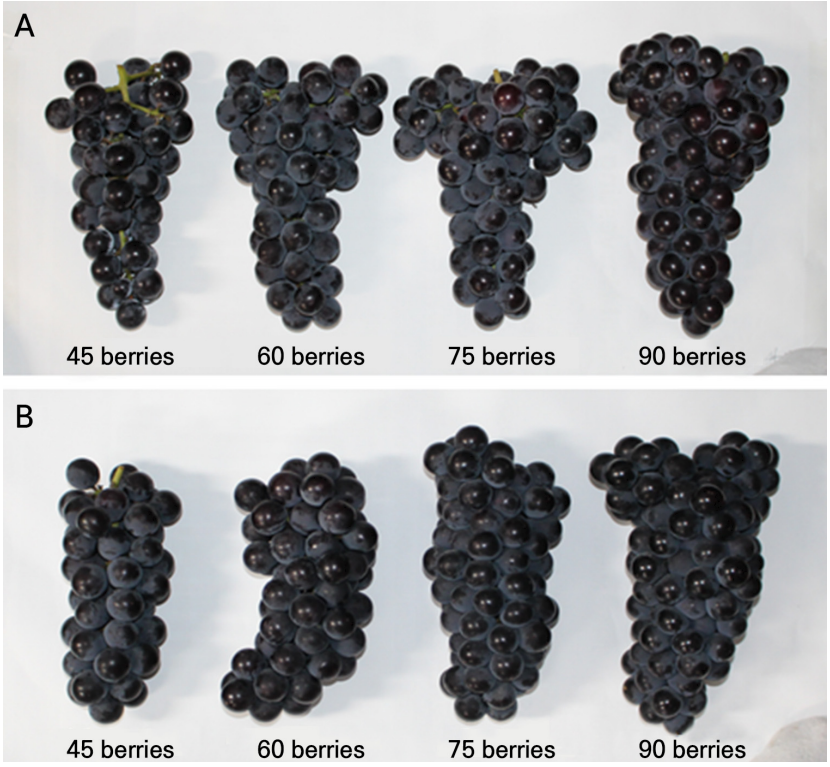

Fig. 2. Photographs of cluster at harvest (90 days after full bloom) of 'Jinok' (A) and 'Campbell Early' (B) grapes as influenced by various berry set levels (45, 60, 75, and 90 berries per cluster).

Table 1. Effects of various berry set levels (45, 60, 75, and 90 berries per cluster) on fruit quality at harvest (90 days after full bloom) of 'Jinok' and 'Campbell Early' grapes

Cultivar	Berry set level (per cluster)	Berry number (per cluster)	Berry density[z]	Berry weight (g)	Cluster weight (g)	Soluble solids (°Brix)	Titratable acidity (%)	Hunter a value[y]
Jinok	45	40.1 d[x]	2.48 d	5.2 a	207.0 d	16.7 a	0.23 b	1.7 b
	60	62.2 c	3.84 c	5.0 a	309.8 c	16.6 a	0.23 b	1.9 b
	75	77.5 b	4.78 b	4.8 a	372.1 b	16.0 b	0.27 a	2.3 ab
	90	95.3 a	5.88 a	4.9 a	466.1 a	15.5 c	0.27 a	2.6 a
Campbell Early	45	41.2 d	2.54 d	5.4 a	221.1 d	16.1 a	0.26 b	2.2 a
	60	59.4 c	3.67 c	5.3 a	315.6 c	16.0 a	0.28 ab	2.0 a
	75	80.7 b	4.98 b	5.2 a	419.5 b	15.1 b	0.29 a	2.6 a
	90	96.4 a	5.95 a	5.1 a	494.1 a	15.2 b	0.30 a	2.1 a
Significance								
Cultivar (A)		NS	NS	NS	NS	*	*	NS
Berry set level (B)		**	**	*	**	*	*	NS
A × B		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

[z] Number of berries per 1 cm of cluster length (number of berries per cluster / cluster length).

[y] −60 (green) ~ + 60 (red).

[x] Means separation within columns according to Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

[NS], [*], and [**] correspondingly indicate not significant or significant at $p < 0.05$ and $p < 0.01$, respectively.

품종의 수확기 과실품질 요인들은 대부분 착립수준이 영향을 미친 것으로 조사되었으며, 상대적으로 '진옥'이 '캠벨얼리'보다 가용성 고형물 함량이 높고 산함량이 낮은 결과(Yun et al., 2008)를 보였다.

포도 '진옥'과 '캠벨얼리'의 열과는 각각 만개 후 70, 50일에 발생하기 시작하였으며, 과실 성숙기에 증가하는 경향을 보였다(Fig. 3). '진옥'의 누적 열과 발생 과방 비율은 착립수준 45, 60, 75립에서는 발생하지 않았고, 90립 처리구에서는 10.0%, '캠벨얼리'의 경우 각각 0.0, 5.0, 10.0, 15.0%가 발생하였다. 과방당 열과립의 비율은 열과 발생 과방 비율과 유사한 결과를 나타내었다. 특히 두 품종 모두 착립수준이 높을수록 열과 발생이 많아 착과량과 열과 발생의 비례적 관계에 대한 보고(Shim et al., 2007)와 일치하였다. 또한 수확기 품종간 비교에서는 상대적으로 '진옥'이 '캠벨얼리'보다 열과 발생이 적었다. 제한된 면적내에서 과방당 착립수의 증가는 과립간 밀착과 생장 압력이 가해져 열과 발생을 야기하며(Clarke et al., 2010), 착립수의 조절은 열과의 주요 원인이 되기도 한다(Considine and Brown, 1981). 본 연구에서도 만개 후 70일경부터 착립수준별 과립횡경이 차이를 보이기 시작하였고, 동 시기 열과 발생이 급격히 관찰되어 '진옥'과 '캠벨얼리'의 열과 발생에 착립수준과 생육시기가 밀접한 관계가 있는 것으로 추정되었다. 특히 상업적인 포장단위와 외관을 고려했을 때(국립농산물품질관리원 표준규격 참조), 과방중의 크기가 350g 이상(L등급 이상)이 되어야 하며, 연구내용에서의 열과 발생 등을 종합적으로 고려했을 때, 과방당 적정 착립수준은 평균 75립 정도로 조절해야 할 것으로 판단되었다.

착립수의 증가는 과립밀도의 증가를 의미하며, 과립밀도가 증가하는 것은 서로 맞닿아 짓눌린 형태의 과립들이 증가하게 되므로(데이터 미제시), 열과 발생 원인을 구명하고자 밀착된 과립의 표면과 과립 횡단면의 형태학적 특성을 정상 과립과 비교·

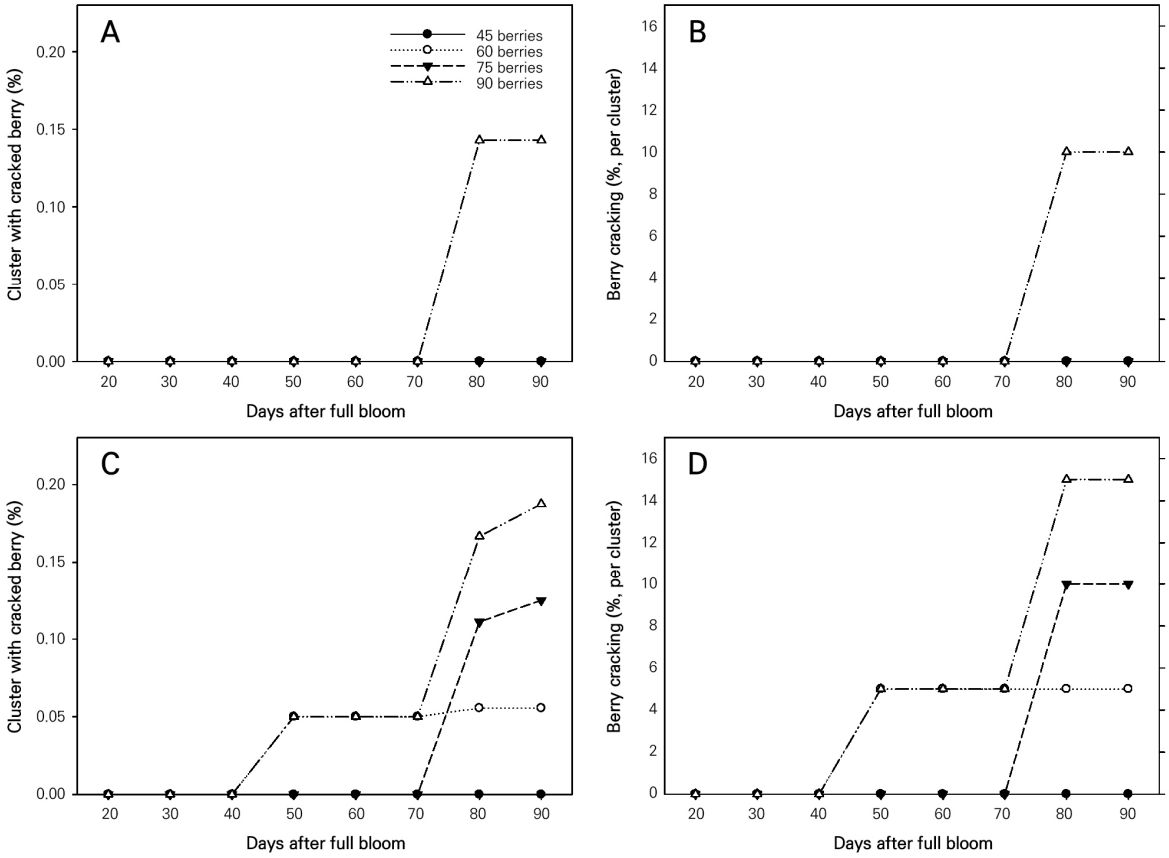

Fig. 3. Changes in cluster with cracked berries (A, C) and level of berry cracking per cluster (B, D) during the growth stage of 'Jinok' (A, B) and 'Campbell Early' (C, D) grapes as influenced by various berry set levels (45, 60, 75, and 90 berries per cluster).

분석하였으며, 그 결과는 Fig. 4와 Table 2와 같다. 만개 후 70일 경 채취한 포도 '진옥'(Fig. 4A and 4B)과 '캠벨얼리' (Fig. 4E and 4F)의 정상 과립 표면은 일정한 방향성이 없는 'platelet' 형의 과분 형태(Shin et al., 2009)가 치밀하게 발달된 것을 확인할 수 있었다. 반면 과다착립에 의해 과립간 밀착이 나타난 과립 표면은 '진옥'(Fig. 4C and 4D), '캠벨얼리'(Fig. 4G and 4H) 두 품종 모두 정상 과립 표면에 비해 과분이 짓눌린 형태로 발달이 현저히 불량하였다.

과립 표피세포를 검경한 결과(Table 2), 포도 '진옥'은 '캠벨얼리'와 동일하게 1개의 외표피(outer epidermis)와 수십개의 아표피(sub-epidermis), 그 아래 과육세포(flesh cell)로 구성되어 있었고, 두 품종 모두 밀착된 과립의 외표피세포와 아표피세포는 정상 과립의 표피세포에 비해 길이가 길고 폭이 짧은 장타원형 형태를 보였다. 또한 과립 횡경면의 최외각층인 외표피세포에서 아표피세포 6층까지의 길이는 정상과립과 밀착된 과립이 각각 '진옥' 172.4 ± 6.99μm, 133.6 ± 7.77μm, '캠벨얼리'

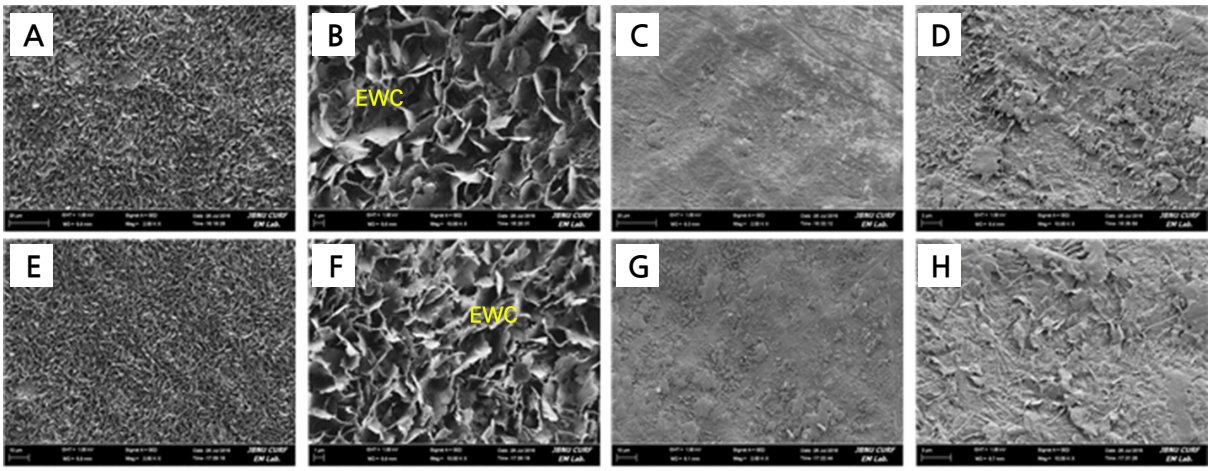

Fig. 4. Field emission scanning electron microscopy (FE-SEM) images of epicuticular wax deposited onto the surfaces of berries observed on non-contact (A, B, E, and F) and contact sides of neighboring berries (C, D, G, and H) in 'Jinok' (A-D) and 'Campbell Early' (E-H) grapes, taken 70 days after full bloom. A, C, E, and G were observed at ×2,000 and B, D, F, and H were observed at ×10,000. EWC: epicuticular wax crystals.

Table 2. Skin cell characteristics of berries of 'Jinok' and 'Campbell Early' grapes determined from both non-contact and contact sides of neighboring berries taken 70 days after full bloom

Cultivar	Classification[z]	Outer epidermal cell		Sub-epidermal cell		O-6E (μm)[y]
		Length (μm)	Width (μm)	Length (μm)	Width (μm)	
Jinok	Non-contact	32.1 ± 1.63[x]	7.6 ± 0.61	105.3 ± 4.40	30.3 ± 2.04	172.4 ± 6.99
	Contact	27.3 ± 1.30	6.3 ± 0.35	77.2 ± 3.11	23.9 ± 2.03	133.6 ± 7.77
Campbell Early	Non-contact	26.1 ± 1.15	8.3 ± 0.26	104.7 ± 4.86	35.3 ± 2.54	196.8 ± 5.88
	Contact	24.3 ± 1.47	5.3 ± 0.30	85.7 ± 2.58	18.1 ± 1.13	139.3 ± 3.54
Significance						
Cultivar (A)		NS	NS	NS	NS	NS
Classification (B)		NS	NS	NS	NS	NS
A × B		*	*	NS	**	NS

[z] Non-contact (normal) and contact sides of neighboring berries.

[y] O-6E: Width from the outer epidermis to six layers of the sub-epidermis.

[x] Means ± standard error (n = 25).

NS, *, and ** correspondingly indicate not significant or significant at $p < 0.05$ and $p < 0.01$, respectively.

196.8 ± 5.88μm, 139.3 ± 3.54μm로 밀착된 과립의 세포층이 내·외부의 생장 압력에 의해 짓눌려 있는 형태를 확인할 수 있었다.

두 품종의 동일시기와 부위에 대하여 물리적 특성을 조사한 결과는 Table 3과 같다. 두 품종간에는 큰 차이를 보이지 않았으나 경도의 경우 과립간 밀착되지 않은 정상부위와 밀착된 부위에서 '진옥'은 6.48 ± 0.394, 4.93 ± 0.250kg, '캠벨얼리' 6.11 ± 0.571, 3.88 ± 0.327kg으로 두 품종 각각 밀착된 부위가 밀착되지 않은 정상부위보다 23.9, 36.5% 감소하였고, '캠벨얼리'의 감소폭이 더 큰 것으로 조사되었다. 경도를 제외한 탄력성, 응집성, 검성, 씹힘성은 통계적인 차이는 없었으나 상대적으로 정상 과립에서 밀착된 과립에 과립에 비해 더 높은 경향을 보였다.

포도 열과 발생의 중요한 메커니즘은 과실 내부로의 급속한 수분 흡수로 증가된 팽압에 기인하며(Andersen and Richardson, 1982), 부가적으로 과실세포의 활성(Tilbrook and Tyerman, 2008), 과피 두께(Land and During, 1990), 피목의 존재(Brown and Considine, 1982) 등과 같은 유전적 요인(Yamamoto and Satoh, 1994)과 저온 또는 고온(Lang and During, 1990), 과실표면의 수분(Knoche and Peschel, 2006), 토양수분(Considine and Brown, 1981), 칼슘(Choi et al., 2010), 호르몬(El-Zeftawi, 1971) 처리 및 착립수준(Choi and Choi, 2023) 등의 다양한 재배·환경적인 요인들이 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 특히 포도의 과분은 일반적으로 잿빛곰팡이와 같은 병 발생과 상관관계가 있고(Ribérau-Gayon et al., 2000) 기공 외의 과피를 통한 수분 이동을 조절하는 인자로 알려져 있으며(Yamamura and Naito, 1983), 열과 발생과 아표피의 두께가 밀접한 관계에 있다는 연구결과(Considine and Brown, 1981; Yamamura and Naito, 1985; Yu and Kim, 1989)도 보고된 바 있다. 포도 '진옥'과 '캠벨얼리'의 해부·물리적 특성은 착립수준이 증가할수록 과립간 생장 압력에 의한 밀착이 증가하여 정상적인 과분과 세포 발달을 저해하며, 과립의 물리적 특성을 약화시켜 결과적으로 열과 발생이 증가하였다. 이와 같은 결과는 과피의 경도와 두께가 밀접한 관계가 있고(Zsófi et al., 2014), 열과에 대한 저항은 포도가 부분적인 손상없이 급격한 부피 증가를 수용할 수 있는 정도에 달려 있으며, 이는 과피의 기계적 성질과 관계되어 있다는 보고(Ramteke et al., 2017)와 유사하였다.

이상의 결과는 포도 '진옥'과 '캠벨얼리'의 과다착립시(과방당 90립 이상) 나타나는 과립간 밀착은 과립의 과분과 과피세포의 정상 발달 및 물리성을 약화시켜 결과적으로 열과 발생을 증가시키고, 가용성 고형물 함량이 적고 산 함량이 높아 성숙을 지연시키는 결과를 초래하였다. 따라서 포도 '진옥'과 '캠벨얼리'를 포함하여 열과 감수성이 높은 품종들은 재배·환경적인 요인들을 고려하여 품종 특성이 뚜렷하게 나타날 수 있는 적정 착립수준을 유지해야 과실품질을 향상시키고 열과 발생을 경감할 수 있는 재배적 대책이 될 것으로 판단되었다.

Table 3. Texture characteristics of berries of 'Jinok' and 'Campbell Early' grapes determined from both non-contact and contact sides of neighboring berries taken 70 days after full bloom

Cultivar	Classification[z]	Hardness (kg)	Springiness (mm)	Cohesiveness (g)	Gumminess (kg)	Chewiness (MJ)	Resilience
Jinok	Non-contact	6.48 ± 0.394[y]	0.44 ± 0.015	0.39 ± 0.040	2.48 ± 0.225	1,104.4 ± 115.78	0.17 ± 0.024
	Contact	4.93 ± 0.250	0.40 ± 0.013	0.42 ± 0.038	2.16 ± 0.342	903.6 ± 167.80	0.20 ± 0.023
Campbell Early	Non-contact	6.11 ± 0.571	0.39 ± 0.019	0.41 ± 0.064	2.38 ± 0.361	1,140.5 ± 258.37	0.20 ± 0.039
	Contact	3.88 ± 0.327	0.36 ± 0.013	0.62 ± 0.032	2.36 ± 0.235	1,017.8 ± 95.68	0.38 ± 0.034
Significance							
Cultivar (A)		NS	*	NS	NS	NS	NS
Classification (B)		*	*	NS	NS	NS	NS
A × B		NS	NS	*	NS	NS	*

[z]Non-contact (normal) and contact sides of neighboring berries.

[y]Means±standard error (n = 10).

[NS] and [*] correspondingly indicate not significant or significant at $p < 0.05$.

초 록

본 연구는 포도 '진옥'과 '캠벨얼리'의 착립수준에 따른 과실품질을 비교하고, 과다 착립시 과립의 과분 및 과피세포의 발달, 물리적 특성과 열과 감수성과의 관계에 대해 구명하고자 수행하였다. 두 품종의 적립처리는 만개 후 20일에 각각 과방당 45, 60, 75, 90립으로 조절하였다. 포도 '진옥'과 '캠벨얼리' 과실의 품질특성 중, 과립수, 과립밀도, 과방중은 착립수가 많을수록 증가하였고, 75, 90립 처리구는 45, 60립 처리구보다 가용성 고형물 함량이 낮고 산함량이 높았다. 열과 발생은 만개 후 70일부터 75, 90립 처리구에서 집중적으로 나타났으며, 상대적으로 '진옥'이 '캠벨얼리'보다 열과 발생이 적었다. 정상 과립표면의 과분은 'platelet' 형태의 과분이 관찰되나 밀착된 과립 표면의 과분 발달은 현저히 불량하였다. 또한 밀착된 과립의 표피층이 내외부의 생장 압력에 의해 짓눌려 밀착되지 않은 과립의 세포들보다 길고 폭이 좁은 타원형의 세포 형태를 보였다. 과립 경도 역시 밀착된 과립이 밀착되지 않은 정상 과립보다 '진옥', '캠벨얼리'가 각각 23.9, 36.5% 낮았다.

추가 주요어 : 과립경도, 적립, 열과, 과분, 표피세포, *Vitis labruscana*

Literature Cited

Andersen DC, Richardson DG (1982) A rapid method to estimate fruit water statute with special reference to rain cracking of sweet cherries. J Amer Soc Hort Sci 107:441-444. doi:10.21273/JASHS.107.3.441

Bound SA, Close DC, Quentin AG, Measham PF, Whiting MD (2013) Crop load and time of thinning interact to affect fruit quality in sweet cherry. Agric Sci 5:216-230. doi:10.5539/jas.v5n8p216

Brown K, Considine J (1982) Physical aspects of fruit growth: stress distribution around lenticels. Plant Physiology 69:585-590. doi:10.1104/pp.69.3.585

Choi HM, Son IC, Kim DI (2010) Effects of calcium concentrations of coating bag on pericarp structure and berry cracking in 'Kyoho' grape (*Vitis* sp.). Korean J Hortic Sci Technol 28:561-566

Choi YM, Choi DG (2023) Relationship between cracking occurrence and growth or fruit characteristics in 'Jinok' and 'Campbell Early' grapes. Hortic Sci Technol 41:656-665. doi:10.7235/HORT.20230056

Clarke SJ, Hardie WJ, Rogiers SY (2010) Changes in susceptibility of grape berries to splitting are related to impaired osmotic water uptake associated with losses in cell vitality. Austral J Grape Wine Res 16:469-476. doi:10.1111/j.1755-0238.2010.00108.x

Considine J, Brown K (1981) Physical aspects of fruit growth: theoretical analysis of distribution of surface growth forces in fruit in relation to cracking and splitting. Plant Physiol 68:371-376. doi:10.1104/pp.68.2.371

Coombe BG (1992) Research on development and ripening of the grape berry. Amer Enol Vitic 43:101-110. doi:10.5344/ajev.1992.43.1.101

El-Zeftawi BM (1971) Effects of GA and CCC on setting, splitting, yield and quality of Zante currants (*Vitis vinifera* var.). Vitis 10:27-30

Guidoni S, Allara P, Schubert A (2002) Effect of cluster thinning on berry skin anthocyanin composition of *Vitis vinifera* cv. Nebbiolo. Amer Enol Vitic 49:23-34. doi:10.5344/ajev.2002.53.3.224

Jung MH, Kown YH, Lee BHN, Park YS, Park HS (2014) Fruit quality and harvest time of 'Heukboseok' grape by fruit load. Korean J Hortic Sci Technol 32:289-295. doi:10.7235/hort.2014.13121

Jung SM, Chang EH, Park SJ, Jeong ST, Roh JH, Hur YY, Lee HC (2010) Berry thinning effects on the fruit and wine quality of grape 'Muscat Bailey A'. Kor Food Presev 17:625-630

Kim SJ, Park SJ, Koh SW, Jung SM, Hur YY, Nam JC, Park KS (2015) Laborsaving effect and fruit characteristics of grape 'Campbell Early' according to pedicel thinning. Korean J Plant Res 28:290-295. doi:10.7732/kjpr.2015.28.2.290

Knoche M, Peschel S (2006) Water on the surface aggravates microscopic cracking of the sweet cherry fruit cuticle. Amer Soc Hortic Sci 131:192-200. doi:10.21273/JASHS.131.2.192

Lang A, During H (1990) Grape berry splitting and some mechanical properties of the skin. Vitis 29:61-70

Matsumoto K, Kim BK, Oahn VTK, Seo JH, Yoon HK, Park MK, Hwang YS, Chun JP (2007) Comparison of sugar composition and quality parameters during berry ripening between grape cultivars. Korean J Hortic Sci Technol 25:230-234

McCarthy MG (1997) The effect of transient water deficit on berry development of cv. Shiraz (*Vitis vinifera* L.). Aust J Grape Wine Res 3. doi:10.1111/j.1755-0238.1997.tb00128.x

Meneguzzo J, Miele A, Rizzon LA, Ayub MAZ (2008) Effect of bunch rot on the sensory characteristics of the Gewürztraminer wine. Int Sci Vigne Vin 42:107-111. doi:10.20870/oeno-one.2008.42.2.823

Ozer C, Yasasin AS, Ergonul O, Aydin S (2012) The effects of berry thinning and gibberellin on Recel Uzumu table grapes. Pak Agri Sci 49:105-112

Park HS (1995) The pericarp of normal and shot berries: Differentiation of the structure and development of some biochemical constituents, specially the tannins (In French). Ph.D. Thesis., Bordeaux I Univ., Bordeaux, France

Park SJ, Kim JG, Jung SM, Noh JH, Hur YY, Ryou MS, Lee HC (2010) Relationship between berry set density and fruit quality in 'Kyoho' grape. Korean J Hortic Sci Technol 28:954-958

Ramteke SD, Urkude V, Parhe SD, Bhagwat SR (2017) Berry cracking; Its causes and remedies in grapes - A review. Trends in Biosciences 10:549-556

Rural Development Administration (RDA) (2016) Standard farming handbook 'Grape'. Rural Development Administration, Jeonju, Korea

Ribérau-Gayon P, Dubordieu D, Doneche B, Lonvaud A (2000) Handbook of Enology. Vol. 1. The Microbiology of Wine and Vinifications. John Wiley & Sons, New York, USA

Segade SR, Giacosa S, Torchio F, Palma L, Novello V, Gerbi V, Rolle L (2013) Impact of different advanced ripening stages on berry texture properties of 'Red Globe' and 'Crimson Seedless' table grape cultivars (*Vitis vinifera* L.). Sci Hortic 160:313-319. doi:10.1016/j.scienta.2013.06.017

Shim SB, Kwon YH, Hong YP, Park HS (2007) Comparison of fruit quality and vegetative growth in 'Kyoho' grape by crop load and thinning. Korean J Hortic Sci Technol 25:389-393

Shin KH, Park HS, Lee CH, Do GR, Yun SK, Choi IM (2009) Morphological Structure and Chemical Composition of Epicuticular Wax of Fruits in Four Kind of Grape Cultivars. Korean J Hortic Sci Technol 27:353-358

Tilbrook J, Tyerman SD (2008) Cell death in grape berries: varietal differences linked to xylem pressure and berry weight loss. Funct Plant Bio 35:173-184. doi:10.1071/FP07278

Yamamoto T, Satoh H (1994) Relationship among berry cracking susceptibility, berry morphology and skin stress distribution in several grape cultivars. J Jpn Soc Hortic Sci 63:247-256. doi:10.2503/jjshs.63.247

Yamamura H, Naito R (1983) The surface wax of several grapes in Japan. J Jpn Soc Hortic Sci 52:266-272. doi:10.2503/jjshs.52.266

Yamamura H, Naito R (1985) Susceptibility to berry splitting in several grape cultivars. J Jpn Soc Hortic Sci 53:390-395. doi:10.2503/jjshs.53.390

Yu YS, Kim JB (1989) Study on the resistance to berry splitting and development of the dermal system in grapes. J Kor Soc Hortic Sci 30:38-44

Yun HK, Park KS, Roh JH, Kwack YB, Jun JH, Jeong ST, Jang HI, Kim SH, Shin YU (2008) Table grape 'Jinok'. HortScience 43:2222-2223. doi:10.21273/HORTSCI.43.7.2222

Zsófi Z, Villangó S, Palfi Z, Tóth E, Balo B (2014) Texture characteristics of the grape berry skin and seed (*Vitis vinifera* L. cv. Kekfrankos) under postveraison water deficit. Sci Hortic 172:176-182. doi:10.1016/j.scienta.2014.04.008