

포도 ‘진옥’과 ‘캠벨얼리’의 열과 발생과 생육 및 과실특성과의 관계

최영민¹  · 최동근^{2*}

¹전라북도농업기술원 약용자원연구소, ²전북대학교 원예학과

Relationship between Cracking Occurrence and Growth or Fruit Characteristics in ‘Jinok’ and ‘Campbell Early’ Grapes

Young Min Choi¹  and Dong Geun Choi^{2*}

¹Medicinal Resource Research Institute, Jeollabuk-do Agricultural Research & Extension Services, Namwon 55720, Korea

²Department of Horticulture, Chonbuk National University, Jeonju 54896, Korea

*Corresponding author: choidg61@jbnu.ac.kr

Abstract

This study was conducted to analyze the correlations among cracking occurrence, growth, and the fruit characteristics in ‘Jinok’ compared to ‘Campbell Early’ grapes (*Vitis labruscana*). The flower cluster length and berries of the two cultivars tended to increase slowly after an initial rapid growth at 23 to 50 days after bud burst and at 7 to 28 days after full bloom, respectively. The cracking of ‘Jinok’ and ‘Campbell Early’ grapes occurred 49 and 56 days after full bloom respectively, and the same times coincided with the early stage of fruit maturation when the berry enlargement was moderate. There were fewer cracked berries per cluster in ‘Jinok’ (3.3%) than in ‘Campbell Early’ (8.3%) during the harvest period. There were no statistically significant differences in the shoot length or petiole diameter according to the presence or absence of cracking, and among the fruit characteristics, the cluster with cracked berries had a large number of berries and a thick cluster stalk diameter. As a result of analyzing the relationships among variables through correlation and principal component analyses, it was found that the number of berries ($r = 0.780^{**}$, $r = 0.735^{**}$), the berry density ($r = 0.778^{**}$, $r = 0.736^{**}$), the cluster width ($r = 0.318^*$, $r = 0.608^{**}$), and the cluster weight ($r = 0.672^{**}$, $r = 0.621^{**}$) were closely correlated with the occurrence of cracking in the two cultivars. Therefore, maintaining an appropriate berry set amount per cluster in consideration of the cluster size will be a cultivation measure that can reduce the occurrence of cracking.

Additional key words: berry density, berry set level, cluster weight, number of berries, *Vitis labruscana*

서 언

포도는 전 세계적으로 넓은 지역에서 대규모로 재배되고 있는 과종 중 하나로 국내 포도 재배품종 구성은 2022년을 기준으로 ‘샤인머스켓’ 41.4%, ‘캠벨얼리’ 31.7%, ‘거봉’ 17.3% 등 3품종이 전체의 90%

Received: May 22, 2023

Revised: July 25, 2023

Accepted: July 25, 2023

 OPEN ACCESS



HORTICULTURAL SCIENCE and TECHNOLOGY
41(6):656-665, 2023
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©2023 Korean Society for Horticultural Science.

이상을 차지하고 있다(KREI, 2022). 획일적 품종구성은 홍수출하에 의한 가격 하락을 조장하는데, 품종 국산화 및 다양화, 그리고 품질향상을 위해 국내 신품종 육성 및 국외 품종 도입이 활발해지고 있는 상황이다.

이중 포도 '진옥'은 1983년 '델라웨어'에 '캠벨얼리'를 교배하여 2004년 최종 선발한 품종으로 '캠벨얼리'보다 당도가 높고 산함량이 적으며, 속기가 약간 빠른 것으로 알려져 있다(Yun et al., 2008). 하지만 품종 보급이 시작된 지 10년 이상이 경과되었음에도 일부 재배자들에 의해 '캠벨얼리'보다 착립과 품질이 우수하다는 보고 이외에는 아직까지 품종특성에 대한 연구가 전무한 실정이다. 또한 포도 주산지인 전북 남원의 일부 농가에서는 '진옥'에서 30% 이상의 열과 발생이 있었다는 보고도 있으나 단일품종만 재배되고 있어 '진옥'의 품종특성으로 단정하기는 어려운 상황이다.

국내 주 재배품종인 '캠벨얼리'의 열과는 주로 과실 성숙기에 발생하며, 주산단지인 전북 남원, 충북 영동 지역 등에서는 수확기에 다발생하여 열과를 경감할 수 있는 응급 대책이 없어 문제시되고 있는 상황이다. 특히 심할 경우 수확량이 전무할 정도로 일시에 발생하는 경향을 보이기도 한다. 이와 같은 현상은 당해 기상환경, 토양, 생육 상황 등에 따라 발생 정도가 다른 것으로 추정되고 있으며(Considine and Brown, 1981; Lang and During, 1990; Mesejo et al., 2016), 과실 성숙기 기후변화에 따른 잦은 국지성 호우나 장기적인 강우 등은 열과와 같은 생리장해 발생을 증가시킬 수 있는 잠재적인 원인으로 예측되고 있다.

포도 재배품종들의 열과는 주로 종축형 또는 터진 형태(Khadivi-Khub, 2009)로 발생하는데, 외관 불량, 저장력 약화, 병에 대한 감수성 증가(Meneguzzo et al., 2008)는 물론 심할 경우 갈라진 과립에서 흘러나온 과즙에 의한 2차 피해발생으로 상품성을 상실할 우려도 있다. 일반적으로 포도의 열과는 과실 내부로 급격한 수분 흡수가 원인이 되어 증가된 팽압에 기인하며(Andersen and Richardson, 1982), 한계치 이상의 팽압은 과피의 기계적 결함을 초래할 수 있다(Dean et al., 2016). 이외에도 과실세포 활성(Tilbrook and Tyerman, 2008), 과실의 큐티클과 과피의 두께(Considine and Kriedemann, 1972; Zhang et al., 2021) 등의 유전적 요인(Emmons and Scott, 1998)과 온도(Lang and During, 1990), 토양수분(Considine and Brown, 1981), 칼슘(Choi et al., 2010) 및 호르몬 처리(El-Zeftawi and Weste, 1972) 등의 재배·환경적 요인들이 영향을 미친다.

현재까지 열과 발생에 영향을 미치는 여러 요인들에 대한 연구가 진행되었음에도 불구하고 실험적 재현이 어려워 유전, 환경, 재배 관련 복합적인 원인이 고려되고 있으며, 농업현장에서는 품종과 기상에 의존적인 경향을 보이고 있다. 본 연구는 포도 '진옥'을 대상으로 대조품종인 '캠벨얼리'와 일반적인 생육, 과실특성과 열과 발생과의 관계에 대해 비교·분석함으로써 열과 발생을 사전에 경감시킬 수 있는 재배적 기초자료를 확보하고자 수행하였다.

재료 및 방법

실험재료의 선정 및 관리

시험수는 전라북도 남원시 수지면에 소재한 포도 과원에서 수세가 균일한 8년생 포도 '진옥'과 '캠벨얼리'를 이용하였으며, 답전환 재배지로 비교적 배수가 불량하고 열과 발생이 많은 과원을 선정하여 각 품종별 8주를 이용하였다. 일반 재배관리는 농촌진흥청 표준영농재배법(RDA, 2016)에 준하여 관리하였다.

결실관리

포도 송이의 관리는 개화 전 어깨송이와 상단 2, 3번 지경을 제거한 후 착립 여부가 확인되는 만개 후 10일경 송이의 크기를 고려하여 추가적으로 3, 6, 9번 지경을 제거하였다. 지경 솎기 후, 송이의 상단에서 하단부로 갈수록 지경별 과립의 수가 적어지도록 하여 송이당 과립의 수가 평균 70립이 되도록 조절하였으며, 신초당 과방의 수는 1.5개로 적과하였다.

신초 및 과실비대 특성 조사

신초 특성은 품종과 열과 발생 유무에 따라 구분한 후, 만개 후 70일경 임의로 40개의 신초를 선정하여 조사하였다. 신초장은

원줄기 기부에서 12번째 마디까지의 길이로 측정하였고, 4번 마디 앞의 엽병장, 엽병의 굵기, 잎의 크기를 조사하여 평균으로 산출하였다.

과방의 길이는 발생지점부터 과립 끝 지점까지를 측정하였고, 이와 함께 과경의 굵기를 발아 후 23일부터 111일까지 7일간 격으로 14회 조사하였다. 과립의 비대는 만개 후 7일부터 78일까지 7일 간격으로 11회에 걸쳐 과방 하단에 위치한 2개의 과립을 총 20반복으로 종경, 횡경을 측정한 후 평균값으로 나타내었다.

수확기 과실특성

과실특성은 만개 후 90일경 품종과 열과 발생 유무에 따라 구분한 후, 과실을 채취하였다. 과립밀도는 과방의 크기(과방장과 과방폭의 곱)를 과립수로 나눈 값을 cm^2 당 과립수로 표현하였다. 과방중은 전자저울(MS8001TS, Mettler Toledo, Inc., Germany)을 이용하여 모든 과방을 측정하였고, 각 과방의 과립수를 계수한 후, 과방중을 과립수로 나눈 값을 과립의 평균 무게로 산출하였다. 또한 과립의 착색정도는 색차계(CR-10, Konica Minolta Sensing Inc., Japan)를 이용하여 동일 과방 내에서 착색정도를 대표할 수 있는 2개 과립을 대상으로 모든 과방을 측정하여 평균값으로 나타내었다. 가용성 고형물 함량은 디지털 굴절당도계(PR-101 α , Atago Co. Ltd, Japan)로 측정하였고, 산함량은 증류수와 과즙을 100:10mL로 희석하여 0.1N NaOH를 pH 8.1이 될 때까지 적정(Easyplus titration, Mettler Toledo, Inc., Germany)한 후 tartaric acid의 상당량으로 환산하였다.

열과 발생 조사

생육시기별 열과 발생은 과방과 과립 비대 조사를 실시한 동일한 과방을 대상으로 열과가 발생한 과방을 계수하여 조사 표본 개수에 대한 백분율로 산출하여 누적하였다. 과립 부위별 열과 발생은 과경부(stem-end), 적도부(equatorial), 과정부(stylar-end)로 구분한 후, 백분율로 나타내었다. 또한 품종별 열과가 발생한 과실 40개를 추가로 채취하여 과방당 과립수를 계수한 후 과방당 나타나는 열과립의 비율을 백분율로 산출하였고, 과실특성 등 다른 요인들간 통계분석에 활용하였다.

열과 발생 과실 및 신초의 조사항목간 통계 분석

수집된 데이터의 분석은 Sigmaplot(Sigmaplot 14.0, Systat Software Inc., USA)을 이용하여 요인분석과 상관분석, 주성분 분석을 실시하였으며, 동일 프로그램으로 행렬 산점도 등의 그래프를 작성하였다.

결과 및 고찰

과방 및 과립의 비대 특성

과방의 길이와 과경 굵기의 비대량 조사 결과는 Fig. 1A and 1B와 같다. 과방 길이와 과경 굵기는 화방이 출현하고 화방장이 일정 부분 생육이 진행된 후 조사할 수 있었는데, 시기적으로 발아 후 약 50일경까지 화방장이 급격히 신장하는 경향을 보였다. 화방장의 신장은 만개 후 7일(발아 후 50일 경)을 기준으로 둔화되었는데, 이는 만개기 직후 수정과 착립이 이루어지고, 과립세포의 분열과 생장(Matthews et al., 1987; Coombe, 1992)이 진행되기 때문인 것으로 추정되었다. 반면 과경의 굵기는 조사시기 동안 급격한 신장을 보이지 않았으며, 완만하게 증가하는 경향을 보였다. 상대적으로 포도 '진옥'이 '캠벨얼리'보다 과방장은 짧은 편이었으나 과경 굵기는 다소 굵은 편이었다.

과립의 길이와 폭은 만개 후 약 7-28일까지 급격하게 증가하였으며, 이후 완만하게 성장하는 경향을 보였다(Fig. 1C and 1D). 포도 과립의 생장은 2중 S자 곡선(double sigmoid curve)을 보이고(Coombe, 1992), 주요 생육단계를 크게 다섯 단계

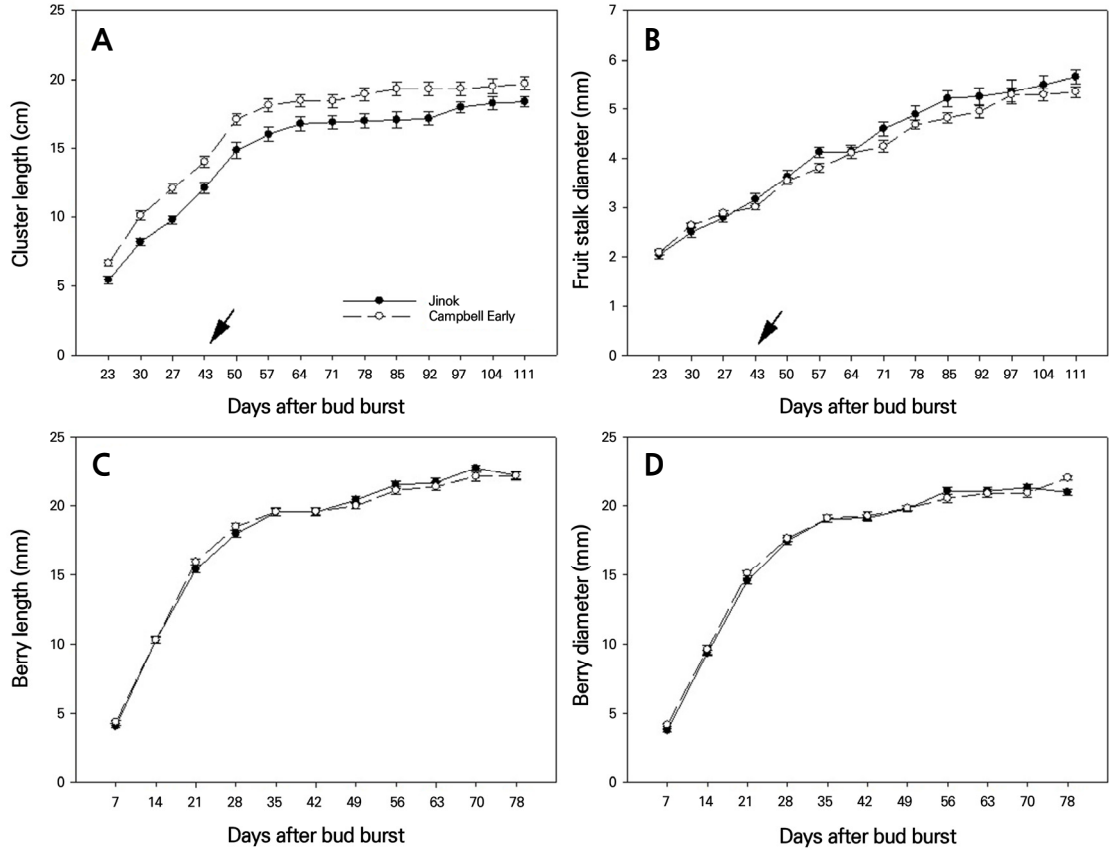


Fig. 1. Changes in cluster lengths (A), fruit stalk diameters (B), berry lengths (C), and berry diameters (D) at the growth stage for 'Jinok' and 'Campbell Early' grapes. Vertical bars represent the standard error of the means ($n = 30$). The arrows indicate the full bloom period.

(McCarthy, 1997) 또는 세 단계(Coombe, 1992)로 구분하기도 하는데, 본 실험에서도 유사한 경향을 나타내었다. 또한 과립의 성장 측면에서 두 품종은 Yun et al.(2008)의 보고와 같이 품종간 큰 차이가 보이지 않는 것으로 판단되었다.

열과 발생 및 열과 발생과의 생육 및 과실특성

두 품종의 열과는 '진옥'이 만개 후 49일, '캠벨얼리'가 56일경 발생이 시작되었고, 수확기에 이르러 두 품종은 각각 3.3, 8.3%의 누적 열과가 발생하였다(Fig. 2A). 최초 열과 발생 시기는 두 품종의 과립비대가 완만해지는 성숙 초기단계로 과실의 성숙이 진행되면서 여러 요인에 의해 열과가 발생될 수 있다는 Clarke et al.(2010)의 보고와 유사하였다. 또한 수확기 과립의 부위를 과경부, 적도부, 과정부로 구분하여 열과 발생 부위를 조사한 결과(Fig. 2B), '진옥'은 과경부와 과정부에서 각각 50%, '캠벨얼리'는 각각 40, 60%가 발생하였고, 두 품종 모두 적도부에서의 발생은 없었다. 선행 연구에서 '거봉', '킹델라', '후지미노리'의 열과는 과립 부위별 표면에 퇴화한 기공의 숫자와 유사한 경향이 있으며, 과정부, 적도부, 과경부순으로 나타난다는 보고(Son et al., 2007)와의 차이는 품종에 기인하는 것으로 추정되었다.

과실의 열과가 발생한 신초와 잎의 특성을 열과 발생이 없는 신초와 비교했을 때, 신초장과 엽장이 품종과 열과 유무에 교호적인 관련성이 있는 것으로 조사되었으나(Table 1), 품종간 서로 다른 경향을 나타내어 열과 발생과의 관계에 있어서 큰 의미를 찾기가 어려웠다. 잎의 성장에 의한 동화산물 축적은 과실성장 속도에 영향을 주어 간접적인 열과 발생이 증가할 수는 있으나(Ramteke et al., 2017), 본 실험에서는 열과 발생 유무에 따른 신초, 잎의 성장량간 차이를 보이지 않았다.

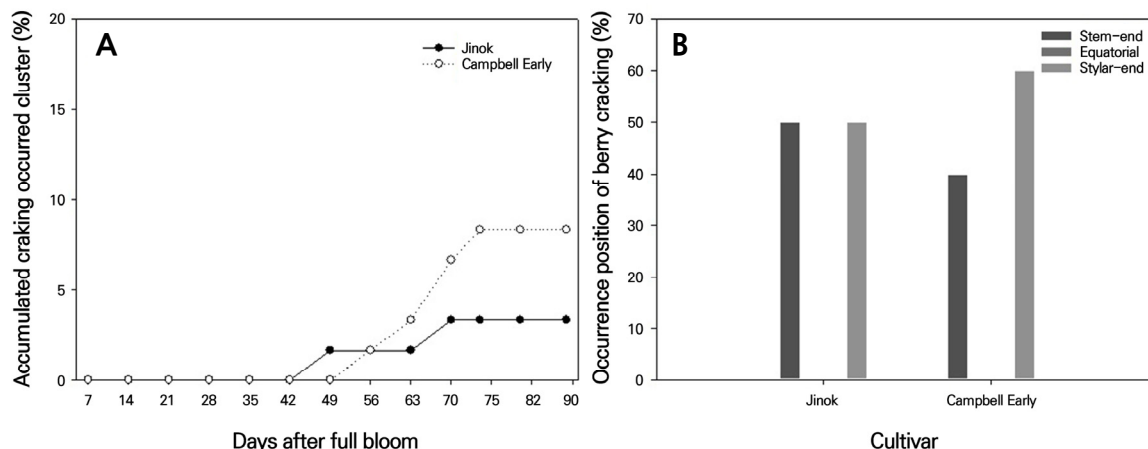


Fig. 2. Accumulated ratio of clusters where cracking occurred during the growth stage (A) and occurrence position of berry cracking at harvest (B) for 'Jinok' and 'Campbell Early' grapes.

Table 1. Comparison of growth characteristics (shoot and leaf) according to the occurrence of cracking at 70 days after full bloom for 'Jinok' and 'Campbell Early' grapes

Cultivar	Classification ^z	Shoot diameter (mm)	Petiole length (cm)	Petiole diameter (mm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)
Jinok	Normal	8.4 ± 0.12 ^y	8.5 ± 0.20	3.0 ± 0.05	13.4 ± 0.27	15.4 ± 0.30
	Cracking	8.1 ± 0.11	8.4 ± 0.27	3.0 ± 0.08	12.7 ± 0.32	15.1 ± 0.32
Campbell Early	Normal	6.8 ± 0.10	9.3 ± 0.18	2.7 ± 0.05	12.8 ± 0.16	15.7 ± 0.15
	Cracking	7.5 ± 0.21	10.0 ± 0.40	2.9 ± 0.11	14.1 ± 0.38	17.0 ± 0.56
Significance						
Cultivar (A)		NS	NS	NS	NS	NS
Cracking (B)		NS	NS	NS	NS	NS
A × B		*	NS	NS	*	NS

^zNormal: cluster without cracked berries, cracking: cluster with cracked berries.

^yMeans ± standard error (n = 30).

NS, *, ** Nonsignificant or significant at p = 0.05.

Table 2. Comparison of fruit quality levels according to the occurrence of cracking at harvest (90 days after full bloom) period for 'Jinok' and 'Campbell Early' grapes

Cultivar	Classification ^z	Cluster length (cm)	Cluster width (cm)	Cluster weight (g)	Number of berries	Berry weight (g)	Stalk diameter (mm)	Hunter a value	Soluble solids (°Brix)	Titrateable acidity (%)	Number of seed
Jinok	Normal	16.1 ± 0.27 ^y	10.4 ± 0.24	332.9 ± 12.61	61.0 ± 2.26	5.5 ± 0.07	3.4 ± 0.06	1.1 ± 0.09	16.1 ± 0.07	0.28 ± 0.003	3.1 ± 0.05
	Cracking	16.5 ± 0.35	10.0 ± 0.20	340.5 ± 10.74	62.5 ± 2.07	5.5 ± 0.07	3.5 ± 0.06	1.4 ± 0.10	16.3 ± 0.09	0.27 ± 0.003	3.1 ± 0.05
Campbell Early	Normal	16.8 ± 0.78	10.6 ± 0.63	316.9 ± 15.53	58.7 ± 5.01	5.4 ± 0.15	3.4 ± 0.11	2.3 ± 0.44	14.7 ± 0.21	0.27 ± 0.006	3.2 ± 0.16
	Cracking	17.4 ± 0.24	10.7 ± 0.28	343.0 ± 9.46	60.3 ± 1.77	5.7 ± 0.05	3.5 ± 0.05	1.8 ± 0.13	14.6 ± 0.10	0.26 ± 0.003	3.2 ± 0.05
Significance											
Cultivar (A)		NS	NS	NS	*	NS	*	NS	NS	*	NS
Cracking (B)		NS	NS	NS	*	NS	**	NS	NS	*	NS
A × B		NS	NS	NS	NS	NS	NS	*	NS	NS	NS

^zNormal: cluster without cracked berries, cracking: cluster with cracked berries.

^yMeans ± standard error (n = 40).

NS, *, ** Nonsignificant or significant at p = 0.05 and 0.01.

과실 특성요인 중에서 과방 크기와 과방중, 과립중, 가용성 고형물 함량, 종자 개수는 품종과 열과 발생 유무에 따른 통계적 차이가 없었으나, 열과 발생 과방의 크기와 무게는 발생하지 않은 과방보다 큰 경향이였다. 반면 두 품종 모두 열과가 발생한 과방의 과립수가 많고 과경 굵기가 굵었으며, 산함량이 낮게 조사되었다(Table 2). 이와 같은 결과는 동일한 단위면적내에서 과립 비율이 높은 과다착과의 영향으로, 과립간 밀착 또는 압박을 줄여주면 열과 발생과 착색불량을 경감시킬 수 있다는 보고(Considine and Brown, 1981; Clarke et al., 2010)와 유사하였다. 특히 과경 굵기의 유의한 차이는 sink-source 비율(Zsófi et al., 2014)이나 동화산물 분배 변화(Keller, 2010) 등 내적 물질 이동 양상과 관련이 있는 것으로 추정되었으며, 과경의 물관부 가 큰 과실에서 열과 발생이 증가하였다는 보고(Mesejo et al., 2016)와 일치하였다.

열과와 과실특성과의 관계

두 품종의 생육 및 품질과의 상관관계를 분석하여 행렬 산점도로 표현한 결과는 Figs. 3 and 4와 같다. 포도 '진옥'의 신초장

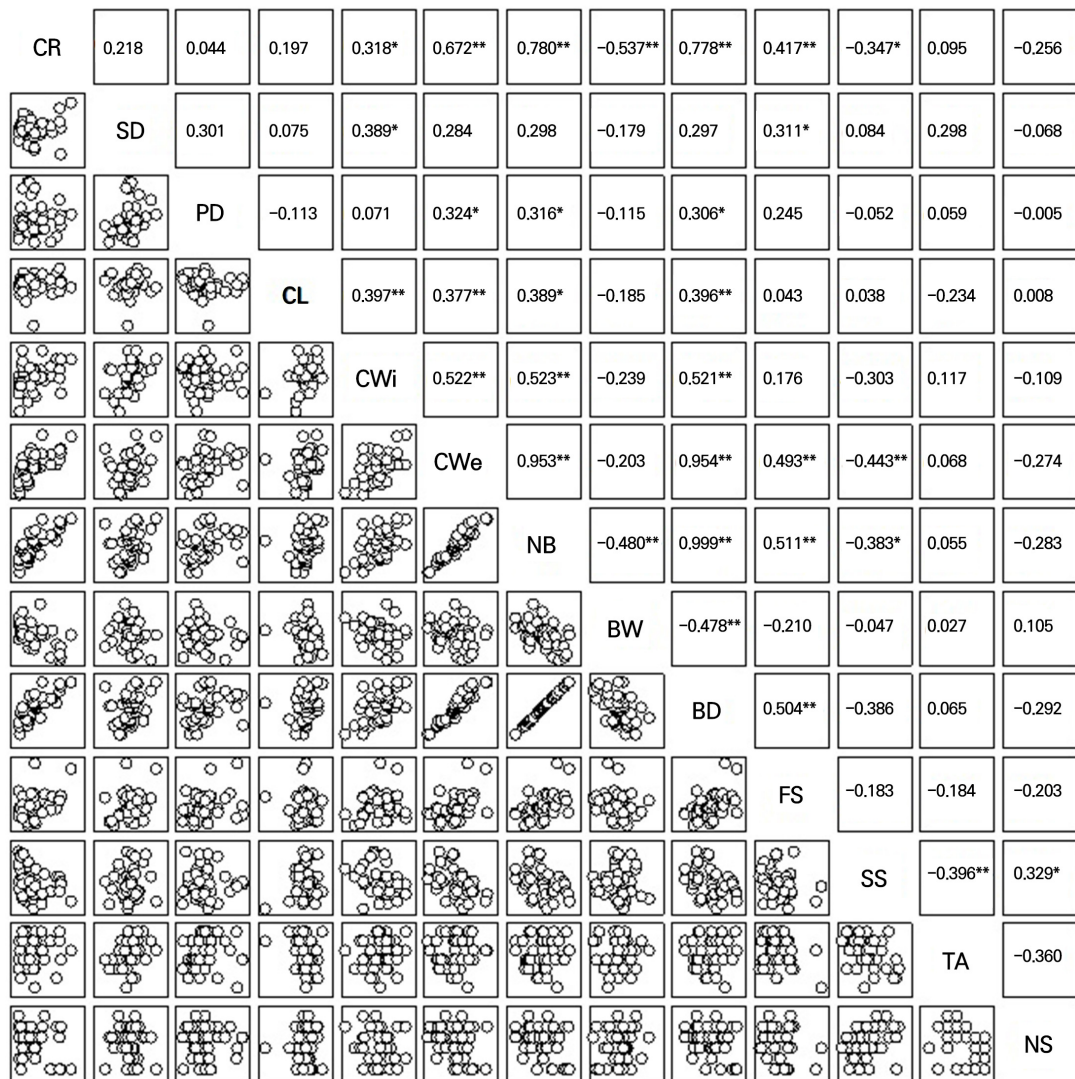


Fig. 3. Scatter plot matrix and Pearson's coefficients of fruit growth and fruit characteristics surveyed during the harvest period of the 'Jinok' grape. Cracking (CR), shoot diameter (SD), petiole diameter (PD), cluster length (CL), cluster width (CWi), cluster weight (CWe), number of berries (NB), berry weight (BW), berry density (BD), fruit stalk (FS), soluble solids (SS), titratable acidity (TA), and number of seeds (NS). ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$ represent significant values ($n = 40$).

과 엽병 굵기는 과방의 크기, 과경부 굵기와 상관관계가 인정되었고, '캠벨얼리'의 경우 생육특성은 대부분의 과실특성과 통계적 관계가 없었다. 신초의 생육 특성과 열과 발생과의 관계는 인정되지 않았는데, 잎과 과실성장간의 관계로 열과 발생이 증가할 수 있다는 보고(Ramteke et al., 2017)와 차이가 있었다.

송이당 열과 발생의 경우 포도 '진옥'은 과방폭($r=0.318^*$), 과방중($r=0.672^{**}$), 과립수($r=0.780^{**}$), 과립중($r=-0.537^{**}$), 과립밀도($r=0.778^{**}$), 과경굵기($r=0.417^{**}$), 당함량($r=-0.347^*$), '캠벨얼리'는 과방장($r=0.549^{**}$), 과방폭($r=0.608^{**}$), 과방중($r=0.621^{**}$), 과립수($r=0.735^{**}$), 과립중($r=-0.485^{**}$), 과립밀도($r=0.736^{**}$), 산함량($r=-0.314^*$)과 상관관계가 인정되었다. 과실품질 요인 중 두 품종은 공통적으로 과방폭, 과방중, 과립수, 과립밀도가 열과 발생과 관계가 있는 것으로 조사되었다.

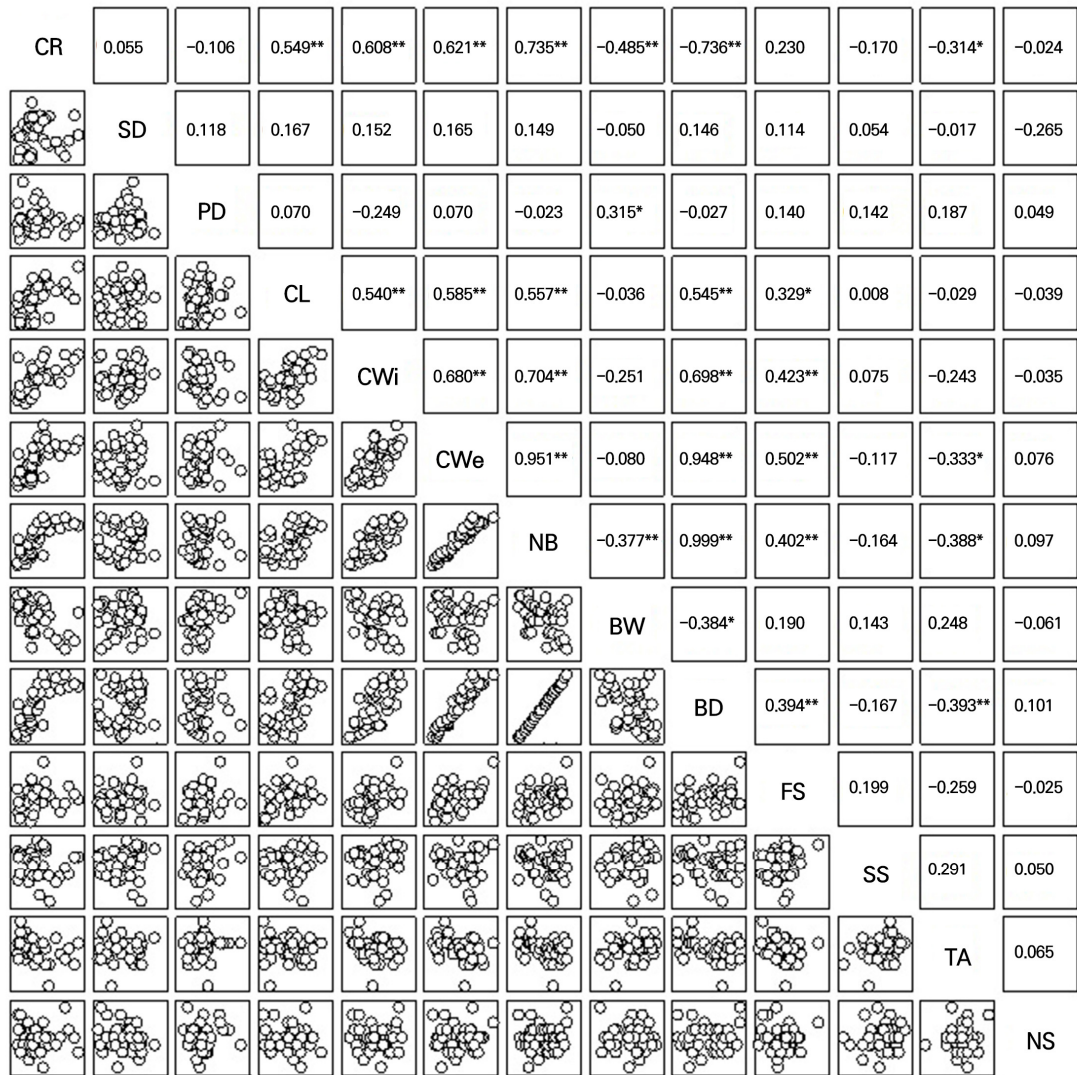


Fig. 4. Scatter plot matrix and Pearson's coefficients of fruit growth and fruit characteristics surveyed during the harvest period of the 'Campbell Early' grape. Cracking (CR), shoot diameter (SD), petiole diameter (PD), cluster length (CL), cluster width (CWi), cluster weight (CWe), number of berries (NB), berry weight (BW), berry density (BD), fruit stalk (FS), soluble solids (SS), titratable acidity (TA), and number of seeds (NS). ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$ represent significant values ($n = 40$).

상관분석 결과에 대해 열과 발생과 생육 및 과실특성 요인간의 관계를 분석하고자 '진옥'과 '캠벨얼리'를 대상으로 한 주성분 분석 결과, 두 품종의 고유값(eigen value)이 1 이상인 주성분은 PC1-PC5 총 5개로 각각의 누적분산은 77.5, 77.3%로 조사되었다. 또한 '진옥'에서 각 주성분의 설명력은 순서대로 38.1, 12.7, 10.5, 8.9, 7.4%, '캠벨얼리' 38.0, 13.9, 9.1, 8.5, 7.7%이었다. 이중 가장 대표적인 PC1과 PC2의 고유값을 기준으로 산점도를 작성한 결과 열과 발생과 가장 인접한 요인은 포도 '진옥'이 과방중, 과립수, 과립밀도, 과방폭, 과경굵기의 순이었으며(Fig. 5A), '캠벨얼리'는 과립수, 과립밀도, 과방폭, 과방중의 순이었다(Fig. 5B). 반면 가용성 고형물 함량과 산함량, 종자 개수는 상대적으로 열과 발생과 관계가 적은 것으로 조사되었고, 신초의 생육과 과실생장과의 관계 역시 동일한 결과를 나타내었다. 결과적으로 상관분석 및 주성분 분석 결과, 포도 '진옥'의 열과 발생은 과방폭, 과방중, 과립수, 과립밀도와 밀접한 관련성이 있었으며, '캠벨얼리'도 동일한 결과를 나타내었다. 반면 Table 2에서는 열과 발생과와 정상과의 과방폭, 과방중은 통계적 차이를 보이지 않았는데, 이는 정상과에 비해 열과 발생과의 반복수가 적은 것에 기인한 것으로 추정되며, 열과가 발생한 과방을 대상으로 한 상관 및 주성분 분석 결과와 차이를 보인 것으로 판단되었다.

꽃떨이 현상 등 착과기에 나타나는 생리장애 또는 병해충 피해가 없다는 전제하에서, 과방의 크기가 클수록 과립의 수는 증가하는 경향이었으며, 과립 수 증가는 과립밀도와 과방중과 정상관 관계를 나타내었다. 따라서 비례적인 관계를 가진 해당 요인들은 일정한 면적 내에서 과립의 밀도를 증가시키고, 이에 따라 과립의 비대 생장시 과립간 압박이 발생하게 되는데, 결과적으로 과방의 크기와 과립의 밀도는 열과 발생과 밀접한 관계를 나타낸 것으로 판단되었다. 송이당 착립수를 줄이는 것은 과립 근처 공기 유동에 의해 과립 표면을 빠르게 건조시킴으로 추가적인 병 내성을 갖게 해주고(McCarthy, 1997), 또한 과립 형태 및 송이 내에서의 과립간 압박은 열과의 주요 원인이 될 수 있으며(Considine and Brown, 1981), 포도 '거봉'의 경우 생산량이 많을수록 열과 발생률이 증가하기도 한다(Shim et al., 2007). 특히 과다착립 시 과립간 밀착에 의해 약화될 수 있는 과피의 기계적 성질(Ramteke et al., 2017)과도 관련성이 있을 것으로 추정되었다.

이상의 결과는 포도 '진옥'의 열과 발생에 있어서 생육 및 과실품질 요인 중 과방의 크기와 과방 내 제한된 면적내에서 존재하는 과립의 수는 열과 발생에 밀접한 관계가 있음을 의미한다. 따라서 단순히 과립의 수를 줄이는 것만이 열과 경감의 방법이 될 수 없으며, 과방의 크기를 고려하여 과립의 밀도를 낮게 유지하는 것, 즉 적정 착립량을 유지하는 것은 과립간 밀착 및 열과 발생을 경감시킬 수 있는 효과적인 재배적 사전 대책으로 판단되었다.

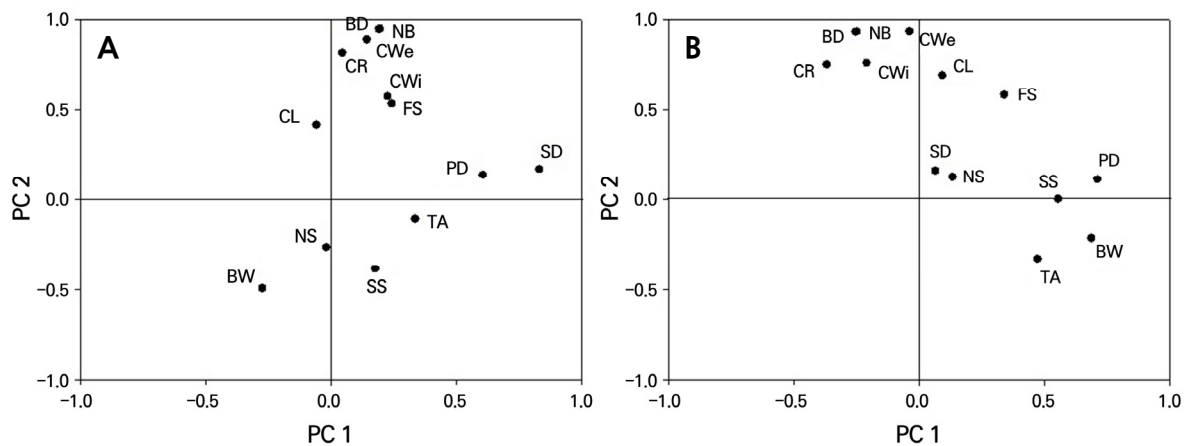


Fig. 5. Scatter plot of cracking, growth, and fruit characteristics from the principal component analysis upon the harvest of 'Jinok' (A) and 'Campbell Early' (B) grapes. Cracking (CR), shoot diameter (SD), petiole diameter (PD), cluster length (CL), cluster width (CWi), cluster weight (CWe), number of berries (NB), berry weight (BW), berry density (BD), fruit stalk (FS), soluble solids (SS), titratable acidity (TA), and number of seeds (NS).

초록

본 연구는 포도 '진옥'의 열과 발생과 생육 및 과실 특성간의 관련성에 대해 '캠벨얼리'(*Vitis labruscana*)와 비교·분석하고 자수행하였다. 두 품종의 화방장과 과립은 각각 발아 후 23-50일과 만개 후 7-28일에 초기 급격한 생장 이후 완만해지는 경향을 나타내었다. '진옥'과 '캠벨얼리'의 초기 열과 발생시기는 각각 만개 후 49, 56일로, 동 시기는 과립비대가 완만해지는 과실 성숙 초기와 일치하였다. 수확기 과방당 열과립의 발생은 '진옥'(3.3%)이 '캠벨얼리'(8.3%)보다 적었다. 열과 발생 유무에 따른 신초장과 엽병의 굵기는 유의한 통계적 차이가 없었고, 과실특성 중 열과 발생 과방은 과립수가 많고 과경이 굵은 경향이 있었다. 상관 및 주성분 분석을 통해 변수간 관계를 분석한 결과, '진옥'과 '캠벨얼리'는 공통적으로 과립수($r = 0.780^{**}$, $r = 0.735^{**}$), 과립밀도($r = 0.778^{**}$, $r = 0.736^{**}$), 과방폭($r = 0.318^*$, $r = 0.608^{**}$), 과방중($r = 0.672^{**}$, $r = 0.621^{**}$)이 열과 발생과 밀접한 정상관 관계가 있는 것으로 조사되었다. 따라서 과방의 크기를 고려하여 적정 착립량을 유지하는 것이 열과 발생을 경감시킬 수 있는 재배적 대책이 될 수 있을 것이다.

추가 주요어 : 과립밀도, 착립수준, 과방중, 과립수, *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
- 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.). *Kor J Hort Sci Technol* 28:561-566
- 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. *Aus J Grape and 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
- Considine J, Kriedemann P (1972) Fruit splitting in grapes: determination of the critical turgor pressure. *Aus J Agric Res* 23:17-24. doi:10.1071/AR9720017
- Coombe BG (1992) Research on development and ripening of the grape berry. *Amer J Enol Vitic* 43:101-110. doi:10.5344/ajev.1992.43.1.101
- Dean RJ, Bobek G, Stait-Gardner T, Clarke SJ, Rogiers SY, Price WS (2016) Time-course study of grape berry split using diffusion magnetic resonance imaging. *Aus J Grape and Wine Res* 22:240-244. doi:10.1111/ajgw.12184
- El-Zeftawi BM, Weste HL (1972) Effects of time of application of GA + CCC on yield and splitting of Zante currant *Vitis vinifera* var. *Vitis* 11:124-130. <https://core.ac.uk/reader/235693960>
- Emmons CLW, Scott JW (1998) Ultrastructural and anatomical factors associated with resistance to cuticle cracking in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Int J Plant Sci* 159:14-22. doi:10.1086/297516
- Keller M (2010) *The Science of Grapevines: anatomy and physiology*. Elsevier, MA, USA
- Khadivi-Khub A (2009) *Pomology*, Agriculture Education Press, Tehran, Iran (In Farsi)
- Korea Rural Economic Institute (KREI) (2022) *Agricultural observation monthly report (short-term) 'Fruits'*. December issue, Korea Rural Economic Institute, Naju, Korea
- Lang A, Daring H (1990) Grape berry splitting and some mechanical properties of the skin. *Vitis* 29:61-70. <https://core.ac.uk/download/pdf/235692709.pdf>
- Matthews M, Cheng G, Weinbaum S (1987) Changes in water potential and dermal extensibility during grape berry development. *J Amer Soc Hort Sci* 112:314-319. doi:10.21273/JASHS.112.2.314
- McCarthy MG (1997) The effect of transient water deficit on berry development of cv. Shiraz (*Vitis vinifera* L.). *Aus J Grape and Wine Res* 3:102-108. 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. *J Int Sci Vigne Vin* 42:107-111. doi:10.20870/oenone.2008.42.2.823
- Mesejo C, Reiga C, Martinez-Fuentes A, Gambetta G, Gravina A, Agusti M (2016) Tree water status influences fruit splitting in Citrus. *Sci Hortic* 209:96-104. doi:10.1016/j.scienta.2016.06.009
- 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
- Shim SB, Kwon YH, Hong YP, Park HS** (2007) Comparison of fruit quality and vegetative growth in 'Kyoho' grape by crop load and thinning. *Kor J Hortic Sci Technol* 25:389-393
- Son IC, Kim SK, Kim HH, Kim GH** (2007) Physiological and histological characteristics of berry cracking in grapes (*Vitis* spp). *Hortic Environ Biotechnol* 48:291-297
- Tilbrook J, Tyerman SD** (2008) Cell death in grape berries: varietal differences linked to xylem pressure and berry weight loss. *Func Plant Bio* 35:173-184. doi:10.1071/FP07278
- 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
- Zhang C, Cui L, Liu C, Fan X, Fang J** (2021) Preferential water uptake and differences in the anatomical structure of the distal end of grape berry may jointly lead to cracking in vitro soaking. *Hortic Environ Biotechnol* 62:353-365. doi:10.1007/s13580-020-00324-9
- 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